MENDOZA - ARGENTINA 2023

PLAN MAESTRO PARA EL SECTOR HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

INFORME 1 ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR HÍDRICO



IRRIGACIÓN
Agua que da vida

MEKOROT
Israel National Water Co.

CFI CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

LISTA DE SIGLAS

ACRE	ÁREA DE CULTIVOS RESTRINGIDOS ESPECIALES
AFERAS	ASOCIACIÓN FEDERAL DE ENTES REGULADORES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
ANP	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
ASD	AGUA SUPERFICIAL DISPONIBLE
AYSAM	AGUA Y SANEAMIENTO MENDOZA
CC-PP	CÓDIGO CONTABLE - PADRÓN PARCIAL
CCYCN	CÓDIGO CIVIL Y COMERCIAL UNIFICADO
CFI	CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
CN	CONSTITUCIÓN NACIONAL
COIRCO	COMITÉ INTERJURISDICCIONAL DEL RÍO COLORADO
CONICET	CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO
CRA	CENTRO REGIONAL ANDINO
CTM	CENTRAL TÉRMICA MENDOZA
DCC	DIRECCIÓN DE CONTINGENCIAS CLIMÁTICAS
DEIE	DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS E INVESTIGACIONES ECONÓMICAS
DGI	DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN
EDEMSA	EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DE MENDOZA SOCIEDAD ANÓNIMA
EDESTESA	EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL ESTE S.A.
EPAS	ENTE PROVINCIAL DEL AGUA Y DE SANEAMIENTO
EPRE	ENTE PROVINCIAL REGULADOR ELÉCTRICO
FCA	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
HTA	HONORABLE TRIBUNAL ADMINISTRATIVO
IC	INSPECCIONES DE CAUCE
IDE	ÍNDICE DE DERRAME ESTÁNDAR
IDR	INSTITUTO DE DESARROLLO RURAL
IE ASD	ÍNDICE ESTANDARIZADO PARA AGUA SUPERFICIAL DISPONIBLE
INA	INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA
INDEC	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
INTA	INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
IPE	ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADO
IUCN-WWF	UNIÓN INT DE CONSERV DE LA NATURALEZA-FONDO MUNDIAL PARA LA NAT.
LA	LEY DE AGUAS SUPERFICIALES
MD	MARGEN DERECHA
MEM	MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA,

MI	MARGEN IZQUIERDA
OGC	OPERADORES DE GESTIÓN COMUNITARIOS
OMM	ORGANIZACIÓN METEREOLOGICA MUNDIAL
PBG	PRODUCTO BRUTO GEOGRÁFICO
PROSAP	PROGRAMA DE RIEGO Y DRENAJE DE LA PROVINCIA DE MENDOZA
RUE	REGISTRO ÚNICO DE ESTABLECIMIENTO
RUP	REGISTRO ÚNICO PETROLERO
SDI	ÍNDICE DE CAUDAL ESTANDARIZADO
SIFAP	SISTEMA FEDERAL DE ÁREAS PROTEGIDAS
SIH	SISTEMA DE INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DEL DGI
SIyPH	SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y POLÍTICAS HÍDRICAS DE LA NACIÓN
SMN	SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
Software WEAP	WATER EVALUATION AND PLANNING SYSTEM
TEM	TRABAJOS CON EQUIPOS MECÁNICOS
UAM	UNIDADES ADMINISTRATIVAS DE MANEJO
UNC	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
UTE	UNIÓN TRANSITORIA DE EMPRESAS)
VAD	VALOR AGREGADO DE DISTRIBUCIÓN
YPF	YACIMIENTOS PETROLÍFEROS FISCALES, S. A

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Capitulo UNO – Introducción 24
1.1. General 24
1.2. Perspectiva del Proyecto 24
1.3. Objetivos Del Proyecto 24
1.4. Cronograma Del Trabajo 25
2. CAPÍTULO DOS: INFORMACIÓN GENERAL 26
2.1. Introducción 26
2.2. Perfil de la provincia de Mendoza 26
2.3. Geografía y Ubicación 26
2.4. Relieve 26
2.5. Hidrografía General 27
2.6. Clima y Temperatura 28
2.7. Estaciones climatológicas 30
2.7.1. Ubicación de las estaciones meteorológicas 30
2.7.2. Centros de Recepción de datos 31
2.8. Temperatura 32
2.8.1. Temperatura segun la altura 32
2.8.2. Heliofanía 32
2.8.3. Evapotranspiración 32
2.9. Precipitaciones 32
2.10. Organización territorial 33
2.11. Organización y división política 34
2.12. Secano o tierras no irrigadas 35
2.13. Población 35
2.14. Ecorregiones de Mendoza 36
2.15. Principales problemas ambientales y conflictos con el Recurso Hídrico 37
2.16. Principales indicadores sociales 39
2.16.1. Principales Indicadores Económicos 41
2.16.2. Población por sexo y por Departamento 43
3. CAPÍTULO TRES: ÁREAS DE CONSERVACIÓN ASOCIADAS AL RECURSO HÍDRICO 44
3.1. Áreas de Conservación asociadas al recurso hídrico 44
3.1.1. Parque Provincial Aconcagua 45
3.1.2. Monumento Natural Puente del Inca 46
3.1.3. Parque Provincial Cordón del Plata 47
3.1.4. Parque Provincial Volcán Tupungato 47
3.1.5. Reserva Manzano – Portillo de Piuquenes 47
3.1.6. Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero 48

3.1.7. Reserva Privada Villavicencio 50
3.1.8. Reserva Hídrica Natural y Reserva de Paisaje Protegido Laguna del Diamante 51
3.1.9. Reserva Hídrica Natural Laguna del Atuel 52
3.1.10. Reserva Natural Laguna Las Salinas 52
3.1.11. Laguna El Trapal 53
3.1.12. Laguna de Llancanelo 53
3.1.13. Sistema de Arroyos Leyes-Tulumaya 54
4. CAPÍTULO CUATRO: MATRIZ PRODUCTIVA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA: EVOLUCIÓN DEL PRODUCTO BRUTO GEOGRÁFICO Y PRINCIPALES COMPONENTES SECTORIALES. 56
4.1. Semblanza general 56
4.1.1. Caracterización de la matriz económica de Mendoza a partir del valor agregado 57
4.2. Creación de valor sectorial: evolución de actividades económicas de Mendoza 58
4.3. Evolución de los componentes individuales de cada agregado sectorial 60
4.4. Evolución de agregados sectoriales en distintas regiones geográficas de Mendoza 61
4.5. Análisis de composición del valor agregado provincial según departamentos y sectores productivos. 62
4.6. Perfiles económicos departamentales según grandes agregados sectoriales 64
4.7. Evolución y composición del producto bruto agrícola 65
4.8. A modo de síntesis. Algunas conclusiones 69
5. CAPÍTULO CINCO: MARCO JURÍDICO 72
5.1. Introducción 72
5.2. Institucionalidad del agua en Mendoza 73
5.3. Principios de Política Hídrica 74
5.4. La Administración del agua en Mendoza. Departamento General de Irrigación e Inspecciones de Cauce 75
5.5. Departamento General de Irrigación 75
5.6. Inspecciones de Cauce 77
5.6.1. Sobre el uso del agua 78
5.6.2. Asignación del uso del agua 79
5.6.3. Prioridades 80
5.6.4. Pautas para la cobertura de la demanda 81
5.6.5. Instrumentos para la reasignación de derechos 82
5.6.6. Revisión de concesiones. Revocación 82
5.6.7. Expropiación 83
5.6.8. Caducidad 83
5.6.9. Mecanismos de intercambio de turnados 83
5.6.10. Preservación de la calidad del agua 84
5.7. Legislaciones Conexas 85
5.7.1. Leyes del Ambiente 85

5.7.2. Ley de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo 8051 85
5.7.3. Coordinación de la planificación territorial e hídrica 85
5.8. Aspectos interjurisdiccionales 86
5.9. Observaciones Capitulo Legal 86
6. CAPÍTULO SEIS: ESTRUCTURA DE ADMINISTRACIÓN HÍDRICA DE MENDOZA 89
6.1. Autoridades del agua 89
6.1.1. Departamento General de Irrigación (DGI) 89
6.1.2. Inspecciones de Cauce 91
6.2. Autoridades conexas 92
6.2.1. EPAS 92
6.2.2. EPRE 92
6.2.3. DIRECCIÓN DE HIDRÁULICA 92
6.2.4. MUNICIPALIDADES 92
6.2.5. SECRETARÍA DE AMBIENTE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 92
7. CAPÍTULO SIETE: TRIBUTOS Y COSTOS ASOCIADOS AL AGUA 94
7.1. Estructura tributaria - costos de operación y mantenimiento - fondeo y financiamiento del Departamento General de Irrigación 94
7.1.1. Antecedentes normativos 94
7.1.2. Estructura tributaria Departamento General de Irrigación 94
7.1.3. Tributos 95
7.1.5. Otras formas de determinación de tributos - Cobro volumétrico 101
7.1.6. Canon para el control y prevención de la contaminación 102
7.1.7. COBRO POR CONCEPTOS DE CORTE ADMINISTRATIVO 107
7.2. Figura del usuario 108
7.3. Costos de operación y mantenimiento 108
7.3.1. Estructura Institucional 108
7.3.2. Estimación de recursos 109
7.3.3. Determinación de gastos 109
7.3.4. Estudio práctico 110
7.4. Fondeo y financiamiento 111
7.4.1. Instrumentos de Fondeo 111
7.4.2. Generación Hidroeléctrica Ley 6088/93 112
7.4.3. Instrumentos de financiamiento 112
7.5. Tarifa eléctrica y relación con el uso del recurso hídrico 115
7.5.1. Tarifa para riego agrícola 115
7.5.2. Impacto de los subsidios provinciales 117
7.6. Tarifa para servicio de potabilización 117
7.7. Conclusiones preliminares de esta revisión 118
7.7.1. Tarifa de agua potable 119

7.7.2. Conclusiones preliminares 126
7.7.3. Anexo: cuadro tarifario Aysam 127
7.8. Observaciones: Tributos y Costos 128
7.8.1. Tarifas por el servicio de energía eléctrica 128
7.8.2. Tarifas del servicio de agua potable 128
8. CAPÍTULO OCHO: AGUA SUPERFICIAL 129
8.1. Modelo de gestión del agua superficial. 129
8.2. Índice de Derrame Estándar () 129
8.3. Cuenca del río Mendoza. 131
8.3.1. Descripción general de la hidrografía del río Mendoza 131
8.3.2. Caracterización de la oferta hidrológica del río Mendoza 132
8.3.3. Caracterización de la oferta hidrológica del río Blanco 134
8.3.4. Caracterización de la oferta del arroyo Uspallata y del San Alberto 134
8.3.5. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación 134
8.3.6. Obras hidráulicas de conducción 136
8.3.7. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales 138
8.3.8. Sistema de saneamiento del colector Pescara 138
8.3.9. Vertientes o manantiales 139
8.3.10. Aportes aluvionales 139
8.4. Cuenca del Río Tunuyán. 141
8.4.1. Descripción general de la cuenca 141
8.4.2. Caracterización de la oferta hidrológica del río Tunuyán 143
8.4.3. Caracterización de la oferta hidrológica río Tunuyán en estación Valle de Uco 146
8.4.4. Caracterización de la oferta hidrológica de los “Sistemas de Arroyos” 148
8.4.5. Caracterización de la oferta hidrológica de Los Arroyo de Cordillera Frontal 149
8.4.6. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación 151
8.4.7. Obras Hidráulicas de conducción de la subcuenca Tunuyán Superior 153
8.4.8. Obras hidráulicas de conducción de la subcuenca Tunuyán Inferior 155
8.4.9. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales 155
8.5. Cuenca del río Diamante 157
8.5.1. Descripción general de la hidrografía del río Diamante 157
8.5.2. Caracterización de la oferta hidrológica del río Diamante 158
8.5.3. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación 160
8.5.4. Obras hidráulicas de conducción 162
8.5.5. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales 163
8.5.6. Desagües y drenajes 163
8.6. Cuenca del río Atuel 164
8.6.1. Descripción general de la hidrografía del río Atuel 164

8.6.2. Caracterización de la oferta hidrológica del río Atuel 166
8.6.3. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación 168
8.6.4. Obras hidráulicas de conducción 169
8.6.5. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales 170
8.7. Cuenca del río Malargüe 171
8.7.1. Descripción general de la hidrografía del río Malargüe 171
8.7.2. Caracterización de la Oferta Hidrológica del Río Malargüe 172
8.7.3. Caracterización de la oferta hidrológica del Arroyos 174
8.7.4. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación 174
8.7.5. Obras hidráulicas de conducción 174
8.7.6. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales 174
8.8. Cuenca del Río Grande 175
8.8.1. Descripción general de la hidrografía del río Grande 175
8.8.2. Caracterización de la oferta hidrológica del Río Grande 177
8.8.3. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación 179
8.9. Observaciones: Agua superficial 179
9. CAPÍTULO NUEVE: DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL 182
9.1. Metodología para el cálculo de la disponibilidad de aguas superficiales (ASD) 182
9.2. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales (ASD) 183
9.2.1. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Mendoza 183
9.2.2. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Diamante 185
9.2.3. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Atuel 187
9.2.4. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Malargüe 189
9.2.5. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Tunuyán Inferior & Superior 191
9.2.6. Disponibilidad de Aguas Rio Grande 193
9.3. Índice estandarizado para Agua Superficial Disponible (IE ASD) 194
10. CAPÍTULO DIEZ. AGUAS SUBTERRANEAS 198
10.1 Modelo de gestión 198
10.1.1. Asignación/autorización de permisos de perforación para el aprovechamiento de las aguas subterráneas: 198
10.1.2. Control de Obras 200
10.1.3. Monitoreo de acuíferos 200
10.1.4. Control del Uso del Agua 201
10.1.5. Proceso de caducidad o extinción de los derechos y/o permisos 201
10.2. Descripciones generales de los acuíferos de la Provincia - de los oasis irrigados 201
10.2.1. Cuenca Norte (margen Derecha y margen Izquierda del río Mendoza y Tunuyán Inferior) 201
10.2.2. Cuenca Centro (Subcuenca Tunuyán Superior o Valle de Uco) 212

10.2.3. Cuenca Sur (o de los ríos Diamante y Atuel) 219
10.2.4. Cuenca de Malargüe o Malargüe - Llancanelo 226
10.3. Descripción de otros acuíferos de las áreas de secano - tierras no irrigadas 228
10.3.1. Región entre los ríos Tunuyán y Diamante 228
10.3.2. Región Sur 229
10.3.3. Cuenca de Uspallata 229
10.3.4. Cuenca del río Colorado 231
10.4. Usos (pozos: número, producción, profundidades, etc.) 231
10.5. Producción anual de agua subterránea 232
10.6. Observaciones: Información Disponible Sobre Aguas Subterráneas 233
11. CAPÍTULO ONCE: DEMANDAS DE AGUA 235
11.1. Superficies empadronadas 235
11.1.1. Cuenca del Río Mendoza 235
11.1.2. Subcuenca del Tunuyán Superior 235
11.1.3. Subcuenca del Tunuyán Inferior 236
11.1.4. Cuenca del Río Diamante 236
11.1.5. Cuenca del Río Atuel 237
11.1.6. Cuenca del Río Malargüe 237
11.1.7. Cuenca del Río Grande 238
11.2. Abastecimiento poblacional 238
11.2.1. Cuenca del Río Mendoza 238
11.2.2. Subcuenca Tunuyán Superior 241
11.2.3. Subcuenca Tunuyán Inferior 242
11.2.4. Cuenca del Río Diamante 243
11.2.5. Cuenca del Río Atuel 244
11.2.6. Cuenca del Río Malargüe 245
11.3. Uso agrícola 246
11.3.1. Metodología 246
11.3.2. Cuenca del río Mendoza 247
11.3.3. Subcuenca Tunuyán Superior 253
11.3.4. Subcuenca Tunuyán Inferior 258
11.3.5. Cuenca del río Diamante 261
11.3.6. Cuenca del río Atuel 264
11.3.7. Cuenca del río Malargüe 267
11.4. Uso Público 270
11.5. Uso Ganadero 271
11.5.1. Caracterización ganadera de Mendoza 271
11.5.2. Acueducto ganadero Bowen Canalejas 273

11.6. Uso industrial 273
11.6.1. Actividad Petrolera 274
11.6.2. Refinería Luján de Cuyo – río Mendoza 274
11.7. Uso turístico 275
11.7.1. Río Mendoza 276
11.7.2. Río Tunuyán 276
11.7.3. Río Diamante 276
11.7.4. Río Atuel 276
11.8. Uso energético 277
11.8.1. Río Mendoza 278
11.8.2. Río Tunuyán 278
11.8.3. Río Diamante 279
11.8.4. Río Atuel 279
11.9. Observaciones: Demanda de Agua 280
12. CAPÍTULO DOCE: CALIDAD DEL AGUA 284
12.1. Introducción 284
12.1.1. Legislación 284
12.1.2. Calidad 285
12.2. Calidad del agua superficial 285
12.2.1. Cuenca del Río Mendoza 285
12.2.2. Cuenca del Río Tunuyán 289
12.2.3. Cuenca del Río Diamante 295
12.2.4. Cuenca del Río Atuel 298
12.2.5. Río Malargüe, Barrancas, Grande y Colorado 301
12.3. Calidad del Agua Subterránea 306
12.3.1. Cuenca Norte 306
12.3.2. Cuenca Centro o del río Tunuyán Superior o del Valle de Uco 312
12.3.3. Cuenca Sur o de los ríos Diamante y Atuel 315
12.3.4. Cuenca del valle medio de los ríos Atuel-Salado-Malargüe o Llancanelo 316
12.4. Plantas de Tratamiento de efluentes y A.C.R.E. asociados 318
12.4.1. Cuenca del Río Mendoza 320
12.4.2. Cuenca del Río Tunuyán Superior 323
12.4.3. Cuenca del Río Tunuyán Inferior 324
12.4.4. Cuenca del Río Diamante 327
12.4.5. Cuenca del Río Atuel 328
12.4.6. Calidad de efluentes 330
12.5. Establecimientos industriales 333
12.5.1. Cuenca río Mendoza 333

12.5.2. Régimen tributario 334
12.5.3. Cuenca Río Tunuyán Inferior 334
12.5.4. Cuenca Río Tunuyán Superior 335
12.5.5. Cuenca Río Atuel 335
12.5.6. Cuenca Río Diamante 336
12.5.7. Jefatura de Zona de Riego Malargüe-Barrancas y Río Colorado 337
12.5.8. Sistema de saneamiento colector Pescara 337
12.6. Observaciones: Calidad de agua 338
12.6.1. Aguas superficiales 338
12.6.2. Aguas subterráneas 339
12.6.3. Tratamiento y calidad de efluentes 339
12.6.4. Sistema de saneamiento Pescara 340
.13 CAPÍTULO TRECE: USO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL SECANO 341
13.1. Introducción 341
13.2. Uso ganadero en zona de secano 341
13.3. Contexto Provincial 342
13.4. Ganadería de la planicie mendocina 345
13.5. Uso de agua en actividades industriales en zona de secano 353

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Imagen de la provincia de Mendoza en la República Argentina 27
Ilustración 2. Hidrología general de Mendoza 28
Ilustración 3 Valores medios de precipitación y temperatura 29
Ilustración 4 Mapa climatológico de Mendoza 29
Ilustración 5. Precipitaciones en la Prov. de Mendoza - Observatorio 33
Ilustración 6. Ubicación de Oasis 34
Ilustración 7. Ubicación de Departamentos de Mendoza 34
Ilustración 8. Provincia de Mendoza (esquema general) 35
Ilustración 10. Grado de peligro de desertificación en Mendoza 38
Ilustración 11. Tipos de erosión en suelo de Mendoza 38
Ilustración 12. Población, Densidad, Educación (DEIE) 39
Ilustración 13. Salud, condiciones de vida, hogares con NBI (DEIE) 40
Ilustración 14. Principales indicadores económicos de Mendoza 41
Ilustración 15. Ingresos y Egresos 42
Ilustración 16. Gastos y Bienes de Capital 42
Ilustración 17. Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza 45
Ilustración 18. Sitios RAMSAR. Departamento de Lavalle (2018) 49
Ilustración 19. Producto bruto geográfico de Mendoza 57
Ilustración 20 Producto bruto per cápita de Mendoza 58
Ilustración 21 Dinámica de agregados sectoriales de la economía Mendocina 59
Ilustración 22 Tendencia de los agregados sectoriales 2003-2021 60
Ilustración 23 Dinámica de las actividades económicas de Mendoza 61
Ilustración 24 Dinámica económica por regiones y sectores económicos agregados 62
Ilustración 25 Comparación es entre sector primario y secundario 64
Ilustración 26 Comparación es entre sector primario y terciario 65
Ilustración 27 Evolución de la participación relativa de los subsectores vitícola, frutícola, hortícola y olivícola en el Producto Bruto Agrícola (2004-2021) 66
Ilustración 28 Superficie cultivada 2007-2021 (en ha.) 67
Ilustración 29 Evolución del valor agregado por ha para frutales, olivo, vid y hortalizas 68
Ilustración 30 Evolución de la participación del Valor Agregado Bruto sobre el Valor Bruto de Producción 69
Ilustración 31 Datos básicos del registro de derechos superficiales 98
Ilustración 32 Boleto de fuente superficial 99
Ilustración 33 Datos básicos del registro de concesiones de agua subterránea 101
Ilustración 34 Boleto de fuente subterránea 102

Ilustración 35 Datos básicos del registro de establecimientos industriales 105

Ilustración 36 Boleto por permiso de vuelco 106

Ilustración 37 Porcentaje de obras por financiamiento (1994-2021) 114

Ilustración 38 Gráfico 2 Cantidad de obras por año y financiamiento 114

Ilustración 39 Clasificación del índice de derrames estándar y su relación con el Índice de caudales estándar de la OMM. Fuente: Pronostico de escurrimientos 2022/23 (DGI, 2022). 130

Ilustración 40 Índice de Derrames Estándar, caracterizando los tipos de año para cada rio. Fuente: Pronostico de escurrimientos 2022/23 (DGI, 2022). 130

Ilustración 41 Pronostico de derrames y su clasificación hidrológica para la temporada 2022/23. Fuente: Pronostico de escurrimientos 2022/23 (DGI, 2022). 131

Ilustración 42 Hidrografía general del río Mendoza 132

Ilustración 43 Hidrograma Año Abundante – Río Mendoza 133

Ilustración 44 Hidrograma Año Normal – Río Mendoza 133

Ilustración 45 Hidrograma Año de Sequía – Río Mendoza 133

Ilustración 46 Imagen de la disposición de los principales canales derivados del dique Cipolletti. 136

Ilustración 47 Esquema de la red de distribución de agua de riego – río Mendoza 137

lustración 48. Esquema del Sistema de Saneamiento del Colector Pescara 139

Ilustración 49. Cuencas aluvionales ubicadas en el piedemonte de la Precordillera de Mendoza 140

Ilustración 50. Hidrografía general de la cuenca del río Tunuyán 142

Ilustración 51. Plano general de la cuenca del río Tunuyán 143

Ilustración 52. Esquema de agregación arroyo La Estacada 144

Ilustración 53. Esquema de agregación arroyo Salas Caraco 144

Ilustración 54 Esquema de agregación arroyo Guiñazú 144

Ilustración 55. Esquema de agregación arroyo San Carlos 145

Ilustración 56. Esquema hidrológico del río Tunuyán 145

Ilustración 57. Hidrograma año Abundante – río Tunuyán 147

Ilustración 58. Hidrograma año Normal - río Tunuyán 147

Ilustración 59. Hidrograma año Sequía - río Tunuyán 147

Ilustración 60. Hidrograma año Abundante - Sistemas de Arroyo 148

Ilustración 61 Hidrograma año Normal - Sistema de Arroyo 149

Ilustración 62. Hidrograma año Sequía – Sistema de Arroyo 149

Ilustración 63.Hidrograma año Abundante – Arroyos de Cordillera Frontal 150

Ilustración 64 Hidrograma año Normal - Arroyos de Cordillera Frontal 150

Ilustración 65. Hidrograma año Sequía - Arroyos de Cordillera Frontal 151

Ilustración 66. Obras Hidráulicas de Almacenamiento y Derivación situadas sobre el río Tunuyán 151

Ilustración 67 Diques de derivación y estaciones de aforo red primaria Tunuyán Superior 152

Ilustración 68 Esquema de la red de distribución de agua de riego – Tunuyán Superior 154

Ilustración 69 Esquema de la red de distribución de agua de riego – Tunuyán Inferior 156

Ilustración 70. Hidrografía general del río Diamante 158

Ilustración 71 Hidrograma Año Abundante del Río Diamante 159
Ilustración 72 Hidrograma Año Normal del Río Diamante 160
Ilustración 73 Hidrograma Año de Sequía del Río Diamante 160
Ilustración 74 Esquema de la red de distribución de agua de riego – río Diamante 162
Ilustración 75. Hidrografía general del río Atuel 164
Ilustración 76. Esquema Hidrológico Cuencas Activas del río Atuel 165
La oferta para un año húmedo se encuentra caracterizada en la Ilustración 77, con un módulo anual medio de 46,96 m³/s, un derrame anual medio de 1480,99 hm³. 166
Ilustración 77. Hidrograma Año Húmedo del Río Atuel 167
Ilustración 78. Hidrograma Año Normal del Río Atuel 167
Ilustración 79 Hidrograma Año de Sequía del Río Atuel 168
Ilustración 80. Esquema de la red de distribución de agua de riego – río Atuel 170
Ilustración 81 Red Hidrográfica del río Malargüe 171
Ilustración 82. Hidrograma Año Abundante del Río Malargüe 173
Ilustración 83. Hidrograma Año Normal del Río Malargüe 173
Ilustración 84. Hidrograma Año de Sequía del Río Malargüe 173
Ilustración 85. Esquema de la red de distribución de agua de riego – río Malargüe 175
Ilustración 86. Red Hidrográfica del río Grande 176
Ilustración 87 Hidrograma Año Húmedo del Río Grande 178
Ilustración 88. Hidrograma Año Normal del Río Grande 178
Ilustración 89. Hidrograma Año de Sequía del Río Grande 179
Ilustración 90. Esquema de abastecimiento de agua del río Mendoza. 183
Ilustración 91. Perfil del sistema del Rio Mendoza 184
Ilustración 92. A.D en Potrerillos 184
Ilustración 93. Esquema de abastecimiento de agua del río Diamante. 185
Ilustración 94. Perfil del sistema del Rio Diamante 186
Ilustración 95. A.D en el Rio Diamante (Presa del Tigre) 186
Ilustración 96. Esquema de abastecimiento de agua del río Atuel. 187
Ilustración 97. Perfil del sistema del Rio Atuel 188
Ilustración 100. A.D en Valle Grande 188
Ilustración 101. Esquema de abastecimiento de agua del río Malargüe. 189
Ilustración 102. Perfil del sistema del Rio Malargüe 190
Ilustración 103. Volumen anual de AD en el Rio Malargüe (“La Barda”) 190
Ilustración 104. Esquema de abastecimiento de agua del río Tunuyán. 191
Ilustración 105. Perfil de sistema del Río Tunuyán 192
Ilustración 106. A.D en Rio Tunuyán 192
Ilustración 107. Agua Superficial Disponible Total Anual en la Provincia Mendoza. Indice Estandarizado. 195
Ilustración 108. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Mendoza. Indice Estandarizado. 195

lustración 109. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Atuel. Indice Estandarizado. 196

lustración 110. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Diamante. Indice Estandarizado. 196

lustración 111. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Malargüe. Indice Estandarizado.....196

lustración 112. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Tunuyán. Indice Estandarizado. 197

Ilustración 114 Mapa de disponibilidad de Agua Subterráneas (Resolución 1541/17).....199

Ilustración 115. Mapa de ubicación de las cuencas hidrogeológicas en explotación de la Provincia de Mendoza. Fuente DGI.....202

Ilustración 116. Ubicación de la Cuenca norte y la subdivisión en las áreas denominadas margen Izquierda y margen Derecha de la cuenca del río Mendoza, y en áreas nororiental del Tunuyán Inferior. 203

Ilustración 117. Comportamiento hidrogeológico de la cuenca Norte. Fuente INA, 2000. 204

Ilustración 118. Flujo de agua subterránea en la cuenca Norte. Fuente: INA, 2000.....206

Ilustración 119. A y B Perfiles hidrogeológico Oeste-Este de la cuenca Norte. Fuente: UNSJ, 2013. 207

Ilustración 120 Ubicación de la zona noroccidental y la subdivisión entre margen Derecha y margen Izquierda del río Mendoza. Fuente DGI.....208

Ilustración 121 Ubicación de la zona nororiental y la zonificación del acuífero del Tunuyán Inferior.....208

Ilustración 122 Variación del almacenamiento del acuífero libre, resultado de los niveles de agua medidos para la cuenca del río Mendoza (puntos y línea) y el derrame medio anual del río (histrograma) para el periodo 1975-2020. Fuente DGI, 2020.....209

Ilustración 123 Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Tunuyán Inferior durante la temporada de invierno de 2021, contorneados en intervalos de 20 m. Los cursos de agua se denotan por líneas azules, incluyendo del Río Mendoza que entra en la cuenca desde el oeste. 211

Ilustración 124. Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Tunuyán Inferior durante la temporada de invierno de 2022, contorneados en intervalos de 20 m. Los cursos de agua se denotan por líneas azules, incluyendo del Río Mendoza que entra en la cuenca desde el oeste. 211

Ilustración 125 (A) Zonificación propuesta para la Cuenca Centro, la línea blanca muestra la ubicación del corte hidrogeológico de la Figura 6.7. (B) Mapa de isopiezas y dirección del flujo convergiendo hacia el río Tunuyán. Año 2013. 213

La Ilustración 126 Corte hidrogeológica W-E de la Cuenca Centro (zonas Norte Libre - Libre/Confinado) mostrando las relaciones entre sus unidades hidrogeológicas. Fuente UNSL, 2013. presenta un corte hidrogeológico con dirección Oeste-Este de la Cuenca Centro que ejemplifica el funcionamiento de unidades hidrogeológicas descriptas, el perfil realizado por profesional de la Universidad de San Juan, atraviesa la parte norte de la cuenca, pasando de la zona de acuífero libre, confinado y la zona de surgencia. 214

Ilustración 126 Corte hidrogeológica W-E de la Cuenca Centro (zonas Norte Libre - Libre/Confinado) mostrando las relaciones entre sus unidades hidrogeológicas. Fuente UNSL, 2013. 214

Ilustración 127 Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Tunuyán Superior durante la temporada de invierno de 2021, contorneados en intervalos de 50 m. Los cursos de agua se denotan con líneas azules, incluidos los ríos Río de Las Tunas, Río Grande, Río Tunuyán, Río del Rosario y Río De Yaucha que ingresan a la cuenca desde el oeste y el sur. Destacan sedimentos marinos (amarillo fangoso) y rocas piroclásticas, magenta, donde los cursos de agua se acercan hacia el valle.....216

Ilustración 128. Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Tunuyán Superior durante la temporada de invierno de 2022, contorneados en intervalos de 50 m. Los cursos de agua se denotan con líneas azules, incluidos los ríos Río de Las Tunas, Río Grande, Río Tunuyán, Río del Rosario y Río De Yaucha que ingresan a la cuenca desde el oeste y el sur. Destacan sedimentos marinos (amarillo fangoso) y rocas piroclásticas, magenta, donde los cursos de agua se acercan hacia el valle.....216

Ilustración 129 Variación del almacenamiento en el acuífero libre de Cuenca Centro y Derrame del río Tunuyán desde 1973 a 2021. Fuente INA-DGI. 218

Ilustración 130 Esquema simplificado resultante del estudio del 2013 de las reservas probadas para la cuenca centro y las unidades hidrogeológicas involucradas. Fuente UNSJ, 2013. 219

Ilustración 131. Límites geográficos e hidrogeológicos de la cuenca Sur y la zona productiva del oasis Sur. 219

Ilustración 132. Corte esquemático W-E de la Cuenca Sur mostrando las unidades geológicas intervinientes en el desarrollo de los acuíferos 220

Ilustración 133. Comportamiento hidrogeológico de la Cuenca Sur. Fuente INA, 2000. 220

Ilustración 134. Flujo subterráneo en la Cuenca Sur. Isopiezas en línea azul. 221

Ilustración 135 Zonas homogéneas en la cuenca subterránea de los ríos Atuel y Diamante. 224

Ilustración 136. Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Diamante y Atuel durante la temporada de invierno de 2022, contorneados en intervalos de 20 m. Los cursos de agua se denotan con líneas azules, incluido el río de Río Diamante que ingresa a la cuenca desde el oeste. Los sedimentos marinos (amarillo fangoso) se destacan donde el río se acerca hacia la cuenca. 225

Ilustración 137. Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Diamante y Atuel durante la temporada de invierno de 2021, contorneados en intervalos de 20 m. Los cursos de agua se denotan con líneas azules, incluido el río de Río Diamante que ingresa a la cuenca desde el oeste. Los sedimentitas marinos (amarillo fangoso) se destacan donde el río se acerca hacia la cuenca. 226

Ilustración 138 Ubicación de la Cuenca de Malargüe y esquema hidrogeológico. INA-CRAS, 1996. 227

Ilustración 139 Ubicación de los ambientes hidrogeológicos de la Provincia de Mendoza. En círculo rojo las cuencas acuíferas en zonas no irrigadas descriptas en este apartado. 230

Ilustración 140. Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en cuenca río Mendoza 240

Ilustración 141. Sistema de distribución macro de AySAM Gran Mendoza 241

Ilustración 142. Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en Tunuyán Superior 242

Ilustración 143. Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en la cuenca río Diamante 244

Ilustración 144. Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en la cuenca río Atuel 245

Ilustración 145 Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en la cuenca río Malargüe . 246

Ilustración 146. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto de la Cuenca río Mendoza. 249

Ilustración 147. Unidades administrativas de manejo de uso subterráneo de la Cuenca río Mendoza .. 250

Ilustración 148. Célula de cultivo característica del río Mendoza 252

Ilustración 149. Demanda neta media potencial agrícola actual del río Mendoza 253

Ilustración 150. Unidades administrativas de manejo de uso subterráneo en Tunuyán Superior 254

Ilustración 151. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto en Subcuenca Tunuyán Superior 254

Ilustración 152. Célula de cultivo característica de la subcuenca Tunuyán Superior 256

Ilustración 153. Demanda neta media potencial agrícola actual de la subcuenca Tunuyán Superior 257

Ilustración 154. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto en Tunuyán Inferior 258

Ilustración 155. Célula de cultivo característica de la subcuenca Tunuyán Inferior 260

Ilustración 156. Demanda neta media potencial agrícola actual de la subcuenca Tunuyán Inferior 260

Ilustración 157. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto de la cuenca río Diamante 261

Ilustración 158. Célula de cultivo característica del río Diamante 263

Ilustración 159. Demanda neta media potencial agrícola actual del río Diamante 264

Ilustración 160. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto de la cuenca río Atuel 265

Ilustración 161. Célula de cultivo característica del río Atuel 266

Ilustración 162. Demanda neta media potencial agrícola actual del río Atuel.....267

Ilustración 163. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto de la cuenca río Malargüe 268

Ilustración 164. Célula de cultivo característica del río Malargüe.....269

Ilustración 165. Demanda neta media potencial agrícola actual del río Malargüe.....270

Ilustración 166. Distribución del stock de animales por Distrito.....272

Ilustración 167. Acueducto ganadero Bowen Canalejas 273

Ilustración 168. Diagrama Refinería Lujan de Cuyo.....275

Ilustración 169. Rafting en el río Mendoza, y actividades náuticas en el embalse de Potrerillos.....276

Ilustración 170. Imágenes del embalse el Carrizal 276

Ilustración 171. Actividades recreativas en el embalse Los Reyunos.....277

Ilustración 172. Rafting en el río Atuel, y actividades náuticas en el embalse el Nihuil.....277

Ilustración 173. Principales iones de cuenca alta río Mendoza (aguas arriba dique Potrerillos) promedio entre 2017 y 2021 (mg/l).....287

Ilustración 174. Principales iones cuenca baja río Mendoza (aguas abajo del Dique Potrerillos Promedio entre 2017 y 2021(mg/l).....287

Ilustración 175. Determinaciones microbiológicas de la cuenca baja del río Mendoza. Promedio 2017 a 2021 (nótese escala logarítmica del eje) 288

Ilustración 176. Principales iones río Tunuyán en su entrada (Yaucha, Aguanda, Dique Valle de Uco, Villegas, río Las Tunas, Ancón y Sauce) y su salida del Valle de Uco (Costa Anzorena). Promedio entre 2017 y 2021(mg/l) 290

Ilustración 177. Principales iones del río Tunuyán y arroyos de sub-cuenca Tunuyán Superior. Promedios de datos disponibles para período 2017 a 2021 (mg/l).....291

Ilustración 178. Bacterias coliformes fecales y totales en los puntos de monitoreo del Tunuyán Superior. (nótese la escala logarítmica del eje y). Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l). 292

Ilustración 179. Principales iones del río Tunuyán Inferior en su red de distribución de la subcuenca. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).....293

Ilustración 180. Bacterias coliformes fecales en los puntos de monitoreo del río Tunuyán Inferior. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).....294

Ilustración 181. Concentración de iones principales en la red de monitoreo de la cuenca del río Diamante. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).....296

Ilustración 182. Análisis microbiológicos en la red de monitoreo de la cuenca del río Diamante. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).....296

Ilustración 183. Concentración de iones principales en la red de monitoreo de la cuenca del Río Atuel. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).....299

Ilustración 184. Análisis microbiológicos en la red de monitoreo de la cuenca del río Atuel. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).....300

Ilustración 185. Conductividad Eléctrica Zona Malargüe. Promedios para período 2017 a 2021 mg/l). .302

Ilustración 186. Concentración de iones principales en la red de monitoreo de los ríos Malargüe, Barrancas, Colorado y Grande. Promedios de datos disponibles para período 2017 a 2021 (mg/l). 304

Ilustración 187. pH en la cuenca de los Ríos Malargüe, Barrancas, Colorado y Grande. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).....305

Ilustración 188. Curvas de isoconductividad eléctrica – II Nivel. Cuenca Norte – Área Central.....307

Ilustración 189. Conductibilidad eléctrica Cuenca Norte Rio Mendoza 307

Ilustración 190. Proceso de intrusión salina.....308

Ilustración 191. Área de estudio hidroquímico de zona de restricción San Martín. 309

Ilustración 192. Diagrama de PIPER, zona de restricción. 310

Ilustración 193. Diagrama de Schoeller. 310

Ilustración 194 Concentración de Nitrato vs. Profundidad 311

Ilustración 195. Niveles de arsénico en el sector noreste de la provincia. 311

Ilustración 196. Esquema hidrogeológico cuenca Centro, río Tunuyán Superior o del valle de Uco 313

Ilustración 197. Esquema hidrogeológico cuenca Diamante – Atuel 315

Ilustración 198. Esquema hidrogeológico del valle medio de los ríos Atuel, Salado y Malargüe, tomado de Hernández y Martinis. 317

Ilustración 199. Porcentaje de volúmenes diarios de efluentes tratados (sin peines).....318

Ilustración 200. Caudal generado por cada Depuradora en la Cuenca del Río Mendoza 320

Ilustración 201. Caudales de aguas residuales generados en las Cuenca del Río Tunuyán Superior 323

Ilustración 202. Caudales de aguas residuales generados en la Cuenca del Río Tunuyán Inferior.....324

Ilustración 203. Caudales de aguas residuales generados en la Cuenca del Río Diamante.....327

Ilustración 204 Caudales de aguas residuales generados en la Cuenca del Río Atuel 328

Ilustración 205. Promedio de Conductividad eléctrica correspondiente al año 2021-2022, de las Estaciones Depuradoras 330

Ilustración 206. Promedio de Cloruros correspondiente al año 2021-2022, de las Estaciones Depuradoras 330

Ilustración 207. Promedio de DBO y DBO soluble correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras 331

Ilustración 208. Promedio de DQO y DQO soluble correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras 331

Ilustración 209. Promedio de Fósforo Total y Nitrógeno Amoniacal correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras.....332

Ilustración 210. Promedio de pH correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras...332

Ilustración 211 Promedio de Sólidos en Suspensión Totales correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras 332

Ilustración 212. Promedio de Escherichia Coli correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras 333

Ilustración 213. Composición del stock ganadero en Mendoza, 2021 [141].....341

Ilustración 214. Calidad de agua – zona Este de Mendoza [154] 345

Ilustración 215. Ubicación de los puestos (izq.) y concentraciones de arsénico (der.).....346

Ilustración 216. Fuentes de captación de agua subterránea en las tierras secas no irrigadas de Lavalle. 347

Ilustración 217. Aguada natural [163] 348

Ilustración 218. Pozo con reservorio y bebedero en las inmediaciones [163] 349

Ilustración 219. Pozos en la margen Sur RN146 163.....349

Ilustración 220. Salinidad de Aguas para consumo animal en Mapa Productiva Ganadero Gral. Alvear 350

Ilustración 221. Diagrama Radial de agua de pozo en Bowen. Nótese la composición dominante sódico sulfatada.Salinidad de Aguas para consumo animal en Mapa Productiva Ganadero Gral. Alvear 350

Ilustración 222. Puestos de veranada – RN145 Paso Pehuenche 352

Ilustración 223. Pozo Mendoza I. Yacimiento El Portón (YPF). Captación del Subálveo, con bomba sumergible y sistema de medición por telemetría 353

Ilustración 224. Captación y almacenamiento de agua. Empresa Rach. Yacimiento Cajón de Los Caballos. Malargüe 354

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de estaciones meteorológicas, Altura en metros 30
Tabla 2. Centros de recepción de datos 31
Tabla 3. Población por sexo y Departamento 43
Tabla 4. Áreas naturales protegidas de Mendoza 44
Tabla 5 Esquema tributario presupuesto 2023. Res. 900/22 HTA 96
Tabla 5 Esquema de coeficientes de fuente superficial en relación al uso agrícola. 97
Tabla 6 Esquema tributario por uso Cuenca Río Mendoza 97
Tabla 7 Esquema tributario uso fuente subterránea. 100
Tabla 8 Esquema de coeficientes fuente subterránea en relación al uso agrícola. 100
Tabla 9 Esquema de facturación según volumen de vertido y tipo de vuelco. 103
Tabla 10 Disposición final de los establecimientos inscriptos en el R.U.E a nivel Provincial, segregados por Cuenca. 104
Tabla 11 Tributos administrativos 107
Tabla 12 Resumen general de gastos (pesos $) 110
Tabla 13 Formas de reembolso según fondeo 113
Tabla 14 Distribución de conexiones por tipo de prestadores (Fuente: EPAS) 119
Tabla 15 Artículo 41: tarifa del exceso sobre consumos básicos 122
Tabla 16 Cargo fijo del servicio medido 122
Tabla 17 Determinación del consumo básico bimestral 123
Tabla 18 Servicio medido. Precio por m3 123
Tabla 19 Sistema de cobro por volumen 124
Tabla 20 Sobretasa de grandes consumidores 125
Tabla 21 Distribución de operadores de Gestión Comunitaria 125
Tabla 22 Instalación de micromedidores en operadores de Gestión Comunitaria 126
Tabla 23 Cuadro tarifaria propuesto para operadores de Gestión Comunitaria 126
Tabla 24 Artículo 35: tarifas generales 127
Tabla 25 Artículo 36.1: coeficiente e. edad de la edificación (año) 127
Tabla 26 Artículo 37: tarifas mínimas bimestrales 127
Tabla 27. Plantas Depuradoras Cloacales Cuenca río Mendoza 138
Tabla 28. Plantas Depuradoras Cloacales Subcuenca Tunuyán Superior 156
Tabla 29. Plantas Depuradoras Cloacales Subcuenca Tunuyán Inferior 157
Tabla 30 Extensión de la red riego del río Diamante 163
Tabla 31. Plantas Depuradoras Cloacales Cuenca río Diamante 163
Tabla 32 Balance de Subcuencas y entradas y salidas al embalse El Nihuil 166
Tabla 33. Plantas Depuradoras Cloacales Cuenca río Atuel 171
Tabla 34. A.D en Potrerillos 185
Tabla 35. A.D en el Rio Diamante 187

Tabla 36. A.D en Valle Grande 188

Tabla 38. A.D en el Rio Malargüe 191

Tabla 39. A.D en Rio Tunuyán 193

Tabla 40. Agua Superficial Disponible en Mendoza 193

Tabla 41. Agua Disponible Annual en la Provincia de Mendoza: promedio, mediana y desviación estándar (HM3) 194

Tabla 42. Valores estandarizados de la escala del índice de precipitación 195

Tabla 44 Síntesis de los parámetros hidráulicos obtenidos para la Cuenca Centro. 214

Tabla 45 Perforaciones de Alta Registral por Departamento y por Oasis, registros DGI, 2021. 231

Tabla 46 Distribución porcentual de las perforaciones según su uso. Registros DGI, 2021. 232

Tabla 47 Superficie regada por agua subterránea por cuenca. Registros DGI, 2021. 232

A partir del relevamiento de perforaciones realizado, se ha obtenido información acerca de la extracción de agua subterránea en el Margen Derecha, estimada en 129 hm^3/año. La 233

Tabla 48 Resultados del relevamiento de perforaciones de la Margen Derecha del río Mendoza y volumen de producción de agua subterránea por zona. 233

Tabla 49. Perforaciones de Cuenca Centro o Valle de Uco y volumen de producción de agua subterránea por zona. 233

Tabla 50. Superficie empadronada y categorías de derecho del río Mendoza (ha) 235

Tabla 51 Superficie empadronada y categorías de derecho del Tunuyán Superior 235

Tabla 52 Superficie empadronada y categorías de derecho del Tunuyán Inferior 236

Tabla 53. Superficie empadronada y categorías de derecho del río Diamante 236

Tabla 54 Superficie empadronada y categorías de derecho del río Atuel 237

Tabla 55 Superficie empadronada y categorías de derecho del río Malargüe 237

Tabla 56. Superficie empadronada y categorías de derecho del río Grande 238

Tabla 57 Estado y distribución de los operadores de abastecimiento poblacional 238

Tabla 58. Cantidad de perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable en río Mendoza 239

Tabla 59. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en la cuenca del río Mendoza 239

Tabla 60. Agua dotada para abastecimiento poblacional en dique Cipolletti 240

Tabla 61. Plantas potabilizadoras y perforaciones por departamento 241

Tabla 62. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en la subcuenca Tunuyán Superior 241

Tabla 63. Perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable en Río Tunuyán Inferior 242

Tabla 64. Cantidad de perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable en Río Diamante 243

Tabla 65. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en la cuenca del río Diamante 243

Tabla 66. Cantidad de perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable en río Atuel 244

Tabla 67. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en la cuenca del río Atuel 244

Tabla 68. Perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable río Malargüe 245

Tabla 69. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en río Malargüe 245

Tabla 70. Asociaciones e inspecciones de Cauce asociadas a las UAM 247

Tabla 71. Tipos de Usos de Suelos del río Mendoza 250

Tabla 72 Discriminación UAM por fuente de abastecimiento del río Mendoza 251

Tabla 73. Célula de cultivo característica del río Mendoza 251
Tabla 74. Evapotranspiraciones potenciales característica del río Mendoza 252
Tabla 75. Demanda agrícola potencial media del río Mendoza 253
Tabla 76 Tipos de Usos de Suelos del Tunuyán Superior 255
Tabla 77. Discriminación UAM por fuente de abastecimiento de la Subcuenca Tunuyán Superior 255
Tabla 78 Célula de cultivo característica de la Subcuenca Tunuyán Superior 256
Tabla 80. Demanda agrícola potencial media de la subcuenca Tunuyán Superior 257
Tabla 81. Tipos de Usos de Suelos del Tunuyán Inferior 259
Tabla 82 Célula de cultivo característica de la Subcuenca Tunuyán Inferior 259
Tabla 82. Evapotranspiraciones potenciales característica de la subcuenca Tunuyán Superior 260
Tabla 83. Demanda agrícola potencial media de la subcuenca Tunuyán Inferior 261
Tabla 84 Tipos de Usos de Suelos del río Diamante 262
Tabla 85. Célula de cultivo característica del río Diamante 262
Tabla 86. Evapotranspiración potencial característica del río Diamante 263
Tabla 87. Demanda agrícola potencial media del río Diamante 264
Tabla 88. Tipos de Usos de Suelos del río Atuel 265
Tabla 89. Célula de cultivo característica del río Atuel 266
Tabla 90. Evapotranspiraciones potenciales característica del río Atuel 266
Tabla 91. Demanda agrícola potencial media del río Atuel 267
Tabla 92. Tipos de Usos de Suelos del río Malargüe 268
Tabla 93. Célula de cultivo característica del río Malargüe 269
Tabla 94. Evapotranspiraciones potenciales característica del río Malargüe 269
Tabla 95. Demanda agrícola potencial media del río Atuel 270
Tabla 96. Stock de animales en Mendoza por Departamento 271
Tabla 97. Cantidad de Industrias discriminadas por cuenca 273
Tabla 98 Consumo industrial de agua subterránea 274
Tabla 99. Consumo de la actividad Petrolera 274
Tabla 102 Uso energético del agua en la cuenca del río Mendoza 278
Tabla 103. Uso energético del agua en la cuenca del río Tunuyán 279
Tabla 104. Uso energético del agua en la cuenca del río Diamante 279
Tabla 105. Uso energético del agua en la cuenca del río Atuel 279
Tabla 106. Estaciones depuradoras de la provincia de Mendoza. 319
Tabla 107. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Mendoza 320
Tabla 108. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Tunuyán Superior 323
Tabla 109. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Tunuyán Inferior 325
Tabla 110. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Diamante 327
Tabla 111. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Atuel 328
Tabla 112. Stock de animales en Mendoza 2021 342

Tabla 113. Stock de animales por Departamento – Mendoza, 2021 342
Tabla 114. Cantidad de puestos de la provincia de Mendoza 344

1. Capitulo UNO – Introducción

1.1. General

Asesoramiento para la elaboración del Plan Maestro para la provincia de Mendoza en el ámbito del Convenio Marco de Cooperación, entre la Provincia de Mendoza y el CFI. Le fue concedido a Mekorot, la compañía de aguas de Israel, por el gobierno de la provincia a través del Departamento General de Irrigación. La contratación se realizó por medio del Consejo Federal de Inversiones (CFI) y se firmó el 5 de septiembre de 2022

Se acordó que Mekorot preparará un plan integrativo para conservar y gestionar los recursos hídricos de la provincia, considerando todos los tipos de fuentes de agua y demandas (Doméstico, Agricultura, Industria, otros usos), tomando en cuenta los cambios que ya se perciben en la disponibilidad de agua en la región.

El objetivo es alcanzar un sector hídrico balanceado y sustentable a largo plazo y minimizar las crisis por escasez de agua.

Esto se realizará principalmente promoviendo políticas y reglamentaciones que ayuden a la gestión en conjunto con el aumento de la eficiencia en el uso del agua utilizando tecnologías adecuadas.

El trabajo se dividió en 6 informes de acuerdo a lo descripto en el Apéndice A del acuerdo firmado. Las etapas del trabajo son las siguientes:

1. **Estudio de la situación actual del sector hídrico de la provincia de Mendoza;**
2. Proyecciones de la Oferta de los Recursos Hídricos;
3. Proyecciones de la Demanda (Doméstico, Agricultura, Industria, Minería);
4. Balance Hídrico Prospectivos,
5. Propuesta de Medidas para Distintas Situaciones Futuras; y
6. Análisis económico y financiero de la Alternativa Elegida, y resumen del Plan Maestro.

Este informe s el primero de la serie, describiendo todos los aspectos relevantes del sector hídrico provincial.

1.2. Perspectiva del Proyecto

"Lo que es medible, es manejable" es un dicho común en el sector del agua de Israel y desempeña un papel importante en la gestión de los recursos hídricos del estado. Las personas tienden a pensar que la medición del agua se realiza solo con el propósito de cobrar dinero, y por lo tanto tienen una actitud ofensiva y restrictiva hacia las mediciones de flujo y volumen del uso del agua. Sin embargo, en la gestión de los recursos hídricos, se requiere no solo la medición de los cuerpos de agua (como mediciones del nivel de agua), sino también la medición del suministro y la demanda de agua (como mediciones volumétricas) para todos los consumidores en el sector del agua.

La colaboración entre la Gestión del Sector del Agua de la Provincia de Mendoza y Mekorot está diseñada, en primer lugar, para analizar el estado actual del balance hídrico, proyectar los balances hídricos decenales hasta el año 2050 y recomendar un plan de suministro de agua sostenible para los próximos años.

1.3. Objetivos Del Proyecto

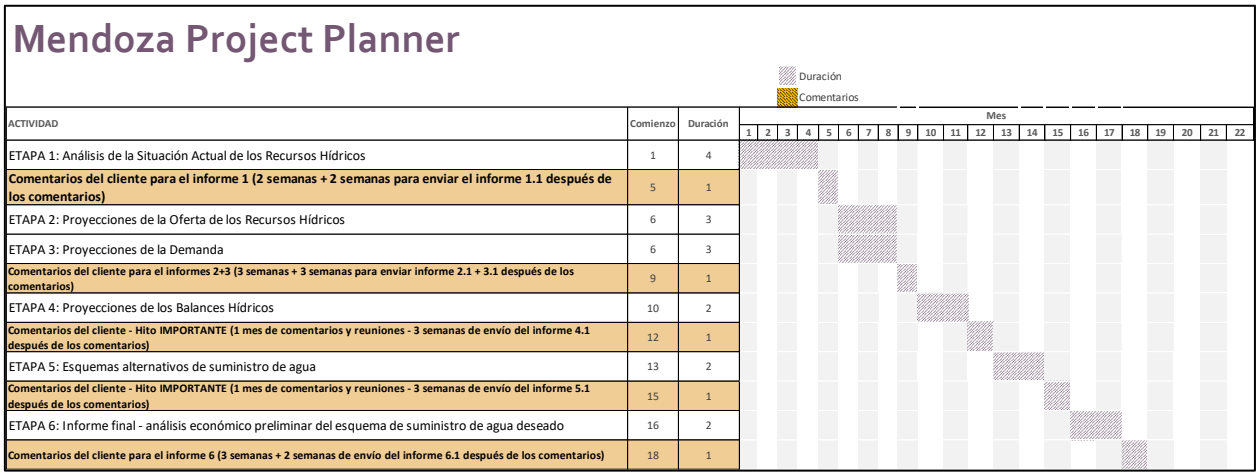
El proyecto tiene como objetivo crear un plan viable y sostenible para el uso del agua en la provincia de Mendoza

hasta el año 2050. El plan incluirá un análisis de los escenarios de suministro de agua para los años objetivos de 2030, 2040 y 2050, teniendo en cuenta las demandas presentes y proyectadas de los sectores

doméstico, agrícola e industrial. El proyecto también considerará informes relevantes sobre el cambio climático para calcular la disponibilidad futura de agua y el equilibrio hídrico para cada década.

Algunos de los principales problemas que se investigarán incluyen la comprensión del suministro actual de agua de canales y pozos en términos de cantidades y áreas geográficas a nivel de distrito, la exploración de regulaciones relacionadas con el uso del agua, la implementación de tecnologías de ahorro de agua, la integración de diversas fuentes de agua, la exploración del potencial de recarga artificial de acuíferos y el abordaje de la degradación de la calidad del agua.

1.4. Cronograma Del Trabajo



2. CAPÍTULO DOS: INFORMACIÓN GENERAL

2.1. Introducción

El agua siempre ha sido un insumo fundamental para los procesos productivos y para asegurar mejores condiciones y calidad de vida en todo tipo de asentamiento humano. Actualmente, el deterioro acelerado de los recursos naturales, la expansión urbana, la frontera agropecuaria, la disminución de caudales en las fuentes superficiales y subterráneas, así como los efectos del fenómeno mundial del Cambio Climático, hace que se acentúen los desequilibrios entre la cantidad de agua disponible y las crecientes demandas y necesidades de este líquido vital para la Provincia de Mendoza.

Cada vez se hace más necesario e ineludible analizar las relaciones y vínculos entre la gestión de los recursos hídricos y lo que sucede o se proyecta en los territorios, relacionar el agua con la conservación y salud de los humedales; vincular el riego tradicional con los nuevos desafíos de la tecnificación de la agricultura ante escenarios de sequía; enmarcar los retos que se le imponen a la matriz productiva o mirar objetivamente los desafíos de la planificación de los usos y el aprovechamiento del agua, con el horizonte puesto en la Seguridad Hídrica.

En el marco de la sequía que actúa sobre el territorio mendocino, a raíz de los efectos del Cambio Climático, la inversión en infraestructura hídrica, junto a las acciones de gestión, capacitación y transferencia de conocimientos, aportan a la mitigación de los efectos, al aumento de la eficiencia del riego y finalmente al desarrollo sostenible.

Por lo tanto, el potencial de desarrollo de la provincia de Mendoza está altamente ligado a la inversión en infraestructura hídrica y en su acompañamiento con distintas medidas de gestión. En otras palabras, es clara la necesidad de mejorar la eficiencia y trabajar en la demanda de su perfil económico.

2.2. Perfil de la provincia de Mendoza

Mendoza se caracteriza por su producción agrícola y la industrialización de materias primas como vid, frutas y hortalizas. Por la calidad de sus viñedos y la incorporación de tecnología de vanguardia es líder mundial en la elaboración y comercialización de vinos. A esto se suma la industria metalmecánica, el sector de la construcción, el comercio y los servicios, como así también el desarrollo de las tecnologías de información y comunicación. Sus bellezas naturales junto a la infraestructura hotelera y de servicios de alto nivel la convierten en un destino turístico de excelencia. Las actividades relativas al petróleo, la minería y la energía son también relevantes en la matriz productiva de Mendoza.

2.3. Geografía y Ubicación

Mendoza se ubica en el centro-oeste de Argentina, entre los paralelos de 32º y 37º 33’ de latitud Sur, y los meridianos de 66º 30’ y 70º 36’ de longitud Oeste. Es una provincia de tierras secas en el contexto de la denominada “diagonal árida sudamericana”. Los aportes hídricos que se utilizan en estas tierras secas irrigadas, denominadas oasis, provienen casi en su totalidad de la fusión de las nieves y glaciares ubicados en la Cordillera de los Andes centrales.

Posee tres oasis irrigados de importancia económica en relación a la población que la habita y a la superficie que se riega: a) el Oasis Norte formado por el río Mendoza; b) el Oasis Centro formado por el río Tunuyán y c) el Oasis Sur integrado por los ríos Diamante y Atuel.

En este contexto de marcada aridez, la apropiación, sistematización y distribución del agua, produce un territorio claramente fragmentado, con un intenso aprovechamiento de los recursos hídricos, traducido en núcleos agro-urbano-industriales. En el resto del territorio, en las tierras secas no irrigadas (“secano”), habita el 5% de la población.

2.4. Relieve

En Mendoza encontramos tres regiones marcadas en función del relieve: montañas al oeste; planicies en el centro y este; y mesetas y volcanes en el sur. El ambiente montañoso que se desarrolla al oeste está integrado por varias formaciones que disminuyen su altura hacia el este: la cordillera de Los Andes con sus dos unidades estructurales (Cordillera Principal al oeste y Cordillera Frontal al este), y en transición a la llanura la Precordillera y el Bloque de San Rafael. La cordillera Principal es el resultado de un

plegamiento joven, forma un encadenamiento uniforme de gran altura. Allí encontramos el cerro Aconcagua que posee dos picos principales: la cumbre norte, de 6960 msnm y la cumbre sur, de 6930 msnm.

Al este de la Cordillera Frontal se halla el Valle de Uspallata que la separa de la formación precordillerana. La Precordillera es una formación que se desarrolla a modo de cuña frente a la cordillera, presenta menor altura que ésta y un relieve desgastado por la erosión. En Mendoza forma las sierras de Villavicencio y Uspallata.

En el este de Mendoza –desde el piedemonte hasta el río Desaguadero- encontramos las Travesías, extensas zonas llanas que presentan condiciones desérticas y una intensa erosión eólica que favorece la formación de médanos. Estas planicies son interrumpidas por las Huayquerías, formaciones muy erosionadas y surcadas por muchos arroyos temporarios y cauces antiguos.

Finalmente, el sur de nuestra provincia está dominado por La Payunia formada por un conjunto de volcanes y grandes superficies cubiertas por mantos de lavas, que indican la transición hacia el paisaje patagónico. El volcán Payún Matrú es uno de los más representativos de la región.

Ilustración 1 Imagen de la provincia de Mendoza en la República Argentina

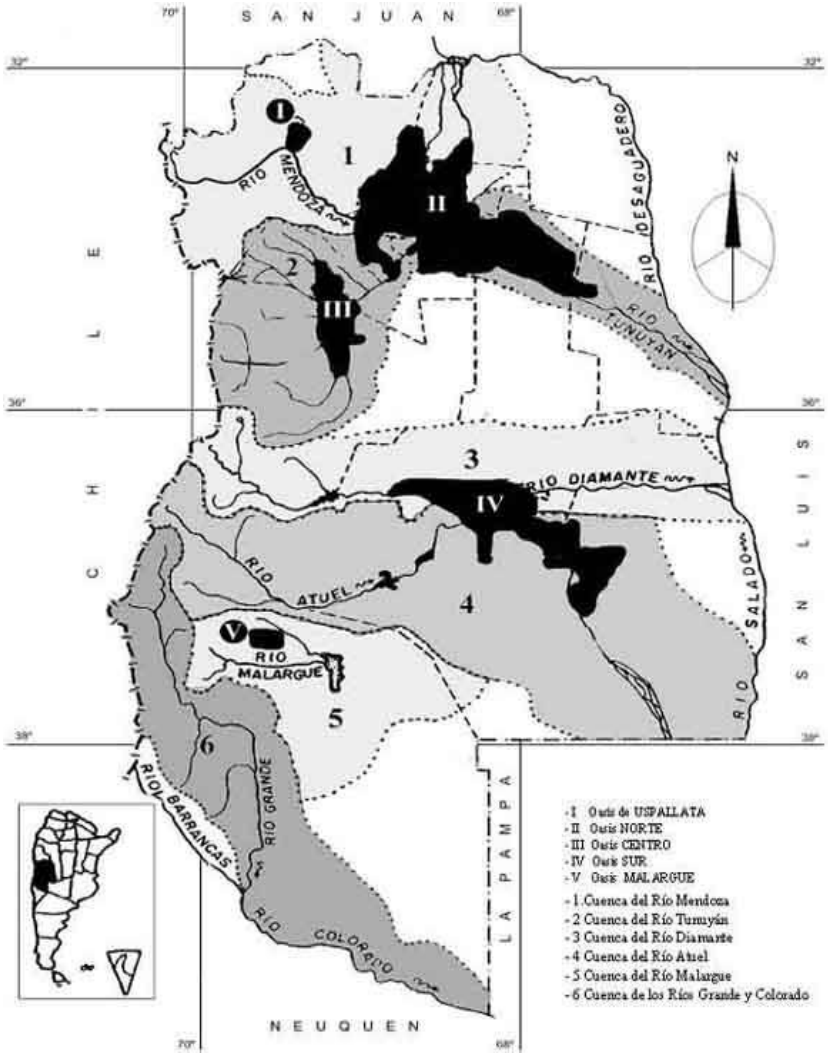


2.5. Hidrografía General

Los ríos principales de la red hidrográfica de Mendoza son 7: Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel, Malargüe y Barranca, Grande y Colorado. Se forman principalmente del aporte del derretimiento de la nieve precipitada en alta montaña y glaciares, y en mucho menor medida del aporte esporádico precipitaciones en la parte media de las cuencas.

Los ríos cuando llegan a la llanura –zona donde se concentra la mayor parte de la población- sus cauces son interrumpidos para el aprovechamiento del agua para riego. Existen cuatro ríos principales que han permitido el desarrollo de los oasis: - Río Mendoza: formado por la unión de los ríos de alta montaña Tupungato y Las Cuevas; - Río Tunuyán: nace en el cerro Tupungato, atraviesa las Huayquerías y se desvía hacia el norte acercándose a la ciudad de Mendoza; - Río Diamante: nace al pie del volcán Maipo, en la laguna del Diamante y atraviesa la llanura mendocina; - Río Atuel: nace en las cercanías del volcán Overo.

Ilustración 2. Hidrología general de Mendoza



2.6. Clima y Temperatura

El clima de Mendoza es árido debido a la acentuada continentalidad, es decir, que presenta una baja influencia de los océanos por estar ubicada a más de 1.000 km del océano Atlántico y a tan sólo 200 km del Pacífico, pero con la Cordillera de Los Andes como barrera.

Ilustración 3 Valores medios de precipitación y temperatura

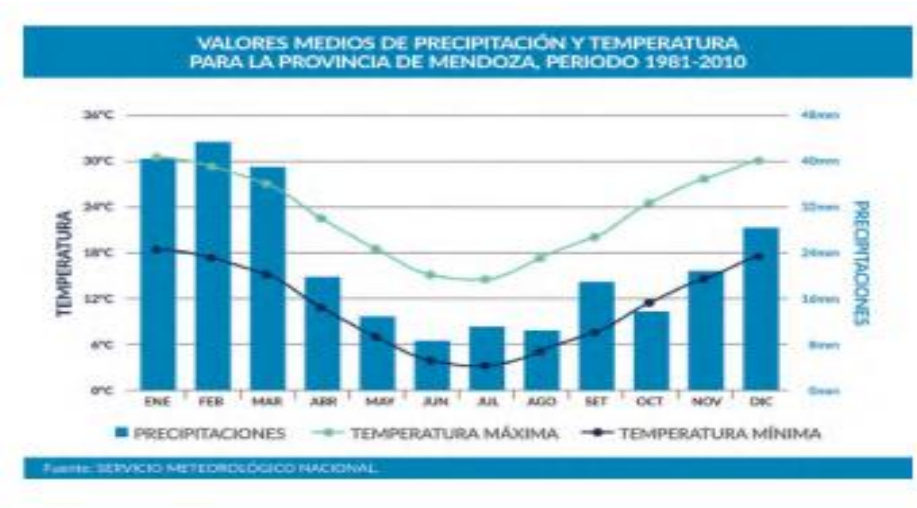
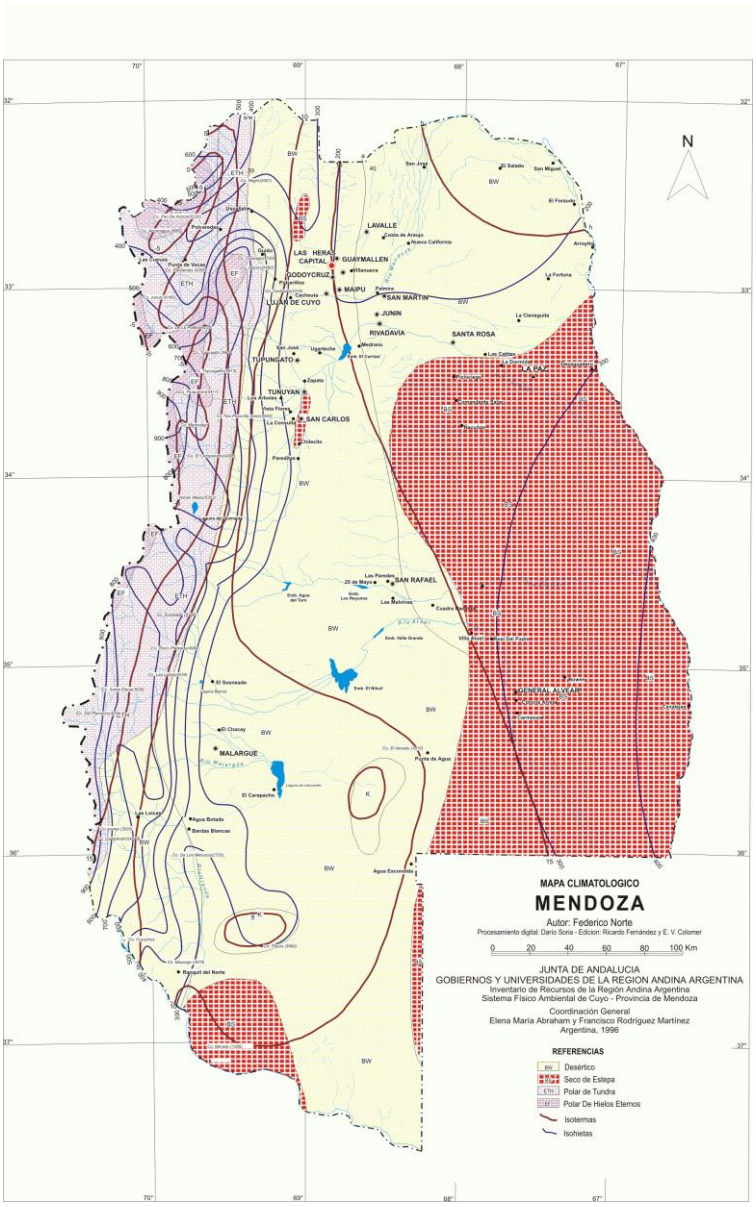


Ilustración 4 Mapa climatológico de Mendoza



Posee clima continental árido-desértico, cálido moderado en la llanura, y templado en la precordillera. Los factores determinantes del clima, altitud respecto al nivel del mar y latitud geográfica, la lejanía al Océano Atlántico y anteposición de la cordillera de los Andes a vientos húmedos provenientes del Océano Pacífico, hacen que no exista atemperización de parámetros meteorológicos. Consecuencia de esto son las grandes variaciones estacionales de las condiciones atmosféricas.

Asimismo, podemos distinguir tres tipos de climas muy relacionados con el relieve: Al oeste: clima árido de alta montaña con temperaturas medias inferiores a los 12°C, amplitudes térmicas diarias y anuales muy marcadas y precipitaciones nivales. Al centro noroeste: clima árido de sierras con temperaturas medias anuales entre los 14°C y 18°C, amplitudes térmicas diarias y anuales muy marcadas, y precipitaciones insuficientes pero torrenciales en verano. Al centro sureste: clima árido de estepa con temperaturas medias anuales entre 11°C y 16°C, amplitudes térmicas diarias y anuales marcadas, y precipitaciones inferiores a los 200 mm repartidas desigualmente a lo largo del año. Durante el verano se presentan precipitaciones pluviales en la planicie que provienen de las masas de aire cálidas y húmedas del océano Atlántico. En cuanto a los vientos, predominan los del oeste, siendo fríos y acompañados de nieve en zonas de alta montaña (viento blanco). En ciertas ocasiones atmosféricas, estos vientos cruzan las montañas y llegan a la zona baja secos y cálidos (viento zonda.

2.7. Estaciones climatológicas

2.7.1. Ubicación de las estaciones meteorológicas

Tabla 1. Ubicación de estaciones meteorológicas, Altura en metros

Estación	Departamento	Propiedad	Latitud	Longitud	Altura
Aeródromo Gral Alvear	Gral Alvear				
Agua Amarga	Tunuyán	Salentein	33° 30' 57,7" S	69° 12' 27" O	970
Altamira	San Carlos	Bodegas Fournier	33° 48' 21" S	69° 6' 27.5" O	950
Bowen	General Alvear	Frutas Escartín	35° 0' 38.64" S	67° 33' 24.15" O	455
Cordón del Plata	Tupungato	Alco	33° 25' 50" S	69 08' 57 W	1000
Cuadro Benegas	San Rafael	Algodon Wine Estates	S 34° 38' 49"	W 68° 27' 41"	791
El Ceibo	General Alvear	Roberto Escartín	34° 55' 29" S	67° 36' 43" O	475
El Cerrito	San Rafael	RStraven S.A.	34° 30' 37" S	68° 17' 09" O	660
El Marcado	Santa Rosa	Familia Zuccardi	33° 5' 14.1370" S	68° 12' 49.0031" O	600
El Peral	Tupungato	R. Perinetti	33° 20' 48,2" S	69° 9' 27,7" O	1074
Gustavo Andre	Lavalle	Cooperativa Norte Mendocina	32° 38' 46" S	68° 18' 50" O	600
Jocolí	Lavalle	Finca San Jorge	32° 35' 42.98" S	68° 35' 51.58" O	900
Junín	Junín	INTA	33° 6' 57,5" S	68° 29' 4" O	653
La Consulta	San Carlos	INTA	33° 42' 23.7" S	69° 04' 23.6" O	940
La Llave	San Rafael	DAPC	34° 38' 51.7" S	68° 00' 57.6" O	555
Las Catitas	Santa Rosa	Mayorga S.A.	33° 15' 56" S	68° 03' 28" O	590
Las Paredes	San Rafael	Benjamin Castro	34° 31' 35.7" S	68° 25' 42.8" O	813
Las Violetas	Lavalle	Finca San Antonio	32° 48' 46.71" S	68° 36' 1.55" O	960
Los Campamentos	Rivadavia		33° 15' 36.7415" S	68° 26' 44.0893" O	600
Los Corralitos	Guaymallén				
Medrano	Rivadavia				
Montecaseros	San Martín	Depto. General de Irrigación	33° 2' 20.6162" S	68° 27' 20.0372" O	650
Palermo Chico	San Rafael	Alfredo Van Houten	34° 52' 19"	67° 43' 22" O	491
Perdriel	Luján de Cuyo	Belasco de Baquedano	33° 7' 7.392" S	68° 54' 32.796" O	960
Russel	Maipú	Finca Cicero	33° 0' 46.32" S	68° 44' 50.39" O	850
Tres Esquinas	San Carlos	Juan Riveira	33° 52' 08.9" S	69° 05' 16.2" O	850
Tres Porteñas	San Martin	Escuela	32° 54' 22.1" S	68° 23' 1" O	650
Tunuyán	Tunuyán	A. Fadel	33° 33' 48.8" S	69° 01' 11.7" O	869
Villa Atuel	San Rafael	Villa Atuel S.A.	34° 47' 43.05" S	67° 56' 50.50" W	530
Vista Flores	Tunuyán				
Vistalba	Luján de Cuyo	Bodega Vistalba	33° 01' 52" S	68° 54' 47" O	

2.7.2. Centros de Recepción de datos

Tabla 2. Centros de recepción de datos

ZONA NORTE DE LA PCIA. DE MENDOZA

CAPITAL
Boulogne Sur Mer 3050. 1° Piso-Cdad. de Mendoza. Direccion de Agricultura y Contingencias Climáticas. DACC. Tels: 0261-4413264-4413258
GUAYMALLEN
Rondeau 5521-Supermercado Carrefour-Oficinas Comerciales-Dirección de Desarrollo Económico-Tel: 0261-4266362
MAIPÚ
Desarrollo Económico-Municipalidad de Maipú-Ex Chalet de Giol- Ozamis 914 -Cdad. Tel: 0261-4977437
LUJAN DE CUYO
Municipalidad de Luján de Cuyo-Desarrollo Eeconómico e Inversiones Calle 20 DE Septiembre Nro.76,LUJAN DE CUYO Tel: 0261-4983751
LAVALLE
Desarrollo Económico-Municipalidad de Lavalle-Beltran 37-CdadTel: 0261-4941216
LAS HERAS
Municipalidad de Las Heras-San Miguel 1434-Cdad.Tel: 0261-4309594

ZONA CENTRO (Valle de Uco) DE LA PCIA. DE MENDOZA

TUNUYAN
Delegación DACC-San Martín 1900-Centro Cívico-Cdad.Tel:02622-423036
TUPUNGATO
Municipalidad de Tupungato-Desarrollo Económico-Tel:02622-488914
SAN CARLOS
Sociedad Rural Valle de Uco-Ruta 40 s/n-Tel:02622-451482/657

ZONA ESTE DE LA PCIA. DE MENDOZA

JUNÍN
Promoción Económica-Municipalidad de Junín-Tels: 0263-4492050/387/199
SAN MARTIN
Delegación DACC-Viamonte 1000-Cdad.-Tel:0263-4420365
SANTA ROSA
Centro Cívico-Municipalidad de Santa Rosa-Tels:0263-4497032/37
SANTA ROSA
Agencia de Extensión Rural INTA Las Catitas-Las Catitas-Tel:0263-4495375
LA PAZ
Oficina DACC-Municipalidad de La Paz-Tel:02626-421100
RIVADAVIA
Desarrollo Económico-Oficinas del Lago Municipal. Tel:0263-4444549

ZONA SUR DE LA PCIA. DE MENDOZA

SAN RAFAEL
Delegación DACC-Alsina 445-Cdad. Tel:0260-4438052
VILLA ATUEL
Asociación Atuel Medio-Colonia Jáuregui S/N (a 100 mts al Oeste de Ruta 200 o Calle San Martín). Tel:0260-15505047
GENERAL ALVEAR
Oficina DACC General Alvear-Patricias Mendocinas 198-Tel:0261-156988982
GENERAL ALVEAR
Oficina DACC Bowen-Sarmiento y Rivadavia (Oficina del Ex-Ferrocarril)-Bowen

2.8. Temperatura

La temperatura media anual varía con la altitud. Los valores térmicos caracterizan en general a la zona como continental, con gran amplitud térmica (15ºC promedio), entre las temperaturas medias máximas y mínimas anuales. La temperatura media provincial no supera los 23ºC. Aun así, en el Sur provincial la media anual se aproxima a los 11ºC. Esta última particularidad, muestra la influencia patagónica que tiene la cuenca del río Malargüe.

2.8.1. Temperatura segun la altura

Observando el mapa de temperaturas medias anuales y teniendo en cuenta el mapa topográfico, vemos que la temperatura desciende con la altura. Una idea de las distintas temperaturas que presenta el aire según la altura se obtiene de los datos del "radiosondeo".

Diariamente, la estación meteorológica de "El Plumerillo", ubicado en el aeropuerto de Mendoza, se lanza una radiosonda (globo inflado con gas helio) equipada con instrumental de precisión capaz de registrar parámetros tales como temperatura, humedad, presión atmosférica y viento. La información es recibida en tierra mediante un sistema de telemetría. Generalmente el globo revienta por encima de los 15.000 metros y la cajita no se recupera. Con estos datos fue posible confeccionar el perfil vertical medio de la temperatura en la atmósfera libre, obteniéndose los resultados que se indican en la tabla N° 2.

Generalmente, la temperatura disminuye con la altura (hasta la tropósfera) en 0,6°C cada 100 metros. Pero puede ocurrir que, en capas cercanas a la superficie, en vez de disminuir, la temperatura ascienda. En ese caso se dice que hay una "inversión térmica". Esto suele ocurrir cuando aire más frío se halla por debajo de aire más caliente. Esto es frecuente en la ciudad de Mendoza, en invierno y favorece situaciones de aire contaminado. Suele suceder también en ocasiones en que el viento zonda, cálido y seco, (fenómeno típico de nuestra región) está soplando en altura sin llegar a la superficie.

Los valores de temperatura media obtenidos en estaciones meteorológicas de alta montaña (ejemplo: Cristo Redentor) no coinciden necesariamente con los de la tabla N° 2, debido a que la zona montañosa presenta suelos nevados, desfiladeros donde el viento se entuba y aumenta la velocidad, coberturas nubosas variables que hacen que los valores sean distintos a los de la atmósfera libre.

2.8.2. Heliofanía

La elevada heliofanía (brillo del sol) es otra de las características que contribuye a las buenas condiciones agroecológicas de Mendoza. De acuerdo con las latitudes de la región, su duración, por ejemplo, para el mes de diciembre, está entre 13 horas 40 minutos en el Norte y 14 horas 35 minutos para el Sur de la provincia. Mientras que, durante el mes de julio, la heliofanía decrece a 10 h 33‘en el Norte y a 9 h 46‘en el Sur.

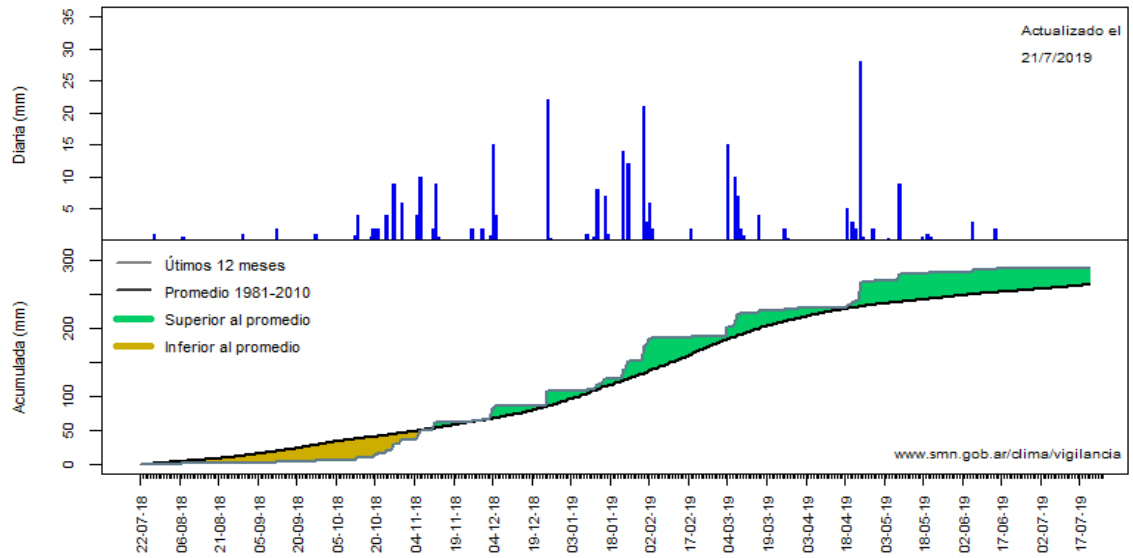
2.8.3. Evapotranspiración

La elevada evapotranspiración, es determinada por el régimen de temperatura, la humedad y la heliofanía que caracterizan a la zona, entre otros factores. La particular combinación de escasas precipitaciones y alta evapotranspiración, hace que la agricultura sólo sea posible mediante la sistematización del riego.

2.9. Precipitaciones

El régimen de precipitaciones, muestra las características propias de un clima árido continental, con un promedio de entre 200 y 220 mm anuales (Servicio Meteorológico Nacional, SMN). Es el punto de partida para comprender la escasez hídrica que determina, en gran medida, la aridez de la zona y pone en valor la sistematización del recurso hídrico. De acuerdo a cada cuenca, se puede decir que en la provincia hay precipitaciones del tipo monzónico en la zona baja y de régimen mediterráneo con precipitación nívea hacia el Oeste. La precipitación pluvial es escasamente utilizada como complemento de riego agrícola, dado que como se acaba de mencionar, su ocurrencia e intensidad no es importante. En el límite Norte, los registros medios anuales son de 90 mm; en la zona central 224 mm; en piedemonte 240 mm y Sur 318 mm. Cada vez llueve más en el llano y menos en alta montaña como consecuencia del Cambio Climático.

Ilustración 5. Precipitaciones en la Prov. de Mendoza - Observatorio

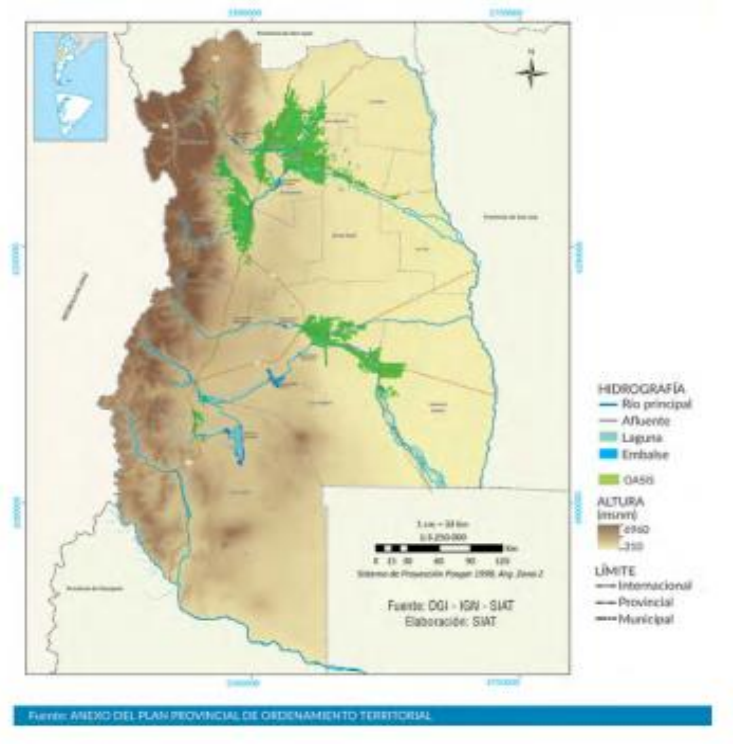


2.10. Organización territorial

La población de Mendoza se encuentra concentrada en los oasis, sitios urbanos y agrícolas desarrollados a partir del encauzamiento de los ríos. Los tres oasis más importantes son: - Oasis Norte formado por los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior. - Oasis Centro o Valle de Uco que se origina a partir del río Tunuyán Superior. - Oasis Sur que tiene su origen en los ríos Diamante y Atuel. Además, al sur provincial en el departamento de Malargüe, existe un pequeño oasis abastecido por el río Malargüe.

Los oasis albergan el 98% de la población y concentran la mayor parte de las actividades económicas, políticas y sociales. Conforman áreas con una red de riego utilizada para cultivos u otras actividades productivas, además del agua potable.

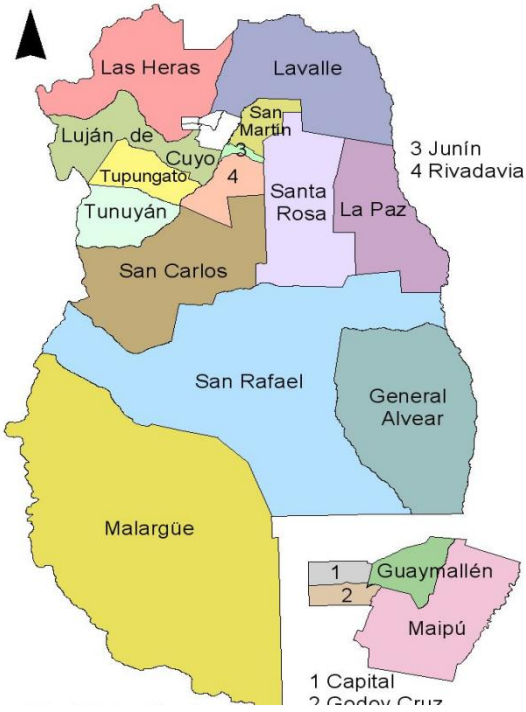
Ilustración 6. Ubicación de Oasis



2.11. Organización y división política

Mendoza se divide y organiza políticamente en 18 departamentos: Ciudad de Mendoza, General Alvear, Godoy Cruz, Guaymallén, Junín, La Paz, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo, Maipú, Malargüe, Rivadavia, San Carlos, San Martín, San Rafael, Santa Rosa, Tunuyán y Tupungato.

Ilustración 7. Ubicación de Departamentos de Mendoza



2.12. Secano o tierras no irrigadas

Como ya se mencionó, la superficie de la provincia de Mendoza es de 148.827 km^2. Del total de esta superficie, sólo el 4% tiene territorio denominado de oasis. El 96% restante es lo que se denomina tierras secas no irrigadas o comúnmente secano. Su clima desértico, con precipitaciones menores a los 200 mm anuales, ha favorecido el desarrollo de un pastizal natural con una oferta forrajera limitada, donde el manejo del recurso debe realizarse bajo estrictas normas, para evitar alteraciones ecológicas difíciles de revertir.

Los sistemas de producción de rumiantes en pastoreo, basan su alimentación en la utilización del forraje producido por especies nativas de pastizal natural, en los campos del secano. De los mencionados rumiantes, es importante destacar la presencia de dos especies que predominan netamente por la cantidad y áreas ganaderas que ocupan. De estas especies, la producción caprina ocupa un lugar importante en los campos ubicados en el Oeste de la provincia, Departamentos de Malargüe y San Carlos, también el Noreste provincial (Lavalle). La otra actividad predominante, la ganadería bovina, ocupa principalmente el Este de la provincia, donde se localizan los campos ganaderos más productivos.

2.13. Población

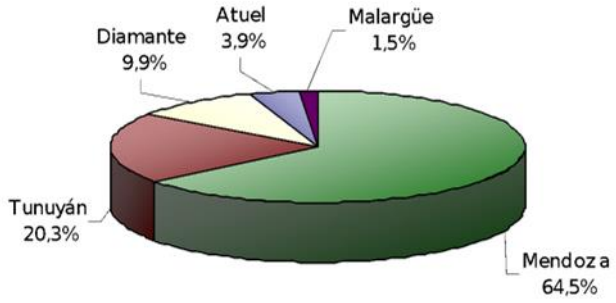
Mendoza tiene un estimado de 2.014.533 habitantes (INDEC), que ocupan una superficie de 148.827 km^2, con una densidad poblacional aproximada de 13.5 hab/km^2, representando aproximadamente el 4 % de la población nacional y el 3,6 % del PBI. Se resume la provincia de Mendoza en el siguiente esquema para una mejor comprensión.

Ilustración 8. Provincia de Mendoza (esquema general)

Superficie	148.827 km²
Participación de la superficie en total nacional	4%
Población 2021	2.014.533 hab.
Participación de la población en el total nacional	4%
Densidad de población 2021	13.5 hab/km²

En la próxima figura, puede apreciarse la participación poblacional por cada cuenca.

Ilustración 9. Porcentajes de Participación Poblacional por cuenca



Fuente. FAO

2.14. Ecorregiones de Mendoza

Mendoza presenta cuatro ecorregiones (Puna, Monte, Patagonia extraandina y Altos Andes) con características ecológicas singulares, que las hacen importantes a nivel local, nacional e internacional. Siendo citadas entre las 200 más importantes para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial[1].

Ecorregión Altoandina: ocupa los sectores de alta montaña al Oeste de la Argentina, desde el límite con Bolivia hasta el norte de Neuquén, pasando por Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza. Integra las altas cumbres de los cordones montañosos andinos por encima de los 4000 m de altitud. En el Norte, abarca también las cumbres y laderas superiores de la denominada Cordillera Oriental y hacia el sur incluye algunas serranías pertenecientes a la formación geológica Precordillera. Comprende una superficie de 123.700 km^2.[2]

La ecorregión está conformada por tres subregiones y 16 complejos; las cuencas altas de Mendoza pertenecen a las siguientes subregiones[3]:

- Subregión Altos Andes Semiáridos
    - ° Complejo Cuenca del Río Mendoza: el 33 % de su superficie se halla bajo protección por la Reserva Parque Provincial Volcán Tupungato y el Parque Provincial Aconcagua
- Subregión Altos Andes Subhúmedos (PMA=300-1000 mm)
    - ° Complejo Cuenca Alta del Río Tunuyán
        - ♦ Complejo Cuenca Alta del Río Diamante: el 6 % de su superficie, se halla bajo protección del Parque provincial Laguna del Diamante
        - ♦ Complejo Cuenca Alta del Río Atuel: parte de su superficie se halla bajo protección de la Reserva hídrica natural Laguna del Atuel
    - ° Complejo Cuenca Alta del Río Malargüe
    - ° Complejo Cuenca Alta del Río Colorado

Ecorregión Puna: Los cordones andinos enmarcan en el SE del Peru, SW y centro de Bolivia y NW de la Argentina el altiplano extremadamente árido de la Puna, caracterizado por una vegetación muy xérica. Su vegetación penetra en territorio chileno hacia el W y se prolonga más al S en territorio argentino siguiendo los Andes áridos y los macizos precordilleranos de las provincias de La Rioja, San Juan y Mendoza en donde se logran las condiciones ecológicas que la caracterizan[4]. En Mendoza ocupa una estrecha franja desde San Juan hasta Los Paramillos de Villavicencio.

Parte de su superficie se halla bajo protección de la Reserva Natural Privada Villavicencio.

Ecorregión Patagónica[5]: abarca desde los campos volcánicos de la Payunia, al sureste de Mendoza, hasta los pastizales del norte de Tierra del Fuego. Posee suelos pobres, escasas precipitaciones, bajas temperaturas, heladas durante casi todo el año y vientos que influyen en la vegetación de arbustos achaparrados y pastos ralos. Cubre una superficie de 573.674 km2.

La ecorregión fue subdividida en: cinco subregiones y 14 complejos; Mendoza pertenece a los siguientes:

- Subregión La Payunia
    - ° Complejo El Payen: parte de su superficie se halla bajo protección de la Reserva Provincial La Payunia
    - ° Complejo El Nevado: parte de su superficie se halla bajo protección de la Reserva Provincial Laguna de Llancanelo

Ecorregión Monte de Llanuras y Mesetas: se extiende al este de la Cordillera de los Andes, desde la provincia de Mendoza, a lo largo del Neuquén y La Pampa, hasta la costa del océano Atlántico en la

[1] Informe "G 200", IUCN-WWF (Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza-Fondo Mundial para la Naturaleza). 2003
[2] Matteucci, S. 2012. Ecorregión Altos Andes. Capítulo 1 de Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos.
[3] Matteucci, S. 2012. Ecorregión Altos Andes.
[4] Roig, F.A. y E. Martínez Carretero. 1998. La vegetación puneña en la provincia de Mendoza, Argentina. Phytocenologia 28:565- 608.
[5] Matteucci, S. 2018. Ecorregión Estepa Patagónica; Orientación Gráfica Editora; 611-723

provincia de Río Negro y Chubut. Tiene una superficie de 347.255 km2. Comparte con la ecorregión del Monte de Sierras y Bolsones las características de mayor aridez de la Argentina y las formaciones vegetales dominantes. No obstante, esta similitud, se diferencia de ella por la geomorfología[6].

- Subregión Septentrional
    - Complejo Bolsones Endorreicos: parte de su superficie se halla bajo protección de las reservas Parque forestal y reserva de la Biósfera Ñancuñán, Reserva municipal laguna El Trapal, Reserva de uso múltiple Sierra Pintada (Privada), Reserva natural cultural Telteca
    - Complejo Faldeos de La Payunia

Ecorregión Monte de Sierras y Bolsones: Es una unidad ambiental muy heterogénea por la influencia diferencial de la orogenia Andina que tuvo 4 períodos de intensa actividad geotectónica sobre materiales de distinta rigidez, tipo, edad y origen geológico. El territorio intermontano está dominado por cuencas sedimentarias o bolsones y amplios valles serranos caracterizado por ser una gran unidad bioclimática árida o semi-desértica. El área de los bolsones es una franja relativamente angosta y se caracteriza por no contar con una red de agua permanente. Dentro de cada bolsón se distinguen distintos paisajes con vegetación y suelos característicos como huayquerías, barriales, medanales y salares[7].

Sus aproximadamente 11.700.000 ha se extienden paralelamente a la Cordillera de los Andes, desde Jujuy hasta el norte de Mendoza.

2.15. Principales problemas ambientales y conflictos con el Recurso Hídrico

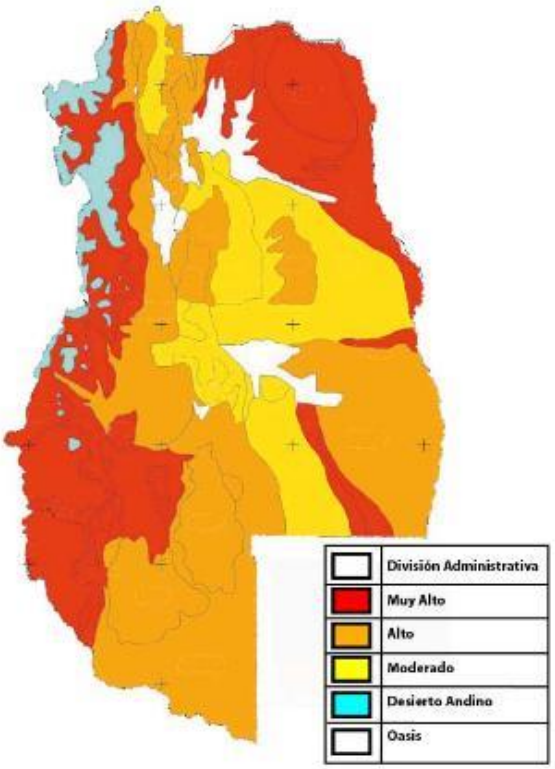
El crecimiento desproporcionado de población hacia zonas no convenientes del Gran Mendoza, la contaminación de los acuíferos y la basura, son algunos de los grandes problemas ambientales que deben resolverse en la provincia, conjuntamente con los distintos tipos de erosión.

El siguiente mapa representa el grado de peligro de desertificación en la provincia.

[6] Matteucci, S. D.; Ecorregión Monte de Llanuras y Mesetas; Orientación Gráfica Editora; 2012; 309-347

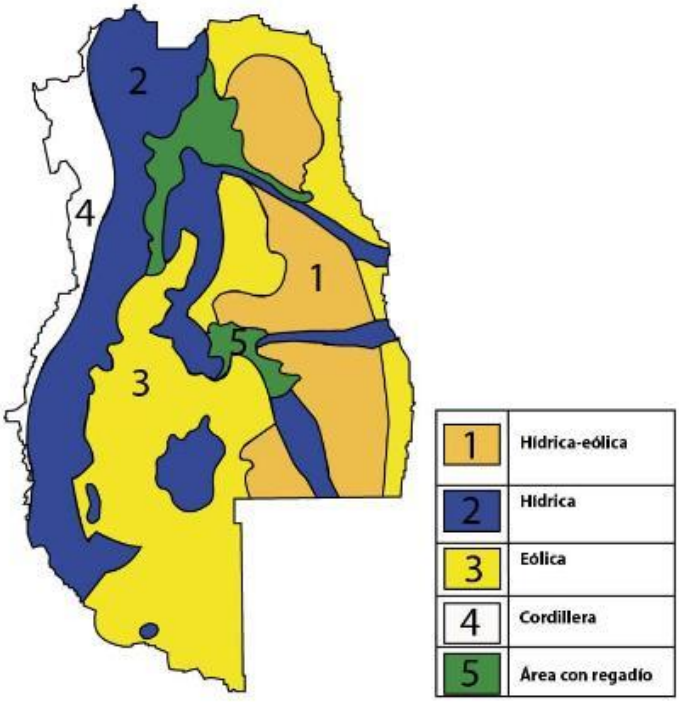
[7] Morello, J. 1958. La provincia fitogeográfica del Monte. Opera Lilloana II: 5-155. Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.

Ilustración 10. Grado de peligro de desertificación en Mendoza



El próximo mapa muestra las áreas afectadas por diferentes tipos de erosión

Ilustración 11. Tipos de erosión en suelo de Mendoza



2.16. Principales indicadores sociales

Ilustración 12. Población, Densidad, Educación (DEIE)

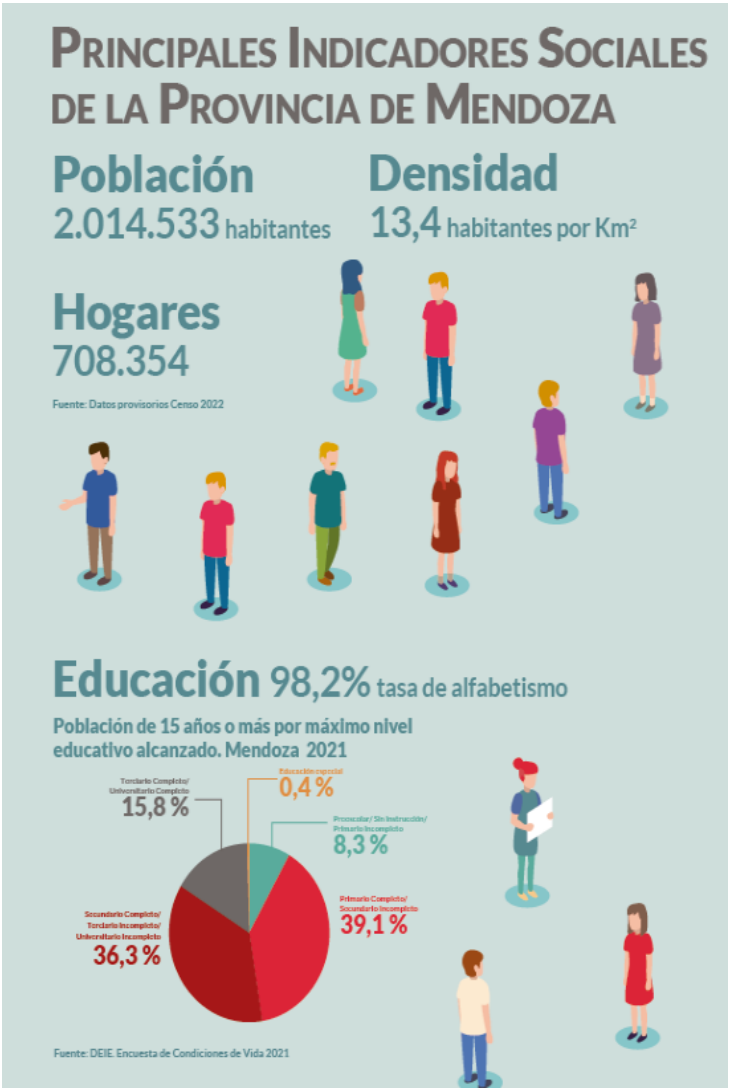
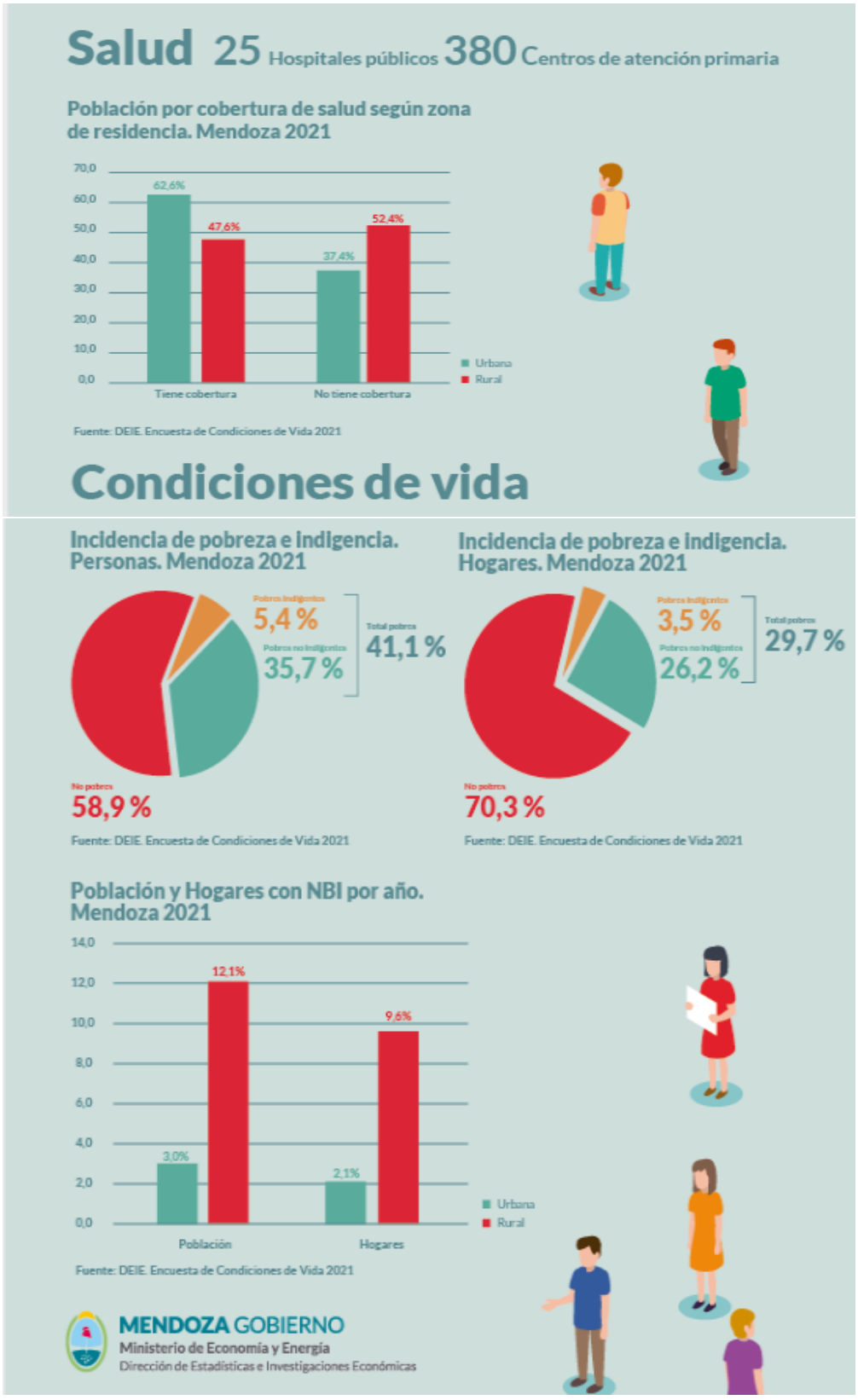


Ilustración 13. Salud, condiciones de vida, hogares con NBI (DEIE)



2.16.1. Principales Indicadores Económicos

Ilustración 14. Principales indicadores económicos de Mendoza

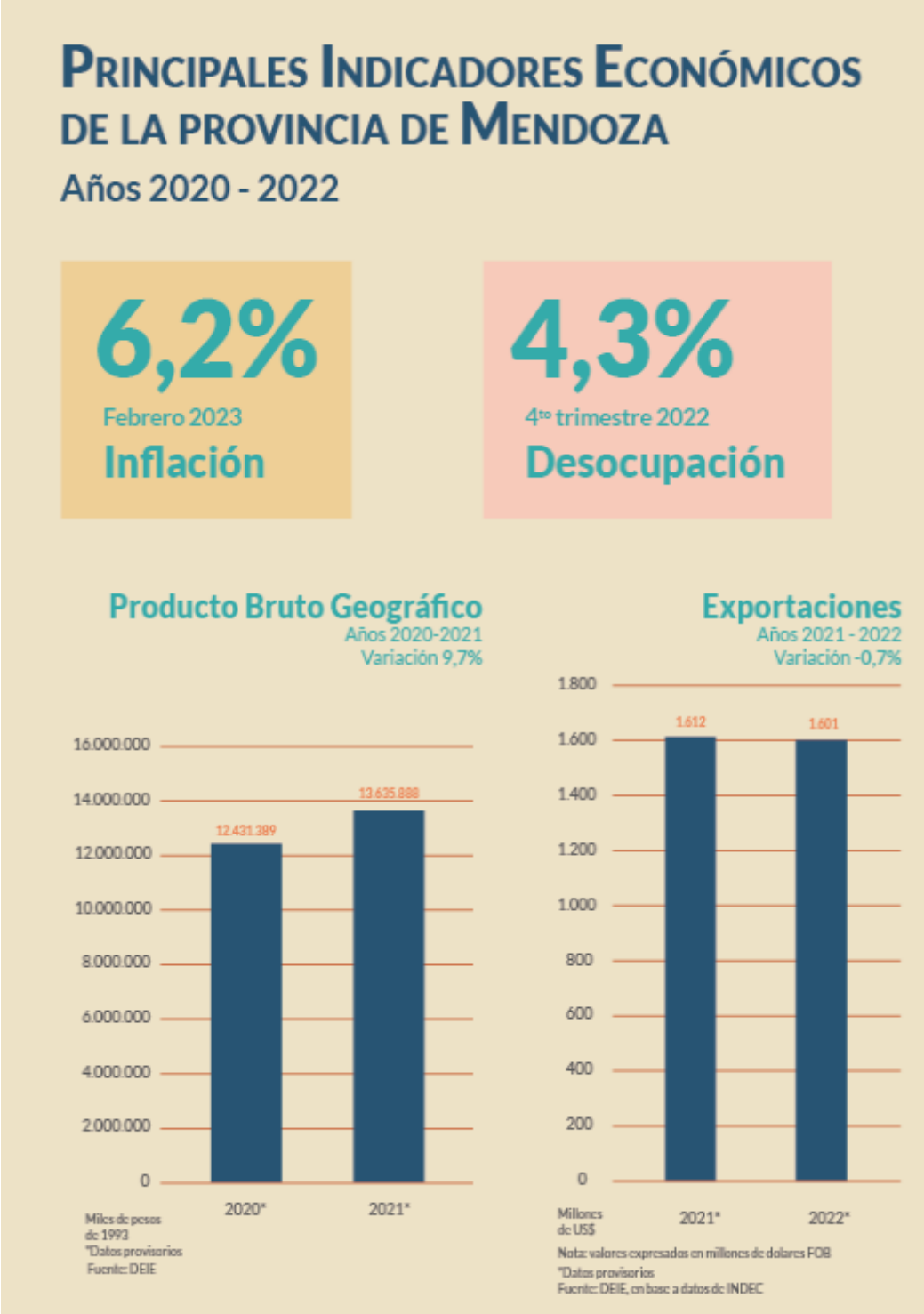


Ilustración 15. Ingresos y Egresos

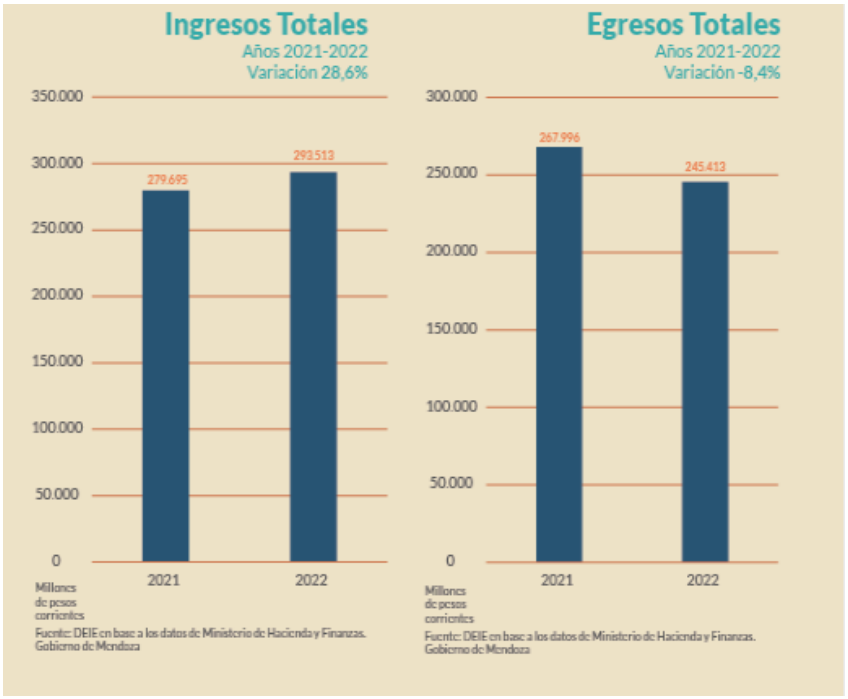
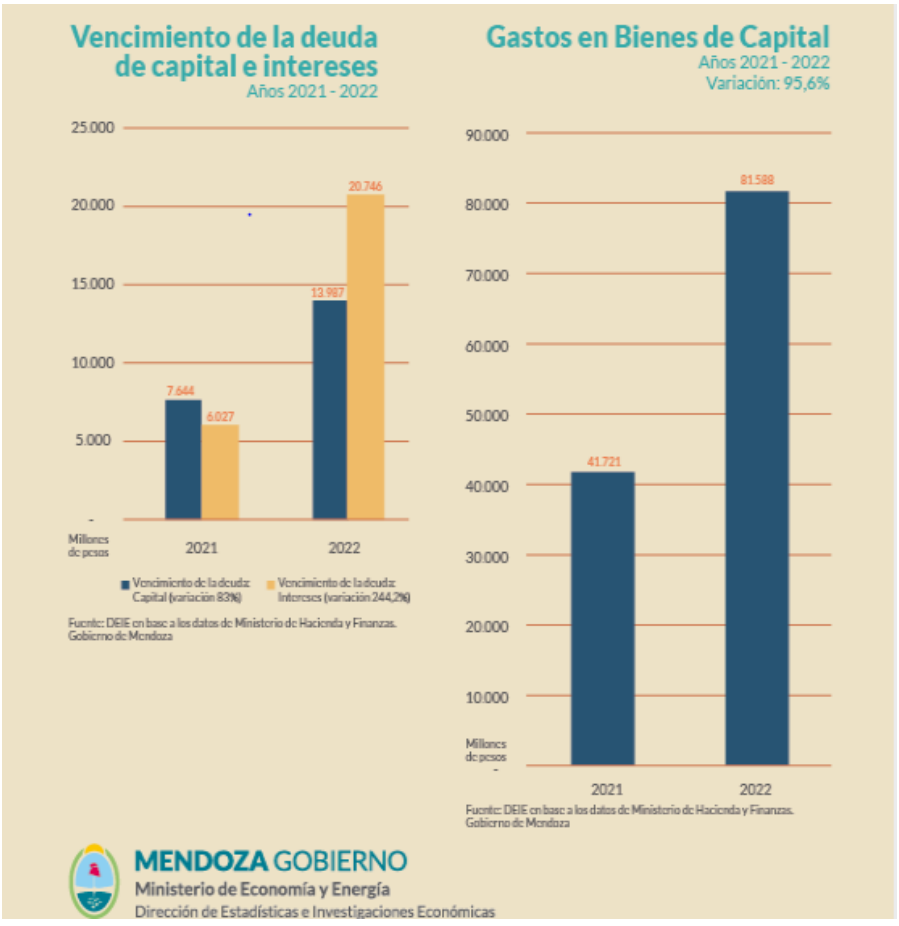


Ilustración 16. Gastos y Bienes de Capital



2.16.2. Población por sexo y por Departamento

Tabla 3. Población por sexo y Departamento

Población estimada al 1° de julio de cada año calendario por sexo (ambos sexos), según departamento

Mendoza. Años 2010-2025

Departamento	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total	**1.774.737**	**1.797.235**	**1.819.608**	**1.841.813**	**1.863.809**	**1.885.551**	**1.907.045**	**1.928.304**	**1.949.293**	**1.969.982**	**1.990.338**	**2.010.363**	**2.030.061**	**2.049.411**	**2.068.396**	**2.087.006**
Capital	117.730	117.952	118.172	118.390	118.607	118.821	119.033	119.243	119.450	119.654	119.854	120.051	120.246	120.437	120.625	120.809
General Alvear	47.456	47.793	48.130	48.463	48.793	49.120	49.442	49.761	50.076	50.387	50.693	50.993	51.288	51.580	51.864	52.143
Godoy Cruz	196.209	197.283	198.353	199.413	200.465	201.503	202.530	203.546	204.549	205.537	206.510	207.466	208.408	209.332	210.239	211.129
Guaymallén	289.412	293.908	298.371	302.808	307.201	311.541	315.833	320.079	324.272	328.402	332.468	336.466	340.402	344.264	348.055	351.771
Junín	38.652	39.103	39.553	39.998	40.440	40.876	41.309	41.735	42.156	42.572	42.980	43.382	43.778	44.167	44.548	44.921
La Paz	10.238	10.299	10.362	10.423	10.483	10.543	10.602	10.660	10.718	10.775	10.831	10.886	10.940	10.993	11.046	11.097
Las Heras	207.786	210.699	213.595	216.470	219.317	222.132	224.915	227.667	230.384	233.063	235.699	238.291	240.841	243.346	245.804	248.214
Lavalle	37.445	38.133	38.818	39.497	40.170	40.836	41.493	42.143	42.785	43.418	44.040	44.653	45.255	45.847	46.428	46.997
Luján de Cuyo	122.187	124.392	126.585	128.762	130.918	133.049	135.156	137.239	139.297	141.325	143.320	145.283	147.214	149.110	150.970	152.795
Maipú	175.777	178.432	181.072	183.692	186.287	188.853	191.390	193.898	196.375	198.816	201.218	203.581	205.905	208.189	210.428	212.624
Malargüe	28.151	28.828	29.501	30.170	30.832	31.486	32.134	32.775	33.406	34.029	34.642	35.246	35.839	36.421	36.993	37.553
Rivadavia	57.567	58.187	58.806	59.419	60.025	60.626	61.219	61.806	62.385	62.956	63.518	64.071	64.615	65.149	65.673	66.187
San Carlos	33.250	33.885	34.519	35.146	35.768	36.382	36.989	37.591	38.183	38.768	39.343	39.910	40.466	41.013	41.550	42.076
San Martín	120.667	122.163	123.651	125.127	126.590	128.036	129.465	130.878	132.274	133.649	135.003	136.334	137.645	138.931	140.194	141.430
San Rafael	191.943	194.157	196.359	198.544	200.708	202.848	204.963	207.055	209.121	211.157	213.160	215.131	217.068	218.973	220.841	222.672
Santa Rosa	16.744	16.850	16.955	17.059	17.163	17.266	17.367	17.466	17.565	17.663	17.758	17.852	17.944	18.035	18.125	18.212
Tunuyán	50.369	51.418	52.460	53.495	54.520	55.533	56.534	57.525	58.503	59.467	60.416	61.349	62.266	63.168	64.053	64.921
Tupungato	33.154	33.753	34.346	34.937	35.522	36.100	36.671	37.237	37.794	38.344	38.885	39.418	39.941	40.456	40.960	41.455

Fuente: INDEC. Proyecciones elaboradas en base a resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

3. CAPÍTULO TRES: ÁREAS DE CONSERVACIÓN ASOCIADAS AL RECURSO HÍDRICO

3.1. Áreas de Conservación asociadas al recurso hídrico

En Argentina existe el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP), se creó en el año 2003 mediante un acuerdo firmado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Administración de Parques Nacionales y el Consejo Federal de Medio Ambiente. Establece en su Marco Estatutario, que las Áreas Protegidas son zonas de ecosistemas continentales (terrestres o acuáticos) o costeros/marinos, o una combinación de los mismos, con límites definidos y bajo algún tipo de protección legal, nacional o provincial, que las autoridades competentes de las diferentes jurisdicciones inscriban voluntariamente en el mismo, sin que ello, de modo alguno, signifique una afectación al poder jurisdiccional.

Mendoza cuenta con una red de áreas naturales protegidas (ANP) integrada por 19 reservas, que comprenden aproximadamente el 13% de la superficie de la provincia. Cabe aclarar que este Sistema no posee en su territorio parques nacionales ni municipales, debido a que la provincia, establece un único régimen de administración de las áreas protegidas enmarcado dentro de la ley provincial Nº 6045, la cual instaura en el ámbito provincial, el régimen de áreas naturales provinciales y sus ambientes silvestres. La autoridad de aplicación del Sistema de Áreas Naturales de la Provincia es la Dirección de Recursos Naturales Renovables, a través del Departamento de ANP.

El Sistema de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia protege una rica diversidad de ecosistemas, paisajes y bienes culturales del pasado, en sus restos arqueológicos e históricos, abarcando un área total cercana al 13,67% de la superficie de la Provincial.

Tabla 4. Áreas naturales protegidas de Mendoza[8]

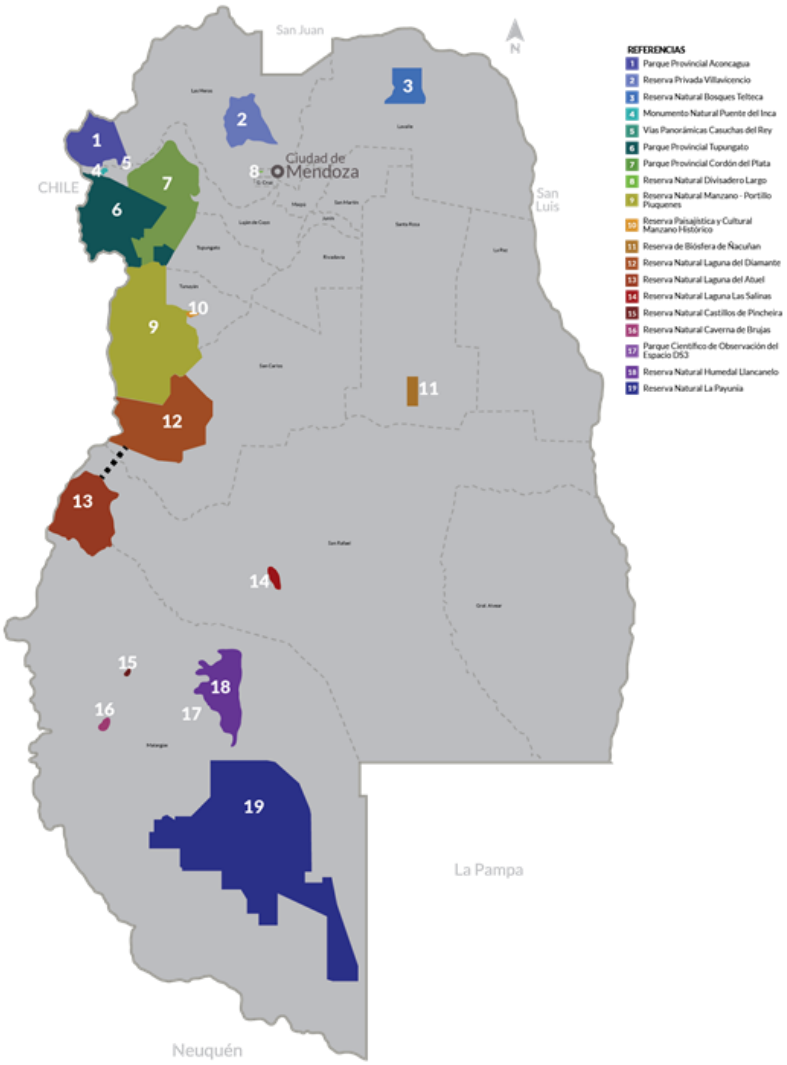
Nombre	Ley	Ecorregión	Superficie (ha)
Parque provincial Aconcagua	4807/1983	Altoandina	65.690
Parque provincial Cordón del Plata	8308/2011	Altoandina	175.500
Reserva Natural Laguna del Diamante	6200/1994 7422/2005	Altoandina	192.000
Reserva Paisajística, Natural y Cultural Manzano Histórico	6128/1994	Monte y Altoandina	1.100
Reserva Natural Manzano – Portillo de Piuquenes	8400/2012	Monte y Altoandino	314.600
Reserva de Biosfera Ñacuñan	2821/1961	Monte	12.282
Reserva Natural Caverna de las Brujas	5544/1990	Patagónica	450
Monumento Natural Puente del Inca	7465/2005	Altoandina	544
Reserva Natural Divisadero Largo	4902/1983	Monte y Puna	492
Reserva Natural La Payunia	3917/1982 8224/2010	Patagónica	665.682
Parque Provincial Tupungato	5026/1985 6116/1994 6459/1997	Altoandina	150.000
Reserva Natural Humedal Llancanelo	09/1980 7824/2007	Patagónica	133.000
Reserva Natural Bosques Telteca	5061/1985 7447/2005	Monte	38.500
Reserva Hídrica Natural Laguna del Atuel	8516/2012	Altoandina	130.014
Parque Provincial Científico de Observación del Espacio	8514/2012	Patagónica	40.200
Vías Panorámicas Casuchas del Rey	1299/1973	Altoandina	
Reserva Natural Castillos de Pincheira	6691/1999	Patagónica	650
Reserva Natural Laguna Las Salinas	6965/2001	Patagónica	3.500
Reserva privada Villavicencio	1065/2000	Puna	72.000

[8] Dpto. de Áreas Naturales Protegidas – Dir. Recursos Naturales Renovables (2022)

La Red de Sitios Ramsar nuclea a aquellos humedales considerados de importancia internacional en el marco de la Convención sobre los Humedales. Para su designación, se verifica el cumplimiento de criterios específicos y del procedimiento que establece la Resolución SAyDS Nº 776/2014.

En la provincia de Mendoza existen los siguientes sitios Ramsar: la Laguna de Llancanelo en el departamento de Malargüe y las Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero; pertenecientes a Mendoza, San Juan y San Luis. La Reserva de Villavicencio se adhirió en el año 2018.

Ilustración 17. Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza[9]



3.1.1. Parque Provincial Aconcagua

El parque se creó en el año 1983, mediante la ley N°4.807 y el decreto reglamentario N°2.160 de la provincia de Mendoza. Alcanza una superficie de 71.000 ha. Este mismo decreto lo declara "zona de reserva total para la preservación de la flora, fauna y material arqueológico".

Posteriormente, en el año 1989, el decreto N°1034 establece que el parque será administrado por la Dirección de Recursos Naturales Renovables, con la colaboración de una Comisión Asesora Permanente, integrada por representantes de distintos organismos. El mismo año, con la sanción de la Ley provincial 5.463, se aprueba la zonificación primaria. [10]

Fue creado con la intención de preservar cuatro valores principales: el paisaje, las reservas de agua dulce contenidas en los glaciares del área, la biodiversidad y los recursos culturales.

[9] Dirección de Recursos Naturales Renovables. https://www.mendoza.gov.ar/areasnaturales/
[10] De Oto, 2011.

Pertenece a la cuenca alta del río Mendoza. El régimen de deshielo es estival. Los cauces de los ríos (Horcones Superior e Inferior, Vacas) se caracterizan por ser angostos y únicos, sin divergencias ni brazos paralelos, debido a los grandes desniveles que provocan arrastres y la erosión.[11] [12]El ecosistema de lagunas, vegas y mallines de los sitios de menor altitud (2000-3500 m) constituyen ambientes de excepción. Los mismos presentan un sustrato edáfico saturado de agua con suelos ricos en contenido de materia orgánica. Actualmente dependen de las aguas de deshielo y de las precipitaciones locales.[13]

Las lagunas de altura reciben sus aportes de los glaciares circundantes, teniendo un sustrato rocoso compuesto principalmente por material morénico. Las mismas consisten en cubetas de profundidad (entre1 y 3 m) y una longitud variable (entre 5 a 30 m), de acuerdo a los deshielos nivales y glaciarios .

En el año 2019 se ampliaron los alcances de la Ley Nº 4.807 hacia las áreas de la Quebrada Benjamín Matienzo y el ingreso de la Quebrada de Vacas. El objetivo principal es integrar aquellas zonas que permiten el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, incorporando 18.500ha a las 67.400 ya existentes y, ampliar así la preservación de glaciares, humedales, flora y fauna . Se declaró de interés público esas áreas, con una superficie aproximada de 17.244 ha para la Quebrada Benjamín Matienzo y 1.037 ha para el ingreso a la Quebrada de Vacas, que se incorporan al Parque Provincial Aconcagua.

3.1.2. Monumento Natural Puente del Inca [14]

La localidad de Puente del Inca se encuentra emplazada en el valle del río de Las Cuevas, a 173 km de la provincia de Mendoza, sobre la RN7.

Puente del Inca fue declarado Área Natural Protegida Provincial por decreto 283 en el año 2002. Posteriormente se sanciona ley 7.465/05, creando oficialmente el área protegida. Posee una superficie de 544,6 ha.

Esta localidad alberga también edificios e infraestructuras de valor patrimonial como las ferroviarias, las ruinas del Hotel Termas Puente del Inca y la Capilla (DOADU, 2007). La explotación de las fuentes termales de Puente del Inca como estación balnearia comenzó hacia fines del siglo XIX. En el año 1965 un gran alud, proveniente del cerro Banderita Sur, causó destrozos en la estructura del hotel poniendo fin al emprendimiento turístico.

En el año 2005 por Res N°1.119, se prohíbe el ingreso de visitantes a la zona de baños termales debido al alto peligro de derrumbe de las mismas. Luego se clausuró el ingreso al puente, debido a que la pasarela no se encontraba en las condiciones óptimas para el tránsito de personas.[15]

Puente del Inca está incluido, desde el año 2014, en el sistema vial andino “Qhapac Ñan” –Camino del Inca- y por lo tanto integra un sitio declarado Patrimonio Mundial por la Unesco.

El área protegida adopta en su creación la categoría de Monumento Natural, con el objetivo de proteger el gran valor geológico, paisajístico e histórico que posee la formación geológica.

Las aguas de Puente del Inca poseen una mineralización muy fuerte (con un promedio de 16 gramos de sal por litro), con alto contenido de cloruros y sodio.

A su vez, llevan disuelto una abundante cantidad de dióxido de carbono (CO_2) que, al desprenderse del agua, favorece la precipitación de material calcáreo en derredor de los puntos donde surge el agua y en las superficies por sobre las cuales fluye. Este hecho hace que todos los lugares u objetos que, durante un tiempo prolongado, estén en contacto con el agua termal terminen tapizados por depósitos amarillentos que contienen cantidades variables de óxido de hierro y carbonato de calcio.

---

[11] Peñafort, M.B.. 1981. Relevamiento de la Ictiofauna y determinación de áreas naturales de dos ríos mendocinos. Boletín del Museo de Ciencias Naturales Juan C. Moyano 2.

[12] Peralta, P. y M. Claps. 2001. Seasonal variation of the mountain phytoplankton in the arid Mendoza basin, Westcentral Argentina. J. Freshw. Ecology 16 (3): 445-454.

[13] Martínez Carretero et al., 1988 Plan de Gestión y Uso Público para el Parque Provincial Aconcagua – Provincia de Mendoza. Tomo I. 2017.

[14] Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (Ed.) Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 46, I, 446 págs., Buenos Aires. 2008.

[15] Yorlano, J. y P. Sampano (2007). Monumento Natural Puente del Inca. En: Curso de capacitación de guías turísticos del Monumento Natural puente del Inca y del Parque Provincial Aconcagua. Editado por: Junquera, J., Natale, E., Prause, P. y A. Barros. Fundación Conydes y Dirección de Recursos Naturales Renovables de Mendoza. Pp. 263.

3.1.3. Parque Provincial Cordón del Plata

Fue creado en el año 2011 mediante la ley 8.308 y comparte una superficie de 175.500 ha, entre los departamentos de Luján y Tupungato. Se encuentra a 80 km de la ciudad de Mendoza, accediendo por RN 7 y empalme RP 82. Los objetivos de conservación son:

- Preservar de contaminación antrópica los recursos hídricos, desde sus nacientes (glaciares descubiertos, glaciares de escombros y morenas) hasta su captación en el valle de Potrerillos.
- Proteger los ecosistemas naturales y las especies de flora y fauna que allí se desarrollan.
- Conservar el patrimonio arqueológico y paleontológico de la región, favoreciendo su investigación y conservación.
- Conservar el carácter natural de los paisajes de alto valor escénico e importancia ecológica, como son las cascadas, vegas, valles y glaciares.
- Proteger el valor natural, ecológico y paisajístico de las Quebradas La Manga, Polcura, de la Angostura, Las Mulas y Las Vacas en sus cotas por encima de los 2.000 m, impidiendo su degradación y contaminación por asentamientos humanos.

Sus glaciares y vegas de altura aportan agua dulce a las cuencas de los ríos Tupungato y Mendoza, formando además el río Blanco y los arroyos Las Mulas y El Salto; constituyendo las principales fuentes de agua dulce para el oasis centro de Mendoza.[16]

Desde el año 2022 se encuentra en curso el proyecto “Reordenamiento y manejo sostenible de Vallecitos, Área Ambiental Protegida Potrerillos” diseñado por la Dirección de Recursos Naturales Renovables de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial de la provincia. Es ejecutado por la Fundación Banco de Bosques.

El proyecto tiene por objetivo el reordenamiento del uso y tránsito en 150 ha, incluyendo la priorización de áreas de alto valor de conservación para la biodiversidad y la seguridad hídrica de la cuenca del río Mendoza.[17]

3.1.4. Parque Provincial Volcán Tupungato

El Parque Provincial Tupungato se constituye bajo ley Nº5.026/83 para la preservación de la fauna, flora, paisaje y material arqueológico. Allí se encuentran los ríos Las Tunas y Santa Clara; esa zona de confluencia es uno de los lugares más reconocidos como patrimonio natural y paisajístico por la comunidad local. Antecedente legal: ley de creación Nº 5026/85, ley Nº 6116/94 (ampliación), ley Nº 6459/97 desafectación del área de ampliación, derechos mineros previamente acordados.[18]

Constituye una continuidad del Parque Aconcagua, cuyo art. 2° establece la preservación total de la fauna, flora, paisaje y material arqueológico existente en la misma.

Se sitúa en la cordillera principal y frontal y posee una superficie aproximada de 150.000ha protegiendo un importante sector de los Andes Centrales.

Su objetivo de creación es la conservación del Volcán Tupungato más alto de los andes con 6.820 m.s.m. y del ecosistema que lo rodea. Se destaca por la combinación de masas de hielo con las rocas ígneas producidas por el volcán. Desde su cumbre se deprenden glaciares que llegan al Alto Valle del Tupungato.

Además del volcán Tupungato, existen otros cerros de gran altura, como el C° Catedral con 5.200 m, el C°Juncal con 6.000 m, el C° San Juan con 6.100 m, el C° Nevado de Plomo con 6.120m y el Maipo, volcán de 5.323 m de gran atractivo turístico.

3.1.5. Reserva Manzano – Portillo de Piuquenes

En 1994 la Ley 6.120 declaró como Área de Reserva Paisajística Natural y Cultural Protegida de Uso Controlado a la región del paraje el Manzano Histórico, departamento de Tunuyán, con una superficie aproximada de 1000 ha.

---

[16] https://imd.uncuyo.edu.ar/upload/ica-aventuras-en-la-naturaleza.pdf

[17] https://www.mendoza.gov.ar/prensa/accesibilidad-en-el-parque-provincial-cordon-del-plata/

[18] Municipalidad de Tupungato. 2022. Plan Municipal de Ordenamiento Territorial Primera parte: análisis territorial. Capítulo III. Subsistema Político Institucional. https://tupungato.gov.ar/wp-content/uploads/2022/07/4-Capitulo-No3.pdf

En el año 2012, por intermedio de la Ley 8.400, se constituyó el Área Natural Protegida Manzano-Portillo de Piuquenes, en la región montañosa, ubicada al oeste de los departamentos de Tunuyán, San Carlos y Tupungato. El área comprende una superficie aproximada de 314.600ha. Fue categorizada como Reserva de Uso Múltiple y Reserva Recreativa Natural.

Los objetivos de protección del ANP son:

- Conservar los recursos hídricos, flora, fauna, gea, paisaje y material arqueológico, existentes dentro de la misma.
- Preservar las fuentes de agua que irrigan el oasis productivo del Valle de Uco.
- Potenciar los atractivos turísticos de los Departamento de Tunuyán, San Carlos y Tupungato, en lo que refiere a su zona de montaña.
- Preservar todo lo referente al patrimonio cultural existente en la zona.

En el área se destacan dos principales redes de drenaje: el de montaña de gran desarrollo, con cursos subparalelos y agua permanente y el del piedemonte, menos encauzados y con agua temporaria. Pequeñas lagunas de origen endorreico y con agua de los deshielos se sitúan a grandes alturas en el camino al Paso el Portillo Mendocino.[19]

Se encuentran presentes dos arroyos: el Arroyo Pircas y el Arroyo Grande. Presentan un régimen permanente y sus aguas se originan mayoritariamente a partir del deshielo en la alta Cordillera. Sus caudales presentan un aumento notorio en los meses de diciembre y enero.

Sus características fisicoquímicas permiten clasificarlos como excelentes tanto para consumo humano como para riego. Estos arroyos, que se forman fundamentalmente de la fusión de hielo y nieve en la cordillera Frontal y de lluvias esporádicas, ingresan a la cuenca desde el oeste por la parte central de la misma, delimitada al norte por el río de Las Tunas y al sur por el río Tunuyán.

La conductividad eléctrica, varía entre 87 y 288 µS/cm. Una característica distintiva de estos arroyos con respecto al conjunto de las fuentes de agua superficial, es la baja concentración absoluta de sodio, que varía entre 0,6 y 11,5 mg/l, aunque en promedio, ninguno de los arroyos supera los 6,1 mg/l.

El arroyo Grande tiene aguas de tipo cálcicas sulfatas y eventualmente cálcicas sulfatas bicarbonatadas.

3.1.6. Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero

Las Lagunas de Guanacache se ubican entre los 32º a los 32º 35' S, y desde los 68º 33'36'', a los 68º 42'20'' W. El área total abarca 962.370 ha.

Se encuentra en la zona limítrofe de las provincias de Mendoza, San Juan y San Luis, aproximadamente a unos 80 Km al NE de la Ciudad de Mendoza.

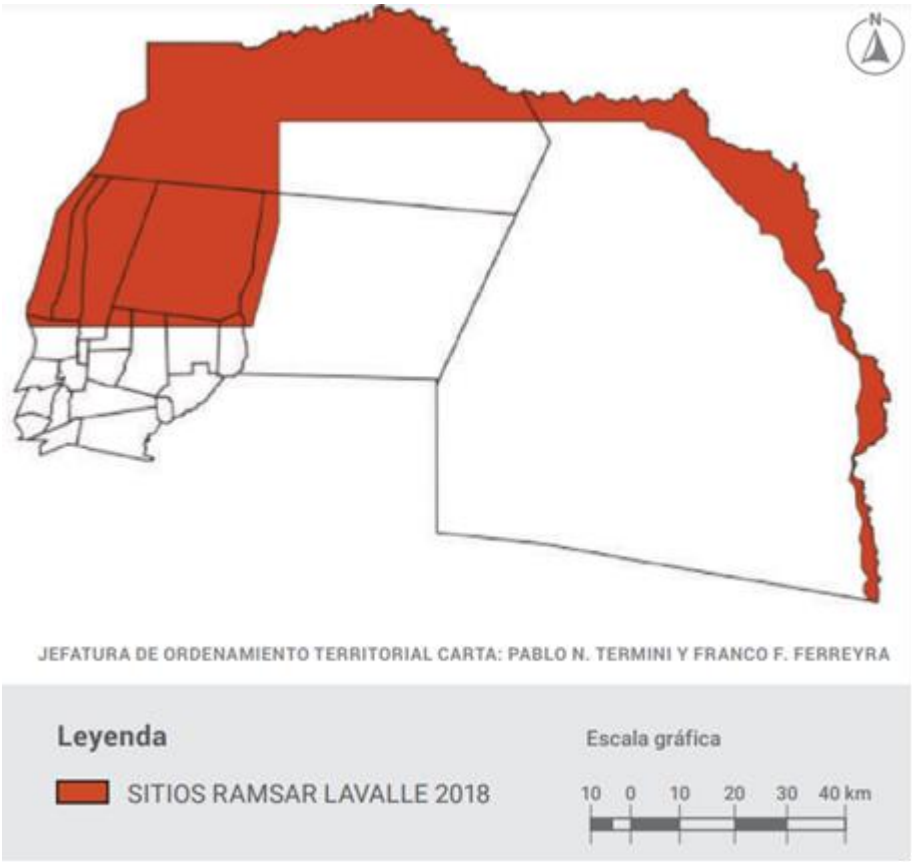
El área incluye parte de la zona sur de los departamentos de Sarmiento y 25 de Mayo, en la Provincia de San Juan, y la zona norte del Departamento de Lavalle, en la Provincia de Mendoza. Fueron designadas como Sitio Ramsar en diciembre de 1999.

Es un sistema exorreico de lagunas y bañados encadenados, alimentados por los ríos Mendoza y San Juan y, antiguamente, también por los desagües del Bermejo, que descarga por el río Desagüadero.

Alcanza una extensión de más de 200 km, y cubre un área potencial de 10.000 km2. Representa históricamente uno de los humedales más extensos de la Región del Gran Cuyo, el cual mantiene una población de aproximadamente 2.000 habitantes de origen hispano-aborigen ("Laguneros") Se encuentra inserta en la provincia fitogeográfica del Monte, entre algarrobos y médanos.

[19] Méndez, E. 2011 La vegetación de los altos Andes: El flanco oriental del Cordón del Portillo (Tunuyán, Mendoza, Argentina). Bol. Soc. Argent. Bot., vol.46, N° 3-4 pp. 317-353.

Ilustración 18. Sitios RAMSAR. Departamento de Lavalle (2018) [20]



Existe una rica diversidad asociada al humedal. El estrato arbóreo está representado fundamentalmente por el Algarrobo (Prosopis flexuosa) y el Chañar (Geoffroea decorticans); entre la vegetación arbustiva se pueden citar las Jarillas (Larrea sp.), la Chilca (Baccaris sp.), el Alpataco (Prosopis alpataco) y la Zampa (Atriplex sp.) La vegetación palustre está representada, entre otras especies, por el Junco (Scyrpus californicus) y la Totora (Typha dominguensis)

Entre las especies herbáceas se puede citar, por su valor para la población local, el Junquillo (Sporobolus rigens), utilizado en cestería y en la elaboración de artesanías.

Entre los representantes más conspicuos de la fauna silvestre se puede citar Edentados (Peludos, Piche, Mataco y Pichiciego) y los Gatos (Gato Montés, Gato del Pajonal, Yaguarundí o Eyra) y el Puma.

La variedad de ambientes presentes en el área, constituyen hábitat de una interesante diversidad de aves acuáticas, representantes tanto de la región del Monte Chaqueño (como ejemplos Tuyangos y Chajaes), como de la región Pampeana (Cuervillos y Flamencos).

Uno de los aspectos relevantes del área lo constituye, sin lugar a dudas, sus valores histórico-culturales. Las Lagunas de Guanacache representaban antiguamente un verdadero sustento para las comunidades Huarpes, que habitaron la región desde al menos el año 300 d.c. y hasta mediados del siglo XVI.

Las actividades agropecuarias que practicaban dependían de pulsos de crecidas de origen fluvial, que regaban grandes extensiones de campo o "ciénagas". Cuando bajaba el agua, los suelos se aprovechaban para la agricultura y, más recientemente, para el pastoreo de ganado. La pesca, otra de las actividades tradicionales, se realizaban con balsas de totora o juncos. La relación de los "Laguneros" con las Lagunas de Guanacache fue muy positiva hasta entrado el siglo XVI.

Desde mediados del siglo XX las Lagunas de Guanacache sufrieron **un proceso de degradación** debido a múltiples factores, entre los cuales se destaca la erosión de los suelos lacunares por el manejo inadecuado del agua que llega al sitio desde los ríos tributarios de los oasis aguas arriba. La deforestación, la pérdida

[20] Pablo N. Termini y Franco F. Ferreyra. Jefatura de Departamento de Ordenamiento Territorial. Municipalidad de Lavalle. Año 2018.

de cobertura vegetal por sobrepastoreo del ganado y la invasión de especies exóticas, son factores que aceleraron dicho proceso.

En los últimos tiempos, las lagunas han sufrido un **proceso de desecamiento** que las ha llevado a su casi total desaparición. Las causas de este proceso se deben tanto a factores antrópicos, como la utilización del agua en los "oasis" para consumo humano, riego, uso industrial y canalización de los cauces naturales de los ríos, como a factores naturales, tales como los cambios en el nivel de base de los ríos, erosión retrocedente de las barrancas del Río Desaguadero, excesiva acumulación de sedimentos aluviales en las cubetas lacunares, deriva del cauce del Río Mendoza, y formación de cárcavas en bañados, ciénagas y lagunas.

La preocupación por esta situación llevó a la creación del Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero (compartido por las provincias de San Juan, San Luis, Mendoza y la Administración de Parques Nacionales) con el objetivo de comenzar con la restauración de los principales humedales que conforman el complejo, aprovechando el agua residual que llega desde los oasis. Este complejo lagunar fue de gran magnitud hace mucho tiempo. En la actualidad, por razones naturales y por la intervención del hombre con la construcción de represas y canales, se redujo significativamente en su magnitud, sin perder por ello la valoración como humedal que le valió la nominación de Sitio Ramsar.

Desde las provincias de San Juan y Mendoza, en forma conjunta, se está llevando a cabo un programa de rehabilitación y manejo del humedal, para la recuperación de al menos una parte del sistema.

El Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero abarca unas 340.000 hectáreas en la provincia de Mendoza y 240.000 en la de San Juan y se extiende por más de 200 kilómetros. La finalidad de su protección es poner a salvaguarda el sistema lagunar, la biodiversidad que lo habita y rescatar a una cultura (llamados a si mismos “laguneros”) que vive armoniosamente de los recursos que le suministra este espacio natural.

3.1.7. Reserva Privada Villavicencio[21]

La Reserva Privada Villavicencio se ubica en RP52, en el distrito de Capdevilla, departamento Las Heras, a 30 km al NO de la ciudad de Mendoza. Ocupa una superficie aproximada de 62.244 ha, Se extiende desde los 900 msnm en su ingreso, en la planta embotelladora de agua mineral, hasta los 3.200 msnm en la Cruz de Paramillos.

La reserva natural voluntaria tiene categoría de Uso Múltiple, es propiedad de Danone y proporciona su agua mineral.

Entre los objetivos de creación y/o aprobación de la reserva, según Res Nº 1065/2000 de la Dirección de Recursos Naturales Renovables, se encuentran:

- proteger los ecosistemas naturales y las especies de flora y fauna nativa;
- preservar los recursos hídricos, en particular los cursos de recarga y acuíferos subterráneos de agua mineral natural; y
- proteger y profundizar el conocimiento del patrimonio arqueológico e histórico de la región.

Desde el año 2018 se encuentra adherida como sitio Ramsar.

La reserva se localiza mayormente en la Precordillera, unidad geomorfológica interpuesta entre el Valle de Uspallata y las planicies pedemontanas orientales. En el área afloran diabasas del Triásico, vulcanitas e intrusivos mesosilísicos del Terciario, y al este aparecen sedimentitas cubiertas por depósitos cuaternarios. Los manantiales de agua subterránea yacen sobre la Formación Villavicencio del Devónico inferior.

El agua surgente mantiene excelentes propiedades físico-químicas en el Hotel y en las captaciones para envasado como agua de mesa. El aprovechamiento de agua mineral es la única actividad industrial actual.

La creación de la Reserva se enmarcó en la Ley de áreas protegidas de Mendoza, atendiendo a la protección de cuencas hidrográficas, la conservación del ambiente, y la promoción del solaz y disfrute de la población en convivencia con la naturaleza.

---

[21] Dalmasso, A., E. Martínez Carretero, F. Videla, S. Puig y R. Candia. 1999. Reserva Natural Villavicencio, Mendoza, Argentina. Plan de Manejo. Multequina 8: 11-50.

Surgentes de agua subterránea de Villavicencio

Las surgentes de aguas subterráneas que fluyen como manantiales en la zona del Hotel Termas de Villavicencio, y al oeste del mismo en el lugar denominado «Agua Grande», tienen las características de vincularse con un acuífero discontinuo de permeabilidad secundaria por fisuras, producto de la elevada dislocación que afectó a las sedimentitas del Devónico. La realimentación de este acuífero está relacionada con los volúmenes de agua que se infiltran en la zona de mayores altitudes al oeste de la zona, como producto del derretimiento de la acumulación nival en los cordones serranos, el cual es seguramente mucho mayor que la cantidad de agua captada.

La temperatura del agua surgente es superior a la media anual de la localidad como consecuencia del grado geotérmico y de la profundidad que alcanza el acuífero, la cual está relacionada con el potente espesor de las sedimentitas fracturadas. En general, estas aguas subterráneas tienen una temperatura poco variable durante todo el año.

Características físico-químicas de las aguas

Las características físico-químicas de estas aguas se han mantenido casi constantes, tanto en los baños terapéuticos del Hotel como en las captaciones que se realizan para su envasado para consumo como agua de mesa. La comparación de los distintos análisis y de informes científicos muestran que las captaciones, tanto de la vertiente norte como de la sur, y las de la vertiente oeste, presentan una calidad físico-química con atributos excelentes, poco comunes a nivel mundial. Son fuentes termominerales y minerales que carecen de contaminación patógena, conteniendo elementos minerales que podrían tener efectos terapéuticos. Presentan una temperatura diferente a la media normal del ambiente.

Red de avenamiento

La red de drenaje de aguas superficiales con posible influencia en los afloramientos de aguas minerales se divide en dos cuencas, ambas de cursos temporarios, que desaguan hacia el este en el Valle de Las Higueras donde se insumen los escasos caudales:

-La Cuenca Quebrada de los Hornillos tiene una superficie aproximada de 16 km2, considerando sólo la zona de influencia, hasta unos 3 km aguas abajo del Hotel Villavicencio. Su régimen es pluvial con escasa participación nival. No se conocen registros de caudales. Sus nacientes al norte se ubican en el Cº El Dorado, al oeste en el Cº Amarillo y al sur en el Cordón de los Penitentes. Se desarrolla casi exclusivamente en rocas de la Formación Villavicencio. Dentro de esta cuenca afloran los manantiales productivos «Grutas Norte» y «Grutas Sur», en las cercanías del Hotel Villavicencio.

-La Cuenca Quebrada de Canota presenta sus nacientes principalmente en la Sierra de Uspallata. Por el norte la limitan el Cº Amarillo, el Cº Canario y el Cordón de los Penitentes; al oeste el Cerro Áspero, el Cerro Clementillo y el Cº Jagüelito; por el sur el Cº Agüadita y el Cordón del Toro. Esta cuenca es de aproximadamente 140 km2, tomando hasta 2 km aguas abajo de la Estancia Villavicencio. El régimen es temporario, de origen pluvial y con algún aporte nival. No se tiene registros de caudales. Geológicamente escurre sobre vulcanitas terciarias en el Cerro Canario y vulcanitas triásicas del Cordón de Paramillos y el Cº Áspero. El resto de la cuenca se desarrolla sobre la Formación Villavicencio, sobre la Formación Potrerillos y sobre el Permo-Triásico del Grupo Choiyoi. En ella se encuentran las fuentes de «La Minita» y «Agua Grande».

3.1.8. Reserva Hídrica Natural y Reserva de Paisaje Protegido Laguna del Diamante

La Laguna del Diamante está ubicada, en el departamento San Carlos y a 11 kilómetros del límite con Chile. El espejo de agua está ubicado en la cordillera Principal a 3.300 metros sobre el nivel del mar, a los pies del volcán Maipo (5.323 msnm).

Esta área fue declarada Área Protegida Provincial en 1994, mediante la Ley 6200. La Ley 7422 amplio la zona protegida y la categorizo como Reserva Hídrica Natural y Reserva de Paisaje Protegido. Abarca una superficie de 192.000 ha. El objetivo de creación es:

- Proteger y conservar su paisaje, humedales, glaciares, flora, fauna y material arqueológico y paleontológico, para el beneficio o goce de las presentes y futuras generaciones. Preservar las fuentes del agua que irrigan el oasis productivo del Valle de Uco.

Su contenido hídrico se debe a las aguas de deshielo procedentes de los glaciares de la zona, a las precipitaciones y a las aguas del arroyo El Gorro, arroyo Paramillos y arroyo el Durazno que la alimenta. Se ubica en un ambiente altoandino con precipitación media anual de 500mm.

Los suelos son superficiales, con congelamiento en gran parte del año presentan selección vertical, crioclastesis y permafrost esporádico.[22]

La reserva está emplazada casi en su totalidad sobre una caldera volcánica de forma elíptica de 20 x 16 km y 700 m de profundidad, ubicada en la Cordillera del Límite.[23] El agua de derretimiento de las crestas montañosas que rodean la laguna discurre hacia ella a través de arroyos y por infiltración dentro de las coladas volcánicas que se extienden desde el cono del Maipo hacia el E y SE.[24]

La Laguna del Diamante constituye la principal reserva hídrica (en volumen) de la provincia de Mendoza. Este cuerpo hídrico se ubica en la cabecera del río Diamante y conforma su naciente en forma conjunta a una serie de cauces menores que la alimentan.[25] Desde el año 2005, el DGI monitorea la calidad del agua de la laguna y sus tributarios.

Las mediciones de C.E. en campo y en laboratorio, muestran que en general se trata de aguas de muy buena calidad, con valores cercanos a los 50 µs/cm para el arroyo Paramillos, y un máximo de 754 µs/cm para el arroyo El Gorro, aunque en mediciones posteriores se han observado valores sustancialmente más bajos (178 µs/cm en el año 2014). La desembocadura de la Laguna (nacimiento del río Diamante) arroja valores promedio del orden de los 400 µs/cm, también corroborado en mediciones recientes. El pH muestra una fuerte estabilidad cercana a la neutralidad, con valores entre 6,9 y 7,3 unidades de pH.[26]

3.1.9. Reserva Hídrica Natural Laguna del Atuel

La reserva se ubica en el distrito El Sosneado, departamento San Rafael. Fue creada mediante Ley N° 8516/12 y abarca 70.00 ha bajo la categoría de Reserva de Recursos y Reserva Hídrica Natural. Incluye, además, vertientes y lagunas menores.

La laguna del Atuel se originó como presa natural debido a la acumulación de grandes bloques de basalto desprendidos por efectos de la disyunción columnar y de escombros del mismo material, ambos producidos principalmente por la actividad del volcán Overo y mezclados con sedimentos glaciales y fluvio glaciales, que obstruyen el libre escurrimiento del río hacia el sur.

Sus aguas provienen de diversos arroyos que nacen en glaciares vecinos emplazados a casi 5.000 msnm. El afluente principal de la laguna forma lo que se conoce como cascadas del Atuel. Su declaración como ANP se justificó por su "riqueza natural y condición de reservorio de agua dulce, como por su creciente interés turístico". Sus aguas de color turquesa, por su baja temperatura, permanecen cubiertas de hielo durante muchos meses. Sólo en las épocas de verano la superficie se mantiene en estado líquido.

De este cuerpo de agua nace el río homónimo, que provee del vital recurso a un amplio sector del Oasis Sur, además de abastecer de agua al complejo hidroeléctrico Los Nihuiles.

3.1.10. Reserva Natural Laguna Las Salinas

Al norte del río Atuel existe una zona de alumbramientos e infiltraciones, y en ella aparecen un gran número de esteros y bañados de importante magnitud. El arroyo El Lechuzo tiene origen en esta zona y al comienzo tiene un recorrido paralelo al río Atuel que cambia al este-sudeste para unirse por margen izquierda al apéndice noroeste dela presa El Nihuil, conformando la laguna Las Salinas.

La reserva se ubica en el departamento San Rafael, fue creada en mediante la ley provincial 6965 del año 2001, sobre una superficie aproximada de 3.500 ha que incluyen la laguna y la zona ribereña. El motivo de conservación es el humedal con gran diversidad de avifauna.

---

[22] Karte J. & Liedke H., 1981. The theoretical and practical definition of the term «Periglacial» in its geographical and geological meaning. Biuletyn Peryglacjalny 28: 123-135.

[23] Sruoga, P., M. Etcheverría,A. Folguera, D. Repol y J. Zanettini. 2004. Hoja Geológica 3569-I. Volcán Maipo, provincia de Mendoza. Boletín Nº290 Servicio Geológico Minero Argentino: 1-116. Buenos Aires. Versión digital.

[24] Durán, Víctor & Neme, Gustavo & Cortegoso, Valeria & Gil, Adolfo. (2006). Arqueología del área natural protegida Laguna del Diamante (Mendoza, Argentina). Anales de Arqueología y Etnología. 61.

[25] Chebez J. C. 2005. Guía de las Reservas Naturales de la Argentina. Zona Centro. Editorial Albatros, 288 pp

[26] DGI. 2016. Balance Hídrico río Diamante. Departamento General de Irrigación

Es una laguna con bañados, formada por dos brazos principales y varios más pequeños del río Atuel, que divagan por la planicie antes de alcanzar la desembocadura al embalse El Nihuil.

El objetivo de conservación es: preservar las condiciones naturales y fomentar el desarrollo social a partir de la utilización sustentable de los recursos.

Según publicaciones recientes en 2020 el cuerpo de agua se había reducido a 33ha y a diciembre 2022, la laguna está prácticamente extinta debido a las condiciones de sequía extrema de la última década.

3.1.11. Laguna El Trapal

La laguna El Trapal fue declarada Reserva Municipal mediante la Ordenanza nº 1994/94 de la municipalidad de General Alvear. Las 143,2 ha de esta área protegida constituyen una interesante muestra de la vegetación de los bañados del Atuel, así como del impacto producido por la actividad humana en la misma, principalmente por tala y quemas periódicas.

La reserva se ubica en la extensa llanura arenosa al este de Mendoza, que desde el río Diamante al sur se denomina Pampa de La Varita. Es una llanura con predominio del modelado eólico, con médanos en general orientados en sentido S-N y cubetas de deflación en las cuales suele aflorar el agua freática.[27]

El río Atuel, a la altura del área, presenta una compleja estructura meandriforme, en parte tipo Oxbow, y corre sobre su faja aluvial antigua.[28]

En el año 2016 se presentó un plan de recuperación de la laguna. El proyecto contempla la recuperación y conservación del humedal, la biodiversidad asociada, la educación ambiental, la recreación y el turismo.

Respecto a la calidad del agua, fue clasificada como[29]:

- clorurada y/o sulfatada sódica
- alcalinas con pH promedio 8 y salobres, con valores promedios 15000 µS/cm.
- la concentración de clorofila a tuvo valores promedios de 21,8 µg/l.
- la concentración de nitrógeno total fue de 4,8 mg/L en invierno y 1,1 mg/L en verano

3.1.12. Laguna de Llancanelo[30]

Esta reserva se encuentra ubicada a 500 km al Sur de la capital de Mendoza, en el Departamento de Malargüe. Sus límites administrativos se encuentran plasmados en la Ley Provincial N° 7824.

El río Malargüe es un curso de agua que recorre el sur de la provincia de Mendoza, y desemboca en la laguna de Llancanelo, siendo su principal afluente.

La Laguna Llancanelo se originó como un gran lago durante el Pleistoceno superior - Holoceno, derivado de un área deprimida dentro del campo volcánico Llancanelo, receptora de aguas de los ríos Atuel y Malargüe. Esta área deprimida, localizada en la Depresión de los Huarpes, está bordeada al este por el Bloque de San Rafael y al oeste por la Cordillera Principal. El cerro Carapacho, próximo a la laguna es un interesante y poco frecuente ejemplo de las erupciones subácueas que se produjeron en la región.

Se ubica al sureste de la cuenca Malargüe; consta de un cuerpo de agua de muy poca profundidad y alta salinidad. La laguna se desarrolla sobre una amplia planicie, sin desagües. Está encerrada por los cordones del Nevado a oriente, del Payén al sur, y terrenos más altos al norte.

---

[27] Martínez Carretero y Dalmasso, 1996. La vegetación de las reservas naturales de la Provincia de Mendoza IV. Laguna el Trapal, Gral. Alvear. MULTEQUINA 5: 5-12, 1996. Botánica y Fitosociología, IADIZA

[28] Krömer, C.A, 1995. Los Sedimentos Cuaternarios del Sureste de la Llanura Mendocina. Implicancias Paleoclimáticas. Multequina 5: 49-55.

[29] Atencio, A y García Martín, M. 2017. Parámetros físicos, químicos y biológicos de las lagunas El Trapal y Pique Club vinculadas al Río Atuel. IX Congreso de ecología y manejo de ecosistemas acuáticos Pampeanos. Edición especial biología acuática.

[30] DGI. 2022. Balance Hídrico Río Atuel – Río Malargüe (2022). Departamento General de Irrigación
Particularidades De Las Cuencas Hidrogeológicas Explotadas Con Fines De Riego En La Provincia De Mendoza, Hernández, Jorge y Nicolás Martinis Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Andino.
Estudio Ambiental de Base “Área Lindero de Piedra”, EMESA, 2014.

Su extensión varía sustancialmente de años ricos a pobres desde el punto de vista hídrico; así, en 1986 abarcó una superficie de casi 35.000 ha y en 1997 sólo alcanzaba las 7.000 ha. Hay que hacer notar que la Laguna de Llancanelo es un área de alta sensibilidad ambiental y fue declarada reserva en el año 1980.

En 1995 fue incorporada al Sistema Internacional de Protección de Humedales (RAMSAR) y debe ser preservada de cualquier efecto negativo. Tiene una concesión por 2.500 ha que se le otorgaron en 1994 para satisfacer las demandas ambientales debido a la variedad de especies animales y vegetales que cohabitan la misma.

Al noroeste de la cuenca, en la zona de La Junta, las infiltraciones de los ríos Atuel y Salado se vinculan subterráneamente con la laguna de Llancanelo, dando origen a algunos cursos drenantes de la freática que se constituyen en afluentes que la alimentan (arroyos Malo y Mocho). La laguna también es sustentada superficialmente por los excedentes de riego del río Malargüe y de los arroyos El Alamo y Chacay, y también subterráneamente por las infiltraciones de los mismos. El área de drenaje hacia la laguna es de unos 1.600 km2.

Su salinidad varía entre 28.400-41.200 mg/l SDT.

La Laguna Llancanelo constituye uno de los cuerpos lénticos naturales de mayor importancia en la provincia de Mendoza. Una de sus principales riquezas, motivo fundamental de su consideración como área protegida, es la avifauna acuática. Numerosas especies utilizan la laguna como sitio de nidificación, convirtiéndola así en un importante banco genético. Llancanelo se encuentra ubicada en una de las principales rutas de migración de aves, que utilizan este ambiente como necesario sitio de descanso y abastecimiento. Sus riberas presentan una rica flora y fauna, con particulares adaptaciones al ambiente salino.

3.1.13. Sistema de Arroyos Leyes-Tulumaya

El sistema Leyes-Tulumaya es un antiguo brazo del curso del Río Mendoza[31], que se encuentra en el oasis norte de la provincia de Mendoza, en la zona denominada cinturón verde de los departamentos de Maipú y Lavalle. Con más de 103 km de recorrido, forma un complejo de humedales y lagunas encadenadas: Laguna Bombal, Laguna Pancho Coll, Laguna del Viborón, Laguna La Paloma y Laguna de Soria. Posteriormente sigue su curso para desembocar en los bañados de Tulumaya.

En el año 2020, la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial de la provincia declaró de interés para la conservación el sector denominado Humedal Sistema Leyes Tulumaya, localizado en el centro-norte de la provincia. El mismo abarca desde las nacientes del arroyo Leyes, hasta las Lagunas del Rosario. La laguna fue reconocida anteriormente por la Dirección de Recursos Naturales como sitio de interés de la conservación (Res 1168/07).

El Sistema Leyes Tulumaya es un complejo de lagunas que recibe de manera subsuperficial agua del río Mendoza. Según Hernández[32] "la variación del gradiente topográfico, decreciente de oeste a este, ha regulado la distribución y deposición clasificando el material transportado. Así, se encuentran sedimentos de grano grueso en todo el desarrollo vertical de los conos, conformando acuíferos que se comportan como libres", hacia el este de la provincia de Mendoza, donde se ubica el departamento de Lavalle, los sedimentos disminuyen de tamaño, predominando las arenas finas sobre los estratos limosos.

El sistema como tal no recibe aportes directos por parte del sistema de distribución del DGI sino que es agua surgente de tipo freática proveniente de forma subsuperficial del río Mendoza que se infiltra en la zona de acuífero libre, y aflora en las vertientes. Otros aportes son de tipo superficial con origen en precipitaciones, drenajes y desagües de riego. Un tercer aporte que ha existido anteriormente ha sido de pozos surgentes abiertos conectados con el acuífero profundo, y que actualmente no están activos. El sistema Leyes Tulumaya recibe los aportes de colectores aluvionales como es el caso del colector Falucho, Canal Cacique Guaymallén y el Canal Pescara, entre otros.

[31] Vitali, G. 1940. Hidrología Mendocinas: contribución a sus conocimientos. Departamento General de Irrigación. Mendoza. 294 pp

[32] Hernández, J. y Martinis, N. 2006. Particularidades de las cuencas hidrogeológicas explotadas con fines de riego en la provincia de Mendoza, en: III Jornadas de Riego y Fertirriego, p. 17.

La red de lagunas ubicadas en el sistema Leyes-Tulumaya sirve como hábitat para la permanencia de aves, mamíferos y peces, entre otros. La avifauna utiliza las áreas cubiertas con flora para la reproducción y nidificación. A continuación, se presentan las características principales de las lagunas del sistema.

3.1.13.1. Laguna Bombal- Pancho Coll[33]

A partir de las nacientes del arroyo Leyes la primera laguna que se encuentra es la Laguna de Coll, creada artificialmente. Ubicada en las coordenadas 32°56'37"S - 68°37'34"O, cuenta con una superficie estimada de 10 ha. Las zonas cultivadas aledañas drenan sus tierras hacia la laguna contribuyendo al llenado de la misma.

Cuenta con dos áreas de humedales, el primero se ubica en dirección sur con una superficie estimada de 15 ha, mientras que el otro humedal se encuentra en el sector norte y llega hasta la RP 20 abarcando una superficie estimada de 80 ha.

3.1.13.2. Laguna del Viborón[34]

La segunda laguna del arroyo Leyes que aparece de sur a norte es la Laguna del Viborón.

Se ubica en el departamento de Maipú, en las nacientes del Sistema de los Arroyos Leyes Tulumaya. Fue declarada como Área de Interés Ecológico Municipal y de Uso Sustentable por parte del Departamento de Maipú, a través de la Res 1383/08.

El arroyo Leyes comienza en el km 8 de la RN7 como surgente natural por encontrarse en una zona con agua freáticas cercanas a la superficie.

La laguna no es un cuerpo natural, sino que se constituyó como cuerpo léntico a partir del cierre que se formó a modo de azud en el sector norte del actual cuerpo de agua. Este cierre es de larga data, de acuerdo a algunos registros se habría realizado en la década del 30.

3.1.13.3. Laguna La Paloma[35]

La tercera laguna que aparece en el recorrido del Arroyo Leyes es la Laguna de La Paloma. La misma se ubica en el departamento de Maipú, en las coordenadas 32°50'34" S - 68°36'03"O, con una superficie aproximada de 14 ha.

Esta laguna cuenta con dos humedales el primero ubicado al sur de la misma con una superficie estimada de 63 ha, y el segundo ubicado en dirección norte a la laguna con una superficie estimada de 33 ha.

3.1.13.4. Laguna de Soria[36]

La cuarta laguna que aparece en el recorrido del Arroyo Leyes es la Laguna de Soria, ubicada en el departamento de Lavalle, en las coordenadas 32°47'47, 74"S - 68°35'14.20"O con una superficie aproximada de 10 ha.

La Laguna de Soria es una laguna de características someras, recibe aportes de agua principalmente de origen freático y aporte de agua superficial por las escasas lluvias en la zona.

Es un Área Natural Protegida Municipal, declarada bajo la ordenanza N°1121/2020 con categoría de Usos Múltiples. Cuenta con el Plan de manejo y zonificación mediante ordenanza N°1196/22

[33] Santos, F. 2011. Tesis Caracterización Ambiental de los Arroyos Leyes y Tulumaya, Provincia de Mendoza, Argentina. Universidad Champagnat.
[34] DGI. 2021. Informe de situación de la Laguna El Viboron, Departamento de Maipu,- Provincia de Mendoza
[35] Santos, F. 2011. Tesis Caracterización Ambiental de los Arroyos Leyes y Tulumaya, Provincia de Mendoza, Argentina. Universidad Champagnat.
[36] Plan de Manejo del "Área Natural Protegida Municipal Laguna de Soria"(2022). Municipalidad de Lavalle. Mendoza

4. CAPÍTULO CUATRO: MATRIZ PRODUCTIVA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA: EVOLUCIÓN DEL PRODUCTO BRUTO GEOGRÁFICO Y PRINCIPALES COMPONENTES SECTORIALES.

4.1. Semblanza general

Entre los múltiples objetivos del Plan Maestro para el Sector Hídrico de la Provincia de Mendoza se encuentra el de conocer el valor económico del agua a través de la revisión de antecedentes y metodologías que permitan estimar, a partir de la información pública disponible, la contribución del recurso hídrico a la creación de valor en la Provincia.

Como se podrá verificar en otras secciones de este informe, el principal destino del agua en Mendoza es la producción agrícola. Y será esta demanda la que fundamentalmente concentrará los esfuerzos analíticos.

Para cumplir con ese objetivo es necesario vincular información relacionada con:

- La disponibilidad de agua en las diferentes cuencas hidrográficas que posee la provincia;
- Los posibles destinos de ese recurso (demandas);
- El valor económico de los bienes y servicios producidos a partir de estos usos (identificando dentro de este monto, el componente efectivamente creado o agregado).

En Mendoza la información necesaria para ello está disponible en fuentes institucionales diversas; según el caso, puede ser parcial, incompleta o puede ser el resultado de la aplicación de metodologías diferentes de manejo de la información obtenida.

Por un lado, la Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (DEIE) del Ministerio de Economía y Energía de la Provincia publica estadísticas económicas que permiten describir la matriz productiva de Mendoza a través de diversos indicadores:

- uno de ellos es la estimación del Producto Bruto Geográfico (PBG) de Mendoza, que mide el valor de la remuneración a los factores productivos vinculados a la producción de bienes y servicios, reflejando la riqueza generada en la Provincia en el transcurso de un año. Esta información sobre valor agregado bruto se publica con frecuencia anual y desagrega la creación de valor según actividades o sectores económicos (nueve divisiones, como se verá más adelante) y su distribución geográfica por departamentos37. En algunos casos también se publican indicadores de valor agregado con mayor grado de detalle o desagregación.
- otros indicadores publicados por la DEIE se relacionan con el uso agrícola de la tierra en Mendoza. En este caso se publica la superficie cultivada para diversos productos agrícolas, a lo largo de las campañas 2007-2021. Esta información proviene de registros autoreportados de los usuarios de la tierra (Registro Único de la Tierra -RUT-, de la Dirección de Contingencias Climáticas). En algunos casos también se informa el nivel de producción anual obtenido (generalmente de vid, que es el principal producto agrícola de la economía provincial).

Por otro lado, el Departamento General de Irrigación (DGI) realiza informes periódicos en los que se informa la oferta disponible de agua según cuenca. También posee información acerca del uso que los regantes hacen del suelo (a qué tipo de producción agrícola se aplica el recurso hídrico).

También existen otras instituciones cuyos registros pueden dar noción del uso de la tierra (por ejemplo, la Dirección Provincial de Catastro).

Claramente el desafío es importante: asociar cantidades disponibles de agua (m3) con sus aplicaciones agrícolas (sea por unidades de producto (toneladas, ton.) o indirectamente por superficie cultivada (hectáreas, ha), vinculando esta superficie con producción a través de estimaciones de rendimientos.

---

[37] En estricto rigor esta desagregación geográfica posee algún rezago: a la fecha están disponibles los valores para el período 2003-2018.

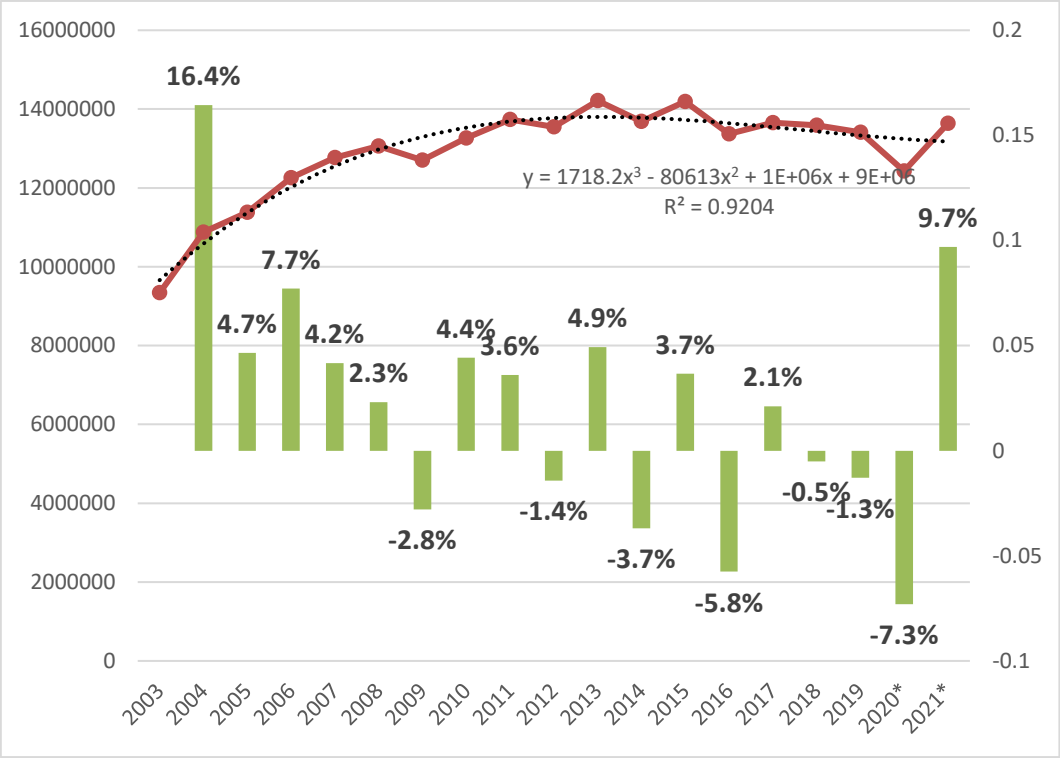
En este primer informe de diagnóstico se comenzará con una descripción de la matriz económica de Mendoza; en los siguientes a lo largo del desarrollo del proyecto se completará dicha estimación.

4.1.1. Caracterización de la matriz económica de Mendoza a partir del valor agregado

El gráfico a continuación permite observar la dinámica del PBG de la Provincia de Mendoza desde 2003 a 2021 en términos reales (miles de pesos de 1993):

Ilustración 19. Producto bruto geográfico de Mendoza

2003-2021, en miles de pesos de 1993



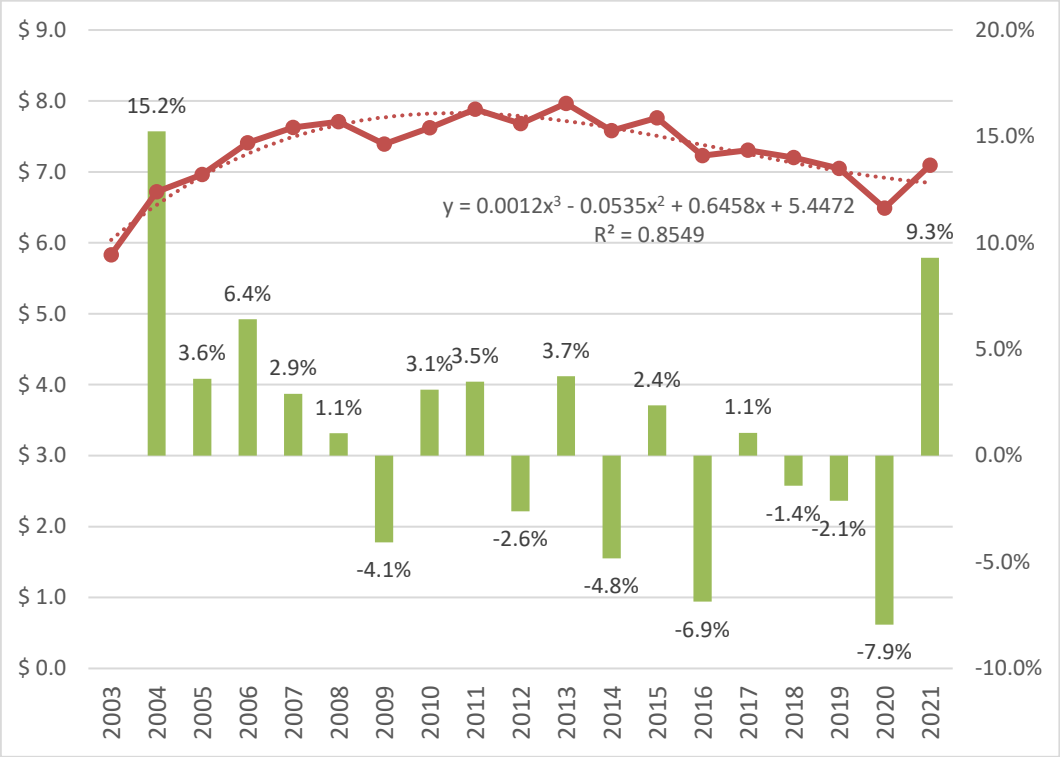
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

Se observa que la creación de valor en la Provincia comenzó el período analizado con tasas positivas de crecimiento hasta 2008; luego la dinámica evidencia períodos alternados de crecimiento y decrecimiento que, luego de alcanzar valores máximos en 2013, señalan una tendencia decreciente para los últimos años. La suma de las tasas de crecimiento desde entonces y hasta 2019 arroja -5,5%, que llega a -12,8% agregando el año de pandemia; con el rebote de la economía post pandemia en 2022 (+9,7%), queda en (-3,1%).

Al considerar la creación de valor por habitante (PBG per cápita) el crecimiento poblacional lógicamente profundiza los efectos de la dinámica negativa: las tasas de variación positivas se moderan y se profundizan las negativas: luego del máximo en 2013, la suma de tasas de cambio arroja un total de -10,4%.

Ilustración 20 Producto bruto per cápita de Mendoza

2003-2021, en miles de pesos por habitante



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

Por su parte, la dinámica que se pudo apreciar en los gráficos anteriores refleja el resultado agregado del comportamiento de los diferentes sectores productivos que componen la economía mendocina. Con el objeto de dar cuenta de la evolución de cada uno de ellos, en lo que sigue se mostrarán diferentes estadísticas que se adentran en las particularidades propias de cada uno para toda la Provincia; luego se realizará un análisis por regiones y departamentos.

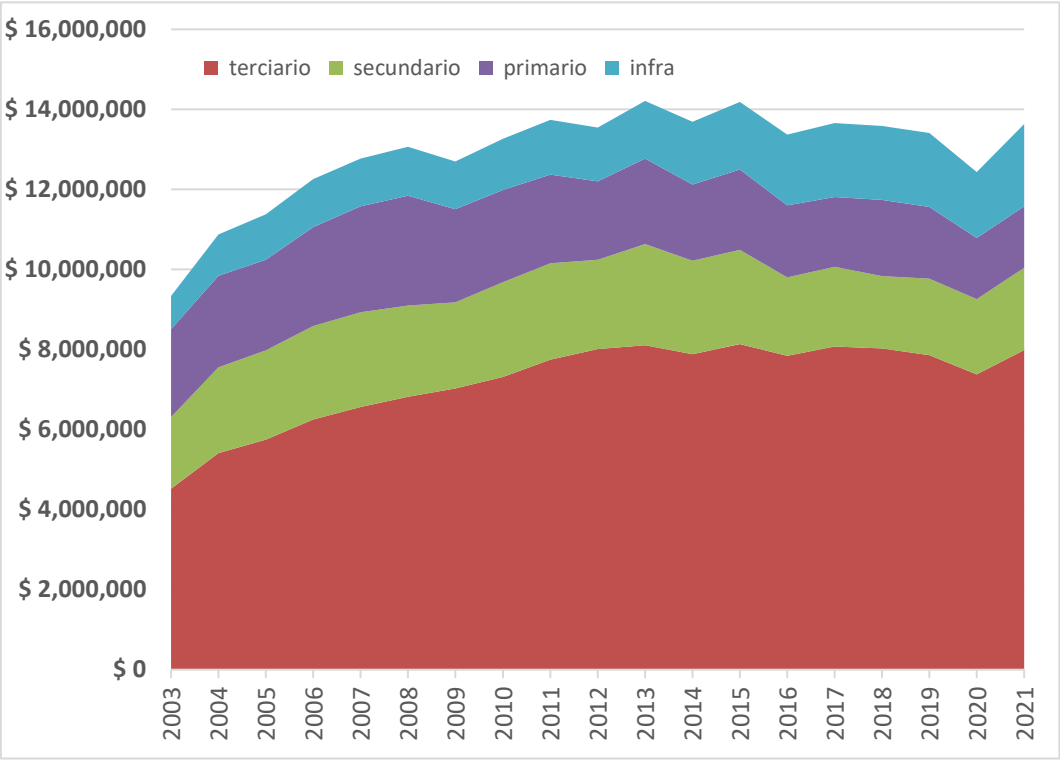
4.2. Creación de valor sectorial: evolución de actividades económicas de Mendoza

A continuación, se descompone el producto bruto geográfico de Mendoza en cuatro principales agregados sectoriales:

- ***sectores primarios*** (agropecuario, y minas y canteras),
- ***secundario*** (industria manufacturera),
- ***terciario*** (comercio, establecimientos financieros y servicios), e
- ***infraestructura*** (construcción, transporte y electricidad, gas y agua)

Ilustración 21 Dinámica de agregados sectoriales de la economía Mendocina

2003-2021 (miles de pesos de 1993)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

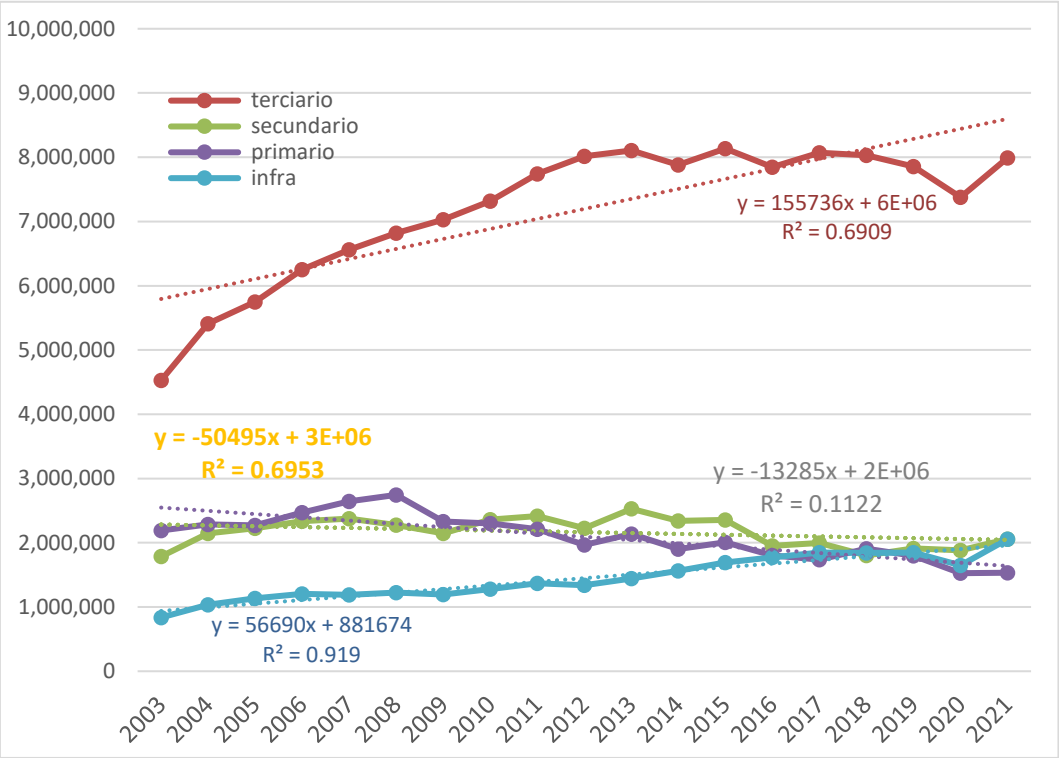
El gráfico anterior permite observar un claro patrón de tercerización creciente de la economía mendocina: el sector servicios incrementa su participación desde 50% en 2003 a cerca del 60% en 2021.

Este aumento de participación es muy significativo en el sector de infraestructura: su ponderación aumenta de 9% a 15%. Los sectores que pierden peso relativo son el sector primario, que lo disminuye de 23% a 11%, y el secundario, que lo hace de 19% a 15%.

El gráfico siguiente permite observar las dinámicas individuales, acompañadas de tendencias lineales; éstas evidencian los impulsos mencionados: los sectores terciarios e infraestructura poseen un claro patrón creciente, mientras que el primario y el secundario poseen gradientes negativos.

Ilustración 22 Tendencia de los agregados sectoriales 2003-2021

(miles de pesos de 1993)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

4.3. Evolución de los componentes individuales de cada agregado sectorial

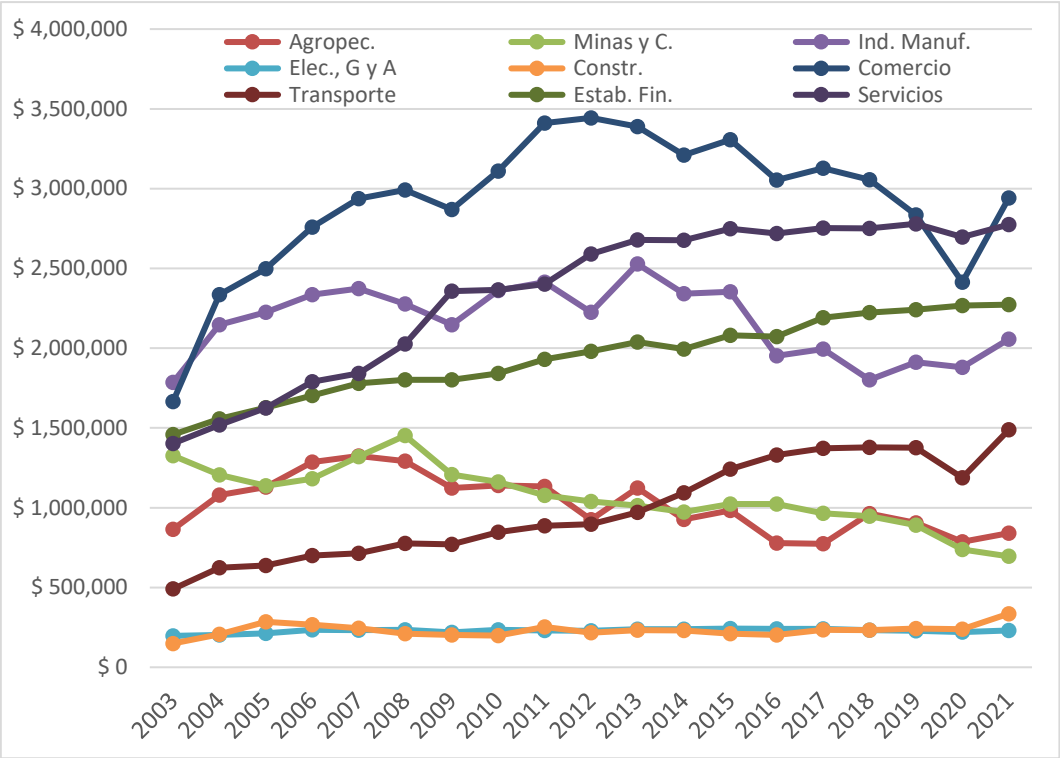
Continuando con el objetivo de profundizar el análisis, en esta sección se presenta la evolución 2003-2018 para cada actividad económica, permitiendo identificar los patrones propios para los sectores:

1. agropecuario
2. minas y canteras
3. industria manufacturera
4. electricidad, gas y agua
5. construcción
6. comercio, restaurants y hoteles
7. transporte
8. establecimientos financieros
9. servicios

El gráfico a continuación permite observar la dinámica de cada una de estas actividades económicas.

Ilustración 23 Dinámica de las actividades económicas de Mendoza

2003-2021, en miles de pesos de 1993



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

En concordancia con lo analizado anteriormente, el significativo crecimiento del sector comercio (de 18% a 21,6%, punta a punta)[38], junto a servicios (de 15% a 20,4%) reflejan el impulso principal de la tercerización mencionada. El sector de establecimientos financieros mantuvo una participación relativamente estable (15-16%). En los últimos años estos tres sectores son los de mayor magnitud individual en el PBG mendocino.

La industria manufacturera ha perdido peso relativo en la creación de valor: desde una participación de 19/20% en 2003, los últimos años orilla 15%.

El sector primario muestra una significativa caída en cada uno de sus componentes: la actividad agropecuaria participaba en promedio con el 10% de la creación de valor total de la economía, para terminar con un valor de 6,5% en promedio para los últimos cinco años. De manera similar, las actividades extractivas exhiben una caída de participación desde 12% a 6%.

La evolución del agregado de infraestructura refleja fundamentalmente un sector transporte que ha ido creciendo en magnitud: duplica su participación entre 2003 y 2018 (de 5% a 10%); sus otros dos componentes -construcción (2%) y electricidad, gas y agua (1,8%)- no evidencian grandes cambios en su participación a lo largo del período.

4.4. Evolución de agregados sectoriales en distintas regiones geográficas de Mendoza

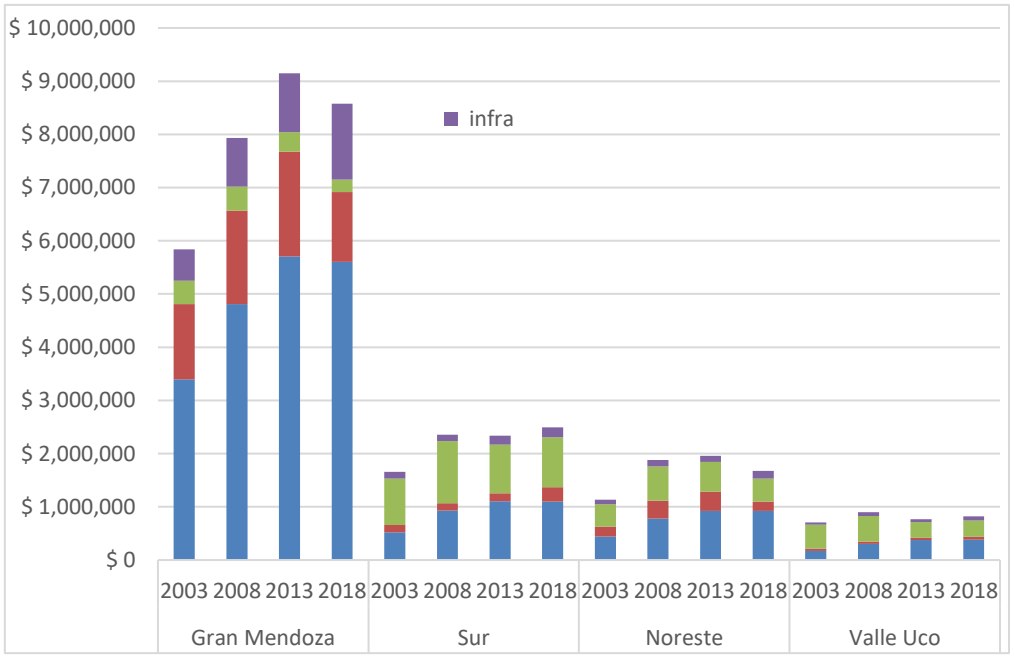
Con el objeto de analizar la distribución territorial de los grandes agregados sectoriales (primario, secundario, terciario e infraestructura) a continuación se presenta su evolución para el período 2003-2018[39] distinguiendo entre cuatro regiones de la Provincia:

[38] Su participación es de 18% en 2003, alcanzó un máximo de 25% en 2012 y desde allí muestra un patrón de suave disminución para alcanzar 22,5% en 2018.
[39] La información sectorial desagregada por departamento está publicada hasta 2018.

- ***Gran Mendoza***: integrada por los departamentos de Capital, Guaymallén, Godoy Cruz, Las Heras, Maipú y Luján de Cuyo.
- ***Sur:*** está integrada por San Rafael, Malargüe y Gral. Alvear.
- ***Noreste:*** está integrada por Lavalle, San Martín, Rivadavia, Junín, Santa Rosa y La Paz.
- ***Valle de Uco:*** está integrada por Tunuyán, San Carlos y Tupungato.

Este enfoque permite observar interesantes patrones en la dinámica económica provincial.

Ilustración 24 Dinámica económica por regiones y sectores económicos agregados



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

El gráfico anterior permite observar las diferencias en el grado de especialización económica según áreas geográficas y, en algún grado, la evolución de sus componentes.

En todas las zonas se evidencia un crecimiento del sector terciario (compuesto por servicios, comercio y establecimientos financieros).

El ***Gran Mendoza*** posee una matriz económica cuya escala y especialización claramente la posicionan en el primer lugar provincial tanto en la generación de valor industrial, como terciario y de infraestructura (construcción, EGA -electricidad, gas y agua-, y transporte).

Le sigue la ***zona sur*** con la mayor creación de valor primario (compuesta por agropecuaria y minas y canteras). Las ***zonas noreste y el Valle de Uco*** evidencian la impronta de una matriz primaria, aunque con crecimiento del sector terciario.

4.5. Análisis de composición del valor agregado provincial según departamentos y sectores productivos.

- **Gran Mendoza:** participa con entre 60% y 65% del total del valor agregado provincial. Está integrado por los departamentos de Capital (16,5%), Luján de Cuyo (13,5%); Guaymallén (10%), Godoy Cruz (10%), Maipú (8%) y Las Heras (5%).
    - En ***Capital*** es clara la preeminencia de los sectores terciarios: comercio (41%), servicios (23%), estab. financieros (16,5%), y transporte (13,4%) suman más del 90% del valor agregado departamental. Refleja una relativa estabilidad en las participaciones sectoriales.
    - En ***Luján de Cuyo*** más del 50% de la creación de valor proviene de la industria manufacturera (refinería de petróleo); el resto del valor agregado se distribuye en

establecimientos financieros (10%), comercio (8,2%), servicios (7,7%) y minas y canteras (6,8%).

- En ***Guaymallén*** el panorama es similar: 83% lo alcanzan comercio (35%), servicios (21%), estab. financieros (18,2%) y transporte (9,5%), con el agregado que la industria manufacturera posee una participación interesante (11% promedio 2003/2018).
- En ***Godoy Cruz*** el panorama es similar: 81% lo alcanzan comercio (36%), servicios (18%), establecimientos financieros (16,4%) y transporte (10%), con el agregado que la industria manufacturera posee una participación interesante (14,6% en promedio 2003/2018, aunque en franca disminución en los últimos 10 años, siendo de 11,5% en los últimos 5 años).
- En ***Maipú*** la participación sectorial más significativa es la de la industria (26,3% en promedio 2003/2018) seguida de comercio (23,8%), estab. Financieros (15,4%) y servicios (15,1%). En este caso aparece el agro con 9,5%, totalizando más del 90% del valor agregado con estos cinco sectores.
- En ***Las Heras*** más del 90% del valor agregado es aportado por los servicios (25%), establecimientos financieros (23%), comercio (19%), transporte (14%) e industria (11%).

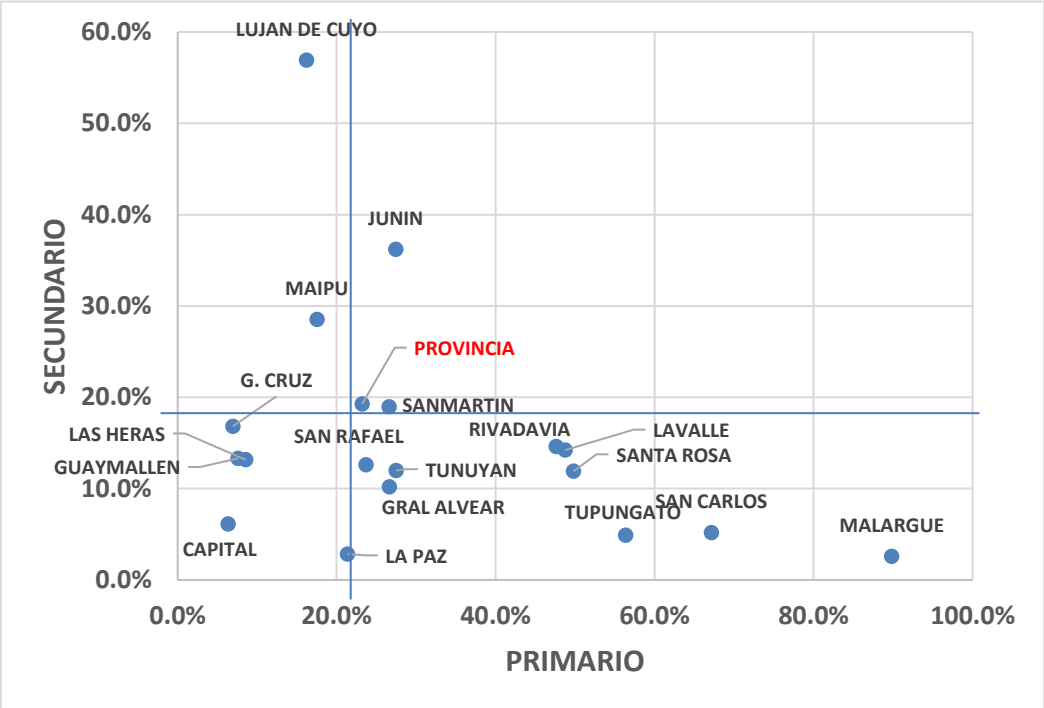
- **Valle de Uco: participa con entre 6% y 6,5% del total del valor agregado provincial, y está integrado por San Carlos (2,3%), Tunuyán (2%) y Tupungato (2%).**
  - ***San Carlos***. Su economía tiene un importante aporte del sector de minas y canteras (cerca de 35-40%), seguido del sector agropecuario (24%) y el sector servicios (14%). Junto a establecimientos financieros y comercio (8% cada uno) la suma de estos cinco sectores supera el 90% del valor agregado departamental.
  - En ***Tunuyán*** los sectores que más aportan a la creación de valor son el sector servicios (23%) y el agropecuario (22%), seguidos del comercio y de establecimientos financieros con aproximadamente 17% cada uno. Finalmente, el sector industrial aporta cerca de 10%.
  - En ***Tupungato*** los mismos sectores también acumulan el 90% de la creación de valor, sólo que en diferentes órdenes de magnitud e importancia: el de mayor aporte es el sector minas y canteras (28%), seguido del sector agropecuario (20%), comercio (15%), servicios (14%) y establecimientos financieros (10%).
- **La zona sur: participa con el 15%-17% del total del valor agregado provincial, y está integrado por San Rafael (8,5%), Malargüe (6,5%) y Gral. Alvear (2%).**
  - En ***San Rafael*** el sector que más aporta al PBG regional es el de servicios (23%) seguido de cerca por comercio (21%) y establecimientos financieros (18%). Al agregar el sector agropecuario (15%) y el industrial (10%) se completa el 90% del valor agregado local.
  - ***Malargüe*** tiene una importante impronta primaria a través del sector minas y canteras que aporta más de tres cuartos del valor agregado regional (75-80% en el promedio 2003/2018). Le siguen en importancia el sector agropecuario (6%), el sector comercio (5,5%) y el sector servicios (5,5%).
  - ***General Alvear*** posee una economía cuyas fuentes de creación de valor participan con cuotas similares, según los promedios 2003/2018: el sector servicios participa con (24%) seguido del agropecuario (20%), el sector comercio (19%) y el sector establecimientos financieros (17%). Al sumar la industria local (8%) se totaliza más del 90% del valor agregado local.
- **La zona noreste: participa con el 12%-14% del total del valor agregado provincial, y está integrado por San Martín (5,4%), Rivadavia (3,3%), Junín (2%), Lavalle (1,6%), Santa Rosa (0,8%) y La Paz (0,4%).**
  - ***San Martín*** posee una economía en cuya creación de valor participan el sector agropecuario y el sector servicios con cuotas similares para el período 2003/2018 (cerca de 20-22% cada una). Les siguen -con participaciones menores, pero de magnitud similar entre sí- los sectores comercio, industria y establecimientos financieros (entre 16 y 18%).
  - En ***Rivadavia*** el sector de minas y canteras es el principal aportante a la creación de valor (22-24% para el período 2003/2018), seguido del sector agropecuario (17%), servicios (15%), industria (12%), establecimientos financieros y comercio, con participaciones muy similares entre sí (10-12%).

- En ***Junín*** tiene una significativa participación el sector industrial (35%), seguido del agropecuario (20%). Ambos sectores, sumados a servicios (16%) y establecimientos financieros (15%) y comercio (8%), superan el 90% de la creación de valor local.
- En ***Lavalle*** el sector de mayor contribución es el agropecuario (43%), seguido de los servicios (18%), establecimientos financieros (13%), industria manufacturera (12%) y comercio (8%).
- ***Santa Rosa*** es un departamento eminentemente agropecuario (la participación de este sector supera (42-44%) en el promedio 2003/2018. Junto a servicios (20%), establecimientos financieros (12%) y la industria (10%) superan el 80-85% del valor agregado regional.
- ***La Paz*** posee una fuerte especialización en el sector servicios (40%), seguido de establecimientos financieros (21%), el sector agropecuario (14%) y el comercio (10%).

4.6. Perfiles económicos departamentales según grandes agregados sectoriales

Al recomponer las actividades económicas en los cuatro sectores agregados (primario, secundario, terciario e infraestructura) y analizar su participación al interior de cada departamento[40], se puede realizar un interesante ejercicio gráfico acerca de los perfiles económicos departamentales relativos: en función de su distancia al cruce de los ejes de referencia del gráfico, cada punto del mismo muestra cuán cercano es el perfil de la matriz económica municipal respecto del promedio provincial.

Ilustración 25 Comparación es entre sector primario y secundario



El ejercicio se realiza gráficamente en dos dimensiones relacionando los sectores productivos de a pares. Cada punto del gráfico es simplemente el par de valores de participaciones sectoriales en el PBG departamental.

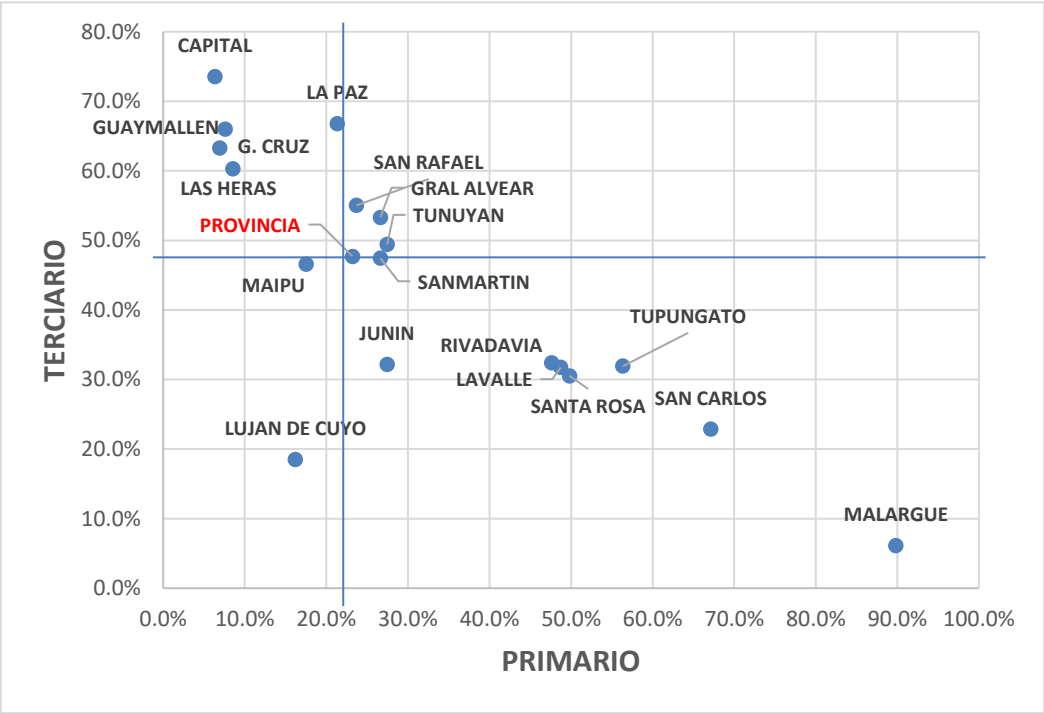
Recordando que a mayor distancia del cruce de ejes de referencia provincial se refleja mayor grado de especialización respecto del total para Mendoza, son notorias las especializaciones de Malargüe en el sector primario (minas y canteras), y Luján de Cuyo en secundario (refinería de petróleo). También resalta la participación importante que la industria (agroindustria más precisamente) tiene en la matriz de Junín, representando más de un tercio de la creación de valor. Es interesante notar que es el único departamento en el cuadrante superior derecho: no existen casos de especialización relativa en sector primario y secundario simultáneamente.

[40] Se calculó el promedio 2003-2018 para la participación porcentual de cada agregado sectorial en el total departamental.

Los departamentos del Gran Mendoza (excepto Luján de Cuyo) reflejan matrices relativamente no especializadas en sectores primario y secundario en relación al resto (se sitúan en el cuadrante inferior izquierdo), mientras que la mayoría de los restantes se sitúan en el cuadrante inferior derecho, evidenciando una impronta más relacionada a las actividades primarias que secundarias.

El gráfico siguiente relaciona los ***sectores primario y terciario*** para cada departamento.

Ilustración 26 Comparación es entre sector primario y terciario



Nuevamente aparecen los valores relativamente extremos de Malargüe en el cuadrante inferior derecho: es el departamento que evidencia mayor valor en participación primaria y menor en terciaria, reflejando una fuerte especialización. Los departamentos de la zona noreste (excepto Lavalle) también pertenecen a este cuadrante, reflejando la importancia relativa del sector primario por sobre el terciario en esas economías locales.

Lo contrario ocurre con los departamentos del Gran Mendoza (excepto Luján de Cuyo): su posición en el cuadrante superior izquierdo indica la fuerte impronta terciaria de su economía por sobre la primaria, en la cual están por debajo del promedio.

Luján de Cuyo es el outlier del cuadrante inferior izquierdo: muy bajos niveles de participación del sector terciario y primario debido a la fuerte impronta industrial verificada en el gráfico anterior. En menor escala es lo que ocurre con Maipú.

Finalmente, San Rafael, General Alvear y Tunuyán muestran una especialización relativa marginal tanto primaria como terciaria.

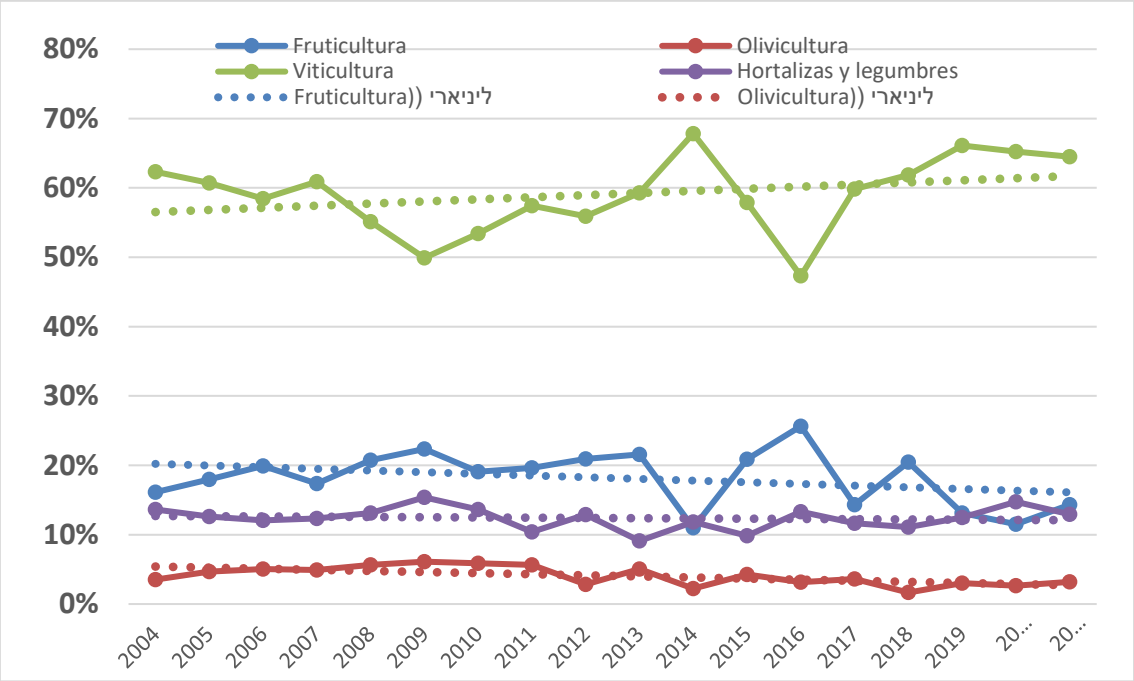
4.7. Evolución y composición del producto bruto agrícola

Como se adelantó en secciones anteriores, el principal destino del agua en Mendoza es la producción agrícola.

Es por ello que en este apartado se presenta una descripción de la evolución del producto bruto agrícola para el período 2004-2021 a partir de la información disponible para los principales componentes de este sector: ***la producción vitícola, frutícola, hortícola y olivícola.***

En conjunto, participan con entre el 89% y 96% del PBG agrícola (el resto lo constituyen actividades económicas como forrajes y cereales, aromáticas y otros cultivos, silvicultura y extracción de madera y nuevas implantaciones agrarias).

Ilustración 27 Evolución de la participación relativa de los subsectores vitícola, frutícola, hortícola y olivícola en el Producto Bruto Agrícola (2004-2021)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

Como se puede observar, estas participaciones presentan variaciones a lo largo del periodo analizado; algunas muy marcadas.

El principal subcomponente sectorial es el ***vitícola***, con una participación promedio cercana al 60%; este es el único sector cuya participación exhibe una tendencia creciente a lo largo del período descripto, aunque su variabilidad es importante[41]: a lo largo del período esta participación osciló entre 47% y 68%.

Con una participación promedio cercana al 18% el sector ***frutícola*** ocupa el segundo lugar en el ránking, exhibiendo aún mayor variabilidad para el período analizado, con un mínimo de 11% y un máximo de 26%.

Le sigue el sector ***hortícola*** con una participación promedio de 12,4% y con una variación del indicador similar a la del sector vitícola (mínimo de 9,1% y máximo de 15,4%).

Finalmente, el sector ***olivícola*** evidencia una participación promedio de 4,1% y con la mayor varianza de todos (mínimo de 1,7% y máximo de 6,1%).

Estas oscilaciones en las participaciones son el resultado de las múltiples causas que configuraron los escenarios económicos del período 2004-2021 (efecto de variaciones en precios domésticos e internacionales de referencia, en oportunidades de mercado, el impacto de contingencias climáticas como heladas y granizo, entre otros).

Si bien no se cuenta con estadísticas de producción (excepto para la producción vitícola, cuyo eslabón industrial está fuertemente regulado), es interesante analizar la dinámica de la superficie cultivada.

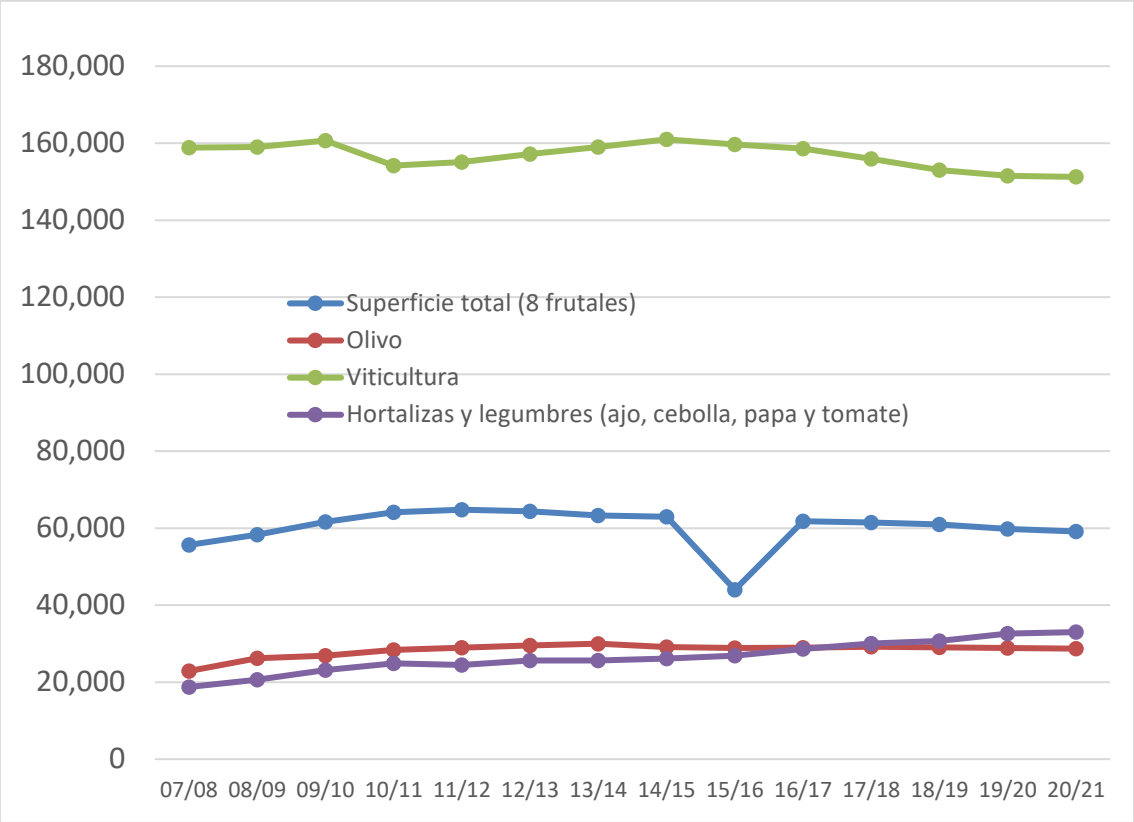
En este caso la información disponible está para las campañas 2007-2008 hasta 2020-2021 (se referencian dos años dado que el ciclo agrícola o campaña abarca la segunda parte de un año y la mitad del siguiente). Como la información sobre superficie se publica por variedad individual, a efecto de poder comparar creación de valor (valor agregado) con superficie cultivada, esta última se agrupó por subsector productivo de la siguiente manera:

- la superficie vitícola,

[41] Para caracterizar la variabilidad en esta sección se han usado estadísticos como el desvío estándar y/o el coeficiente de variación, que no se presentan en el texto para no sobreabundar.

- la frutícola (que incluye el cultivo de durazno, ciruela, damasco, manzana, pera, almendro y nogal),
- la hortícola (compuesta por la producción de tomate, papa, ajo y cebolla), y
- la olivícola;

Ilustración 28 Superficie cultivada 2007-2021 (en ha.)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

Es interesante notar que los indicadores de superficie cultivada exhiben una importante estabilidad a lo largo del período analizado, y los diferentes subsectores mantienen aproximadamente el mismo ordenamiento observado para las participaciones en el PBG agrícola (aunque con diferencias de magnitud notables).

El primer lugar lo ocupa la superficie cultivada ***con vid***, que alcanza un promedio de 157.000 ha Exhibe una tendencia algo decreciente en los últimos 6/7 años, desde un máximo de 161.000 ha hasta alcanzar 151.000 ha (el valor más bajo del período) en la última campaña relevada.

Le sigue la superficie ***frutícola***, con 60.000 ha. Aunque de mayor variabilidad que la vitícola (muestra un mínimo de 44.000 ha y un máximo de 65.000 ha), no exhibe la tendencia decreciente de aquélla en los últimos años.

El tercer lugar (de acuerdo a los valores promedio para todo el período) lo ocupa la superficie cultivada con ***olivos***, que promedia las 28.000 ha con una variación similar a la exhibida por el área frutícola.

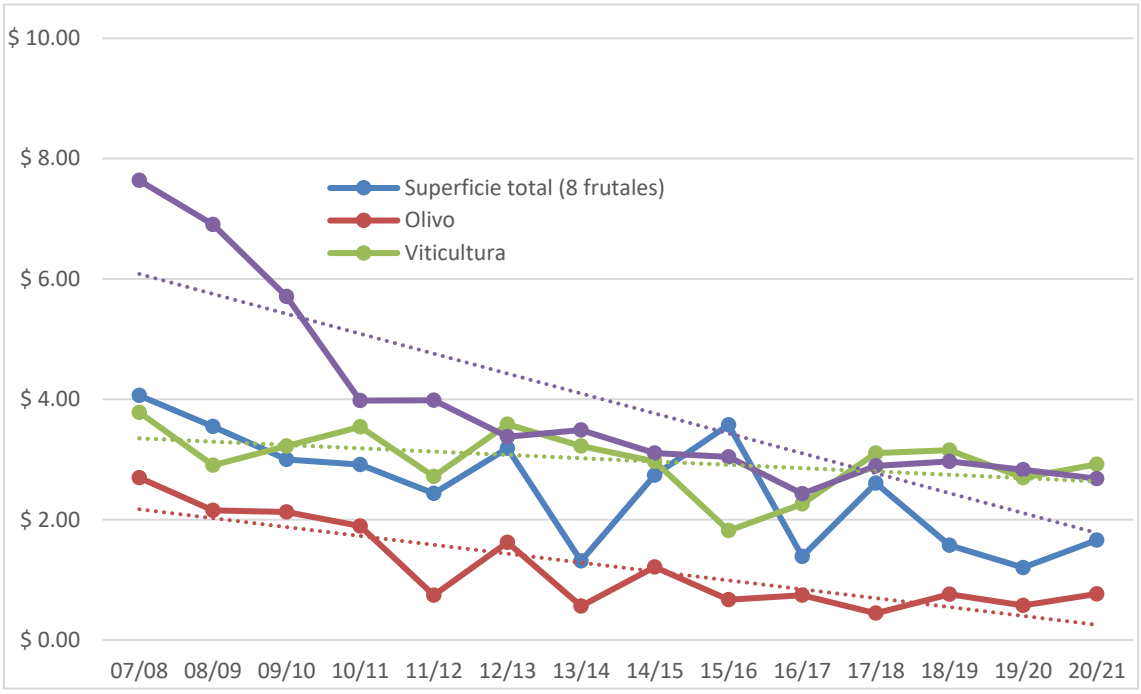
Finaliza el ránking el área implantada con ***cultivos hortícolas***, que es la que exhibe la mayor variación: a lo largo del período tiene un mínimo de 18.700 ha y un máximo de 33.000 ha. En los últimos cinco años la superficie cultivada con hortalizas ha sido mayor a la superficie olivícola.

Habiendo descripto las dinámicas específicas en términos de valores (valor agregado) y superficie cultivada (como proxy de la producción), a continuación, se vincularán ambos indicadores con el objeto de obtener un estadístico que, de manera preliminar, permita comparar los subsectores agrícolas de Mendoza entre sí.

Para ello, a continuación se describe el ratio VAB/superficie cultivada[42]. Las unidades de este indicador ($miles/ha) reflejan la creación de valor por hectárea cultivada, y permite sintetizar en único estadístico el valor agregado creado por unidad de factor primario.

Ilustración 29 Evolución del valor agregado por ha para frutales, olivo, vid y hortalizas

(miles de $ de 1993/ha).



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

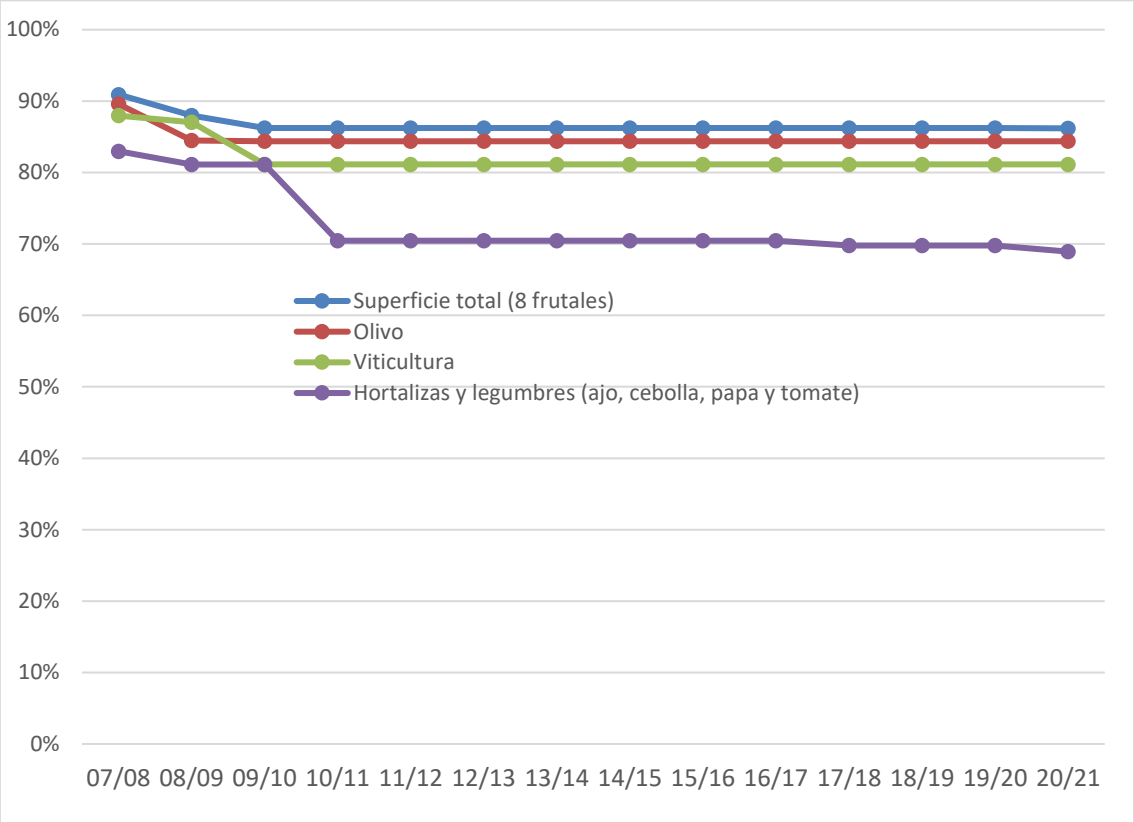
En todos los casos el valor agregado por ha evidencia una tendencia decreciente a lo largo del período, lo que indica que la remuneración a los factores primarios ha disminuido, en algunos casos significativamente. Sin embargo, estas disminuciones del VAB/ha podrían deberse a recomposiciones internas: que el valor de producción (VBP) exhibiera una dinámica diferente, y que lo que se observa es una pérdida de participación del valor agregado en favor del consumo intermedio (uso de insumos, materias primas, envases, etc.)

Se analizó la participación del valor agregado bruto en el valor bruto de producción, a fin de revisar si las oscilaciones del valor agregado respondían a las del valor bruto de producción (esto es, si la remuneración a los factores primarios imitaba los vaivenes observados para el valor de la producción). Efectivamente: para el período analizado, las participaciones del VAB sobre el VBP son prácticamente constantes:

[42] A cada valor del VAB se lo dividió por la superficie cultivada anual. El año de referencia es el segundo año de la campaña, pues corresponde a la cosecha (producción). Por ejemplo, se dividió el VAB de la producción vitícola de 2008 sobre el dato de superficie de la campaña 2007/2008, ya que "08" hace referencia al año en que se realizó la cosecha, y por lo tanto, la comercialización.

Ilustración 30 Evolución de la participación del Valor Agregado Bruto sobre el Valor Bruto de Producción

Subsectores agrícolas. 2007-2021



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DEIE

Se puede concluir que la caída en el valor agregado por ha para cada subsector es el resultado del impacto de las condiciones económicas directamente sobre precios y producción (están relacionadas directamente con el valor bruto de producción) y no es el resultado adicional de recomposiciones al interior de la producción.

4.8. A modo de síntesis. Algunas conclusiones

En camino a cumplir uno de los múltiples objetivos del Plan Maestro para el Sector Hídrico de la Provincia de Mendoza, el cual consiste en conocer el valor económico del agua a través la contribución del recurso hídrico a la creación de valor en la Provincia, se ha presentado el primer paso: una descripción de la evolución reciente (2007-2021) de la economía mendocina a través de indicadores de actividad que muestran esta evolución tanto por sectores productivos como su desarrollo territorial.

Se observa que la creación de valor en la Provincia exhibe un crecimiento neto desde 2003 a 2008; luego la economía evidencia períodos alternados de crecimiento y decrecimiento que, después de alcanzar valores máximos en 2013, señalan una tendencia decreciente para los últimos años. Desde entonces la economía mendocina experimentó una disminución neta de 3,1%.

La evolución de los últimos años es aún más crítica cuando se considera la creación de valor por habitante (PBG per cápita): el crecimiento poblacional lógicamente profundiza los efectos de la dinámica negativa, y luego del máximo en 2013, la suma de tasas de cambio arroja una caída de 10,4%.

En cuanto a la apertura por sectores económicos, la revisión permite observar un claro patrón de tercerización creciente de la economía mendocina: a lo de los últimos veinte años -aproximadamente-, los sectores relacionados a servicios y a infraestructura incrementan su participación en la creación de

valor de la economía mendocina, mientras que el primario y el secundario pierden peso relativo. En concordancia con esto, para los agregados económicos individuales se verifica:

- un significativo crecimiento del sector comercio junto al de servicios, que refleja el impulso principal de la tercerización mencionada (el sector de establecimientos financieros mantuvo una participación relativamente estable); en los últimos años estos tres sectores son los de mayor magnitud individual en el PBG mendocino.
- la industria manufacturera ha perdido peso relativo en la creación de valor.
- el sector primario muestra una significativa caída en cada uno de sus componentes: la actividad agropecuaria y las actividades extractivas.
- la evolución del agregado de infraestructura refleja fundamentalmente un sector transporte que ha ido creciendo en magnitud; sus otros dos componentes -construcción y electricidad, gas y agua- no evidencian grandes cambios en su participación a lo largo del período.

En relación al desarrollo territorial, se observan importantes diferencias en el grado de especialización económica según áreas geográficas, aunque en todas se evidencia un crecimiento del sector terciario:

- El ***Gran Mendoza*** posee una matriz económica cuya escala y especialización claramente la posicionan en el primer lugar provincial tanto en la generación de valor industrial, como terciario y de infraestructura (construcción, EGA -electricidad, gas y agua-, y transporte).
- Le sigue la ***zona sur*** con la mayor creación de valor primario (compuesta por agropecuaria y minas y canteras).
- Las ***zonas noreste y el Valle de Uco*** evidencian la impronta de una matriz primaria, aunque con crecimiento del sector terciario.

A fin de identificar perfiles de especialización económica, se realizó un análisis de dispersión de las participaciones relativas sectoriales para cada departamento de la Provincia. En la comparación primario/secundario se observa:

- un significativo grado de especialización de Malargüe en el sector primario (minas y canteras), y Luján de Cuyo en secundario (refinería de petróleo).
- También resalta la participación importante que la industria (agroindustria más precisamente) tiene en la matriz de Junín, siendo un caso único de especialización relativa en sector primario y secundario simultáneamente.
- Los departamentos del Gran Mendoza (excepto Luján de Cuyo) reflejan matrices relativamente no especializadas en sectores primario y secundario en relación al resto, mientras que la mayoría de los restantes departamento evidencian una impronta más relacionada a las actividades primarias que secundarias.

Al considerar la relación entre el sector primario y el terciario, se observa que:

- Nuevamente aparecen los valores relativamente extremos de Malargüe: es el departamento que evidencia mayor valor en participación primaria y menor en terciaria, reflejando una fuerte especialización.
- Los departamentos de la zona noreste (excepto Lavalle) también reflejan la importancia relativa del sector primario por sobre el terciario en esas economías locales.
- Lo contrario ocurre con los departamentos del Gran Mendoza (excepto Luján de Cuyo): su posición indica la fuerte impronta terciaria de su economía por sobre la primaria, en la cual están por debajo del promedio.
- Luján de Cuyo exhibe muy bajos niveles de participación del sector terciario y primario debido a la fuerte impronta industrial verificada en la comparación primario/secundario. En menor escala es lo que ocurre con Maipú.
- Finalmente, San Rafael, General Alvear y Tunuyán muestran una especialización relativa marginal tanto primaria como terciaria.

Finalmente, dado que el principal destino del agua en Mendoza es la producción agrícola y será esta demanda la que fundamentalmente concentrará los esfuerzos analíticos, se realizó la descripción de la evolución del producto bruto agrícola para el período 2004-2021, descomponiéndolo en sus principales subsectores: ***la producción vitícola, frutícola, hortícola y olivícola.***

La característica común en todos los subsectores es la relativa inestabilidad de sus participaciones relativas, las cuales son el resultado de las múltiples causas que configuraron los escenarios económicos del período 2004-2021 (efecto de variaciones en precios domésticos e internacionales de referencia, en oportunidades de mercado, el impacto de contingencias climáticas como heladas y granizo, entre otros).

El principal subcomponente sectorial es el ***vitícola***, con una participación promedio cercana al 60%; el siguiente en orden de magnitud -y relativamente alejado en valores, lo cual refleja un importante grado de especialización, es el sector ***frutícola*** con una participación promedio cercana al 18%. Le sigue el sector ***hortícola*** con una participación promedio de 12,4% y finalmente el sector ***olivícola*** evidencia una participación promedio de 4,1% y con la mayor varianza de todos (mínimo de 1,7% y máximo de 6,1%).

En cuanto a superficie cultivada, los diferentes productos exhiben una importante estabilidad a lo largo del período analizado, manteniendo aproximadamente el mismo ordenamiento observado para las participaciones en el PBG agrícola (aunque con diferencias de magnitud notables).

Finalmente, al vincular el valor agregado de cada producto con su superficie cultivada a través del VAB/superficie cultivada, en todos los casos el valor agregado por ha evidencia una tendencia decreciente a lo largo del período, lo que indica que la remuneración a los factores primarios ha disminuido, en algunos casos significativamente, como consecuencia del impacto de las condiciones económicas directamente sobre precios y producción.

5. CAPÍTULO CINCO: MARCO JURÍDICO

5.1. Introducción

La República Argentina adopta en su constitución la forma de Estado Federal de ello surgen las diversas jurisdicciones y competencias en materia de administración del recurso natural agua.

La base del reparto de tales competencias se encuentra consolidada en los artículos 124, 41; 75 inc. 10 y 13; y 126 de la Constitución Nacional (CN), reformada en el año 1994.

A partir de estas normas surge de manera expresa que corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio, consecuencia de lo cual, pertenece a las mismas la facultad de administrar, establecer políticas y reglar el uso y aprovechamiento de los mismos, sin alterar los principios consagrados en los Códigos de fondo (Civil, Comercial, Penal y de Minería), ni los derechos y garantías amparados por la CN, quedando fuera de su competencia las materias delegadas a la Nación, en particular todo lo relativo a ríos interprovinciales navegables, causas de almirantazgo y jurisdicción marítima, y el dictado de leyes de presupuestos mínimos de protección ambiental.

La CN parte del presupuesto histórico de considerar a las provincias como entidades políticas anteriores al Estado Nacional por lo que éste detentará únicamente aquellos poderes que le sean delegados expresamente por aquellas. Así entonces los poderes y propiedades que detentan las provincias son todos aquellos en los que sucedieron a la Corona española en 1810, año de conformación del Primer Gobierno Patrio, y que no delegaron de manera expresa al Estado Nacional en la Constitución de 1853/1994.

En particular, en relación a los cursos de agua y sobre la base de la noción del *uti possidetis iuris,* el dominio de los mismos corresponde de manera originaria a las provincias.

Siendo el "dominio", tal y como lo describe el artículo 1941 del Código Civil y Comercial unificado en adelante CCyCN, el derecho real más pleno, que otorga todas las facultades de usar, gozar y disponer material y jurídicamente de una cosa, dentro de los límites previstos por la ley, serán las provincias argentinas las que ejerzan esa relación de señorío sobre los recursos naturales -entre ellos, el recurso hídrico- que existan en sus respectivos territorios.

De allí y conforme al principio de que el dominio conlleva la jurisdicción, salvo que exista una exclusión constitucional expresa, la jurisdicción para reglar el uso y aprovechamiento de las aguas no marítimas, es decir la administración y disposición, reglamentación de los usos conforme sus propias políticas e instituciones corresponde a las provincias.

Consecuencia de ello el uso del agua, -bien del dominio público provincial- será regulado, autorizado y gravado a través de los modos y en la forma que la autoridad provincial disponga conforme sus normas locales, no existiendo una ley con alcance nacional que regule el uso del recurso hídrico.

Sin perjuicio de ello, en el marco de la delegación al Congreso de la Nación de la facultad de dictar las normas de presupuestos mínimos ambientales (artículo 41.º de la CN), a los que las provincias deben ajustar sus legislaciones, en diciembre de 2002 se sancionó la Ley núm. 25.688, pendiente de reglamentación, denominada Régimen de Gestión Ambiental de Aguas, cuyo objeto era establecer los presupuestos mínimos para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional (artículo 1.º).

A nivel constitucional, no todas las provincias argentinas han incorporado en sus Cartas Magnas principios que refieren de manera expresa al recurso hídrico como sí lo ha formulado la Provincia de Mendoza desde su texto original de 1854.

No obstante ello los desafíos que el cambio climático implican para la gestión de los recursos hídricos y las acciones necesarias para resolver los complejos problemas del agua que se presentan en el siglo XXI hasta ahora deben enfrentarse con una vetusta ley de aguas superficiales del siglo XIX, en adelante LA, que fue dictada para una sociedad colonial donde el urbanismo, la actual presión demográfica, las tecnologías eficientes, la tutela del ambiente y una matriz productiva intersectorial no estaban presentes.

En realidad, el régimen jurídico del agua de Mendoza contiene una extensa cantidad de leyes posteriores (más de 120) que se superponen y contradicen, generando un intrincado laberinto de normas de difícil acceso por la generalidad de los interesados y muchas veces interpretadas de manera no armónica por los tribunales. A ello debe adicionarse una cantidad importante de reglamentaciones originarias de la autoridad del agua que han tratado de adaptar el viejo texto al mundo contemporáneo,

y que se encuentran dispersas, son de difícil acceso, algunas de las cuales han sido parcialmente derogadas por normas posteriores, otras se encuentran en desuso o se contradicen, lo que ha producido una modificación del ordenamiento lógico y de la estructura de principios y reglas existentes en el referido régimen. A ello resta adicionar la existencia de consolidados usos y costumbres y una vasta jurisprudencia de los tribunales locales.

La centenaria LA fue dictada en 1884, y fue pionera en la materia, permitió transformar la matriz provincial forjada en la colonia hacia una sociedad que ha crecido y se ha desarrollado en base al uso del agua en un oasis agroindustrial. Pero la Mendoza de aquel entonces era muy distinta a la actual. Según el censo de 1895 solo tenía 116.000 habitantes, y el área irrigada rondaba las 30.000 hectáreas. Hoy en día la provincia, cuenta con más de 2.000.000 de habitantes y posee aproximadamente 325.000 hectáreas cultivadas. Lo que no ha cambiado, es que seguimos teniendo los mismos ríos con menos disponibilidad de agua para cubrir las actuales necesidades, económicas sociales y ambientales.

A ello debe adicionarse los innumerables cambios en la sociedad que impactan en la gestión del agua, con nuevas exigencias en protección ambiental, calidad de vida, cambios de uso del suelo y desarrollo urbano, entre otros. También con los años ha existido un salto notorio en las posibilidades tecnológicas para el uso eficiente del agua.

Sin perjuicio de la evolución cultural, social y económica de la provincia existe una idiosincrasia muy fuerte en relación a no advertir o aceptar la necesidad de cambios de paradigmas en la planificación, regulación y gestión del agua que nos impone la situación económica actual del país y los desafíos a los que la autoridad del agua del se enfrenta como consecuencia de los efectos del cambio climático que hace más de 10 años ya son patentes en Mendoza.

Ya en el siglo pasado especialistas locales de diversas materias relacionadas con el agua -como Elena Abraham y Mario Salomón- han observado que nuestra centenaria ley fue dictada para una sociedad colonial agrícola siguiendo el modelo de la vieja ley española, pero a diferencia de España –que cambió su norma en 1985- los mendocinos no hemos avanzado, ocasionando impacto negativo en la calidad y cantidad de agua disponible. En el mismo sentido se expresó el experto Jorge Chambouleyrón, Superintendente General de Irrigación hasta 1989, afirmando que la administración del agua quedó desactualizada.

En 1939 el destacado especialista Miguel Marienhoff expresaba que la legislación en la materia resulta inorgánica, contradictoria y de difícil manejo, aconsejando la pronta sanción de un Código de Aguas. La falta de un Código también fue señalada como un problema por Guillermo Cano en 1967, quien luego observó que si bien la Ley de Aguas fue excelente en su hora actualmente estaba obsoleta y debía ser reemplazada por un Código de Aguas. Hugo Matiello, un año antes que se sancionara la Ley de Aguas Subterránea de su autoría, manifestó que la tarea fundamental en realidad era dictar un Código de Aguas

Por otra parte debemos mencionar que la reforma Constitucional del año 1994, con la consecuente incorporación a nuestra legislación de diversos Tratados de Derechos Humanos, las leyes de Presupuestos Mínimos dictadas por el Congreso de la Nación con fundamento el artículo 41 de la Constitucional Nacional, y el nuevo Código Civil y Comercial de la Nación sancionado en 2015, así como la interpretación que la Jurisprudencia ha efectuado con relación a tan significativos cambios normativos, tornan necesario proceder a actualizar y unificar la legislación hídrica provincial, procurando elaborar una obra basada en los principios generales ordenadores contenidos en la Sección Sexta de nuestra constitución provincial.

Cabe mencionar que Mendoza es una de las pocas provincias argentinas que aún no cuenta con un código de aguas, lo resulta un pilar fundamental de la planificación y gestión que lleva el DGI para consolidar la institucionalidad del agua y la seguridad jurídica para la presente y las futuras generaciones.

5.2. Institucionalidad del agua en Mendoza

Como consecuencia de la autonomía provincial y del dominio local de los recursos naturales derivados del sistema federal de gobierno argentino, no existe una administración central o única del agua con competencia a nivel nacional. Cada estado provincial, en su mayoría, ha organizado su sistema de administración de los recursos naturales existentes en su territorio, entre ellos el hídrico, ya sea de manera específica, nombrando autoridades con competencias exclusivas en la materia, o delegando las mismas a algún órgano del gobierno.

La institucionalidad del agua está estrechamente vinculada a aspectos geográficos y climáticos. Así en general, en las regiones áridas se han conformado organismos, con mayor descentralización operativa y financiera dedicados específicamente a la gestión del agua, en especial atendiendo a las necesidades del riego, mientras que, en las zonas húmedas, la gestión es encarada desde áreas relacionadas con los recursos naturales o con la producción agraria.

La aridez que caracteriza al territorio mendocino ha impregnado en la población ciertos valores e idiosincrasia que se ven reflejados en los organismos vinculados a su gestión. La trascendencia del agua en la realidad geográfica mendocina ha producido que su gestión se haya iniciado con anterioridad a la civilización occidental en la zona, y a diferencia de otras provincias del país en donde la infraestructura hídrica fue promovida por los gobiernos, en Mendoza la gran parte de la red de riego fue desarrollada y financiada por el sector privado, sobre todo durante el siglo XIX.

5.3. Principios de Política Hídrica

La Sección Sexta de la Constitución de Mendoza (artículos 186 a 196) contiene los principios de política hídrica donde se cimienta el régimen jurídico del agua de la provincia los cuales en virtud de su rango constitucional no pueden ser alterados, aunque sí reglamentados legalmente.

Tales principios son:

-Inherencia (Art.186): Adscripción del agua a la tierra - Desarrollado en Ley de Aguas, Leyes 430, 971, 1920, 4035, etc. Tal como se encuentra planteado en la Carta Magna provincial, el principio de inherencia implica la adhesión del derecho a la tierra o industria a favor de la cual ha sido concedida, de manera tal que cualquier acto jurídico (contrato, medidas cautelares, etc.) o material que pretenda separarlo, es nulo y de ningún valor.

Este principio implica una adscripción entre ambas, de modo tal que los derechos sobre una y otra no puedan transferirse independientemente, sino *in solidum*.

La inherencia constituye un aspecto básico del ordenamiento jurídico provincial, y es un elemento fundamental para el desarrollo económico y social de la provincia, en virtud de la inamovilidad del derecho otorgado a una tierra o industria en desmedro de la unidad productiva e infraestructura pública generada.

No obstante, la rigidez con que en ciertas oportunidades se ha interpretado y aplicado tal principio actualmente se tiende a morigerar dicha interpretación sin que se llegue a su derogación, en el marco del principio reglamentario que fija el artículo 28 de la Constitución Nacional, que brinda la posibilidad de limitar legislativamente el principio de inherencia, pudiéndose establecer normas generales de flexibilización al mismo o excepciones en orden a una mejor gestión hídrica.

-Participación (Art.187): Derecho de usuarios a elegir autoridades y administrar sus rentas, Desarrollado por Ley de Aguas, 322, 1676, 2012, 2280, 2445, 2503, 4036, 5302, 5664, 6405, etc. Ambos derechos de los interesados de cada canal se materializarán a través de consorcios de

-Administración Única y Descentralizada (Art.188): DGI como autoridad de aguas (Superintendente y consejeros), desarrollado por Ley de Aguas, Leyes 322, 863, 2797, 3308, 4036, 4971, DL 555, 5302, 6044, 6405, 7029.

-Obras Hídricas (Art.192): Obras mayores por Ley - Desarrollado por Leyes 971, 1420, DL 1447/75, 2797, 3308, 5436, 7029 etc.

-Administración por Cuencas (Art.193): - Dirección autónoma de cada Río, bajo dependencia del DGI (Subdelegaciones), desarrollado en Ley de Aguas, Leyes 25688, 322, 6405, etc. Este principio ha permitido la existencia de órganos desconcentrados a nivel de cada cuenca que, - bajo el poder jerárquico de la Superintendencia-, gestionan el recurso territorialmente.

Tales órganos, denominados Subdelegaciones de Aguas –para los ríos Mendoza, Tunuyán Superior e Inferior, Atuel y Diamante- y Jefatura de Zona –para los ríos Malargüe, Colorado Grande y Barrancas- se encuentran regulados por preceptos de la Ley de Aguas, y reglamentados por la Resolución 2325/77 HTA.

-Concesión Legal (Art.194): - Concesión por ley (según tipo de agua y existencia de "aforo") desarrollado por Ley de Aguas, 322, 430, 971, 1920, 4035, 5081, 6044, 6497, 7444, 8784, 9381 etc. Conforme este principio se impone la necesaria consideración técnica por parte del DGI antes de que se autoricen nuevos derechos de agua.

-Política y Planificación Hídrica-territorial (Art.195): Nuevas áreas de oasis se aprueban con informe del DGI, desarrollada en Leyes 8051, 8999.Conforme a este precepto el DGI, previo los estudios del caso, será quien pueda determinar las zonas en que convenga ampliar el suministro de agua –

aspecto condicionante de cualquier política de ordenamiento territorial- e informar a la legislatura a los efectos de la correspondiente ley aprobatoria.

-Autarquía Financiera del DGI (Art.196): DGI dicta su propio presupuesto, desarrollado por Ley 368, 971, 1003, 2376, 4290, 6405, 7874. En función de este principio la autoridad del agua está dotada no sólo de la autarquía que importa su autogobierno, sino además de la autarcía que determina sus atribuciones presupuestarias que la dotan de autosuficiencia económica.

5.4. La Administración del agua en Mendoza. Departamento General de Irrigación e Inspecciones de Cauce

La provincia de Mendoza se caracteriza por contar con un sistema de administración hídrica en un doble nivel: por un lado, un ente que, si bien es estatal, reviste un carácter extra poder y participativo, lo que le permite mantener una idiosincrasia técnica y una cierta independencia de la gestión general del gobierno estatal y sus avatares políticos y económicos. Por otro lado, la administración de la operación del sistema de distribución hídrica descansa en organismos que, si bien son públicos, resultan de naturaleza no estatal y presentan un manejo altamente democrático y directo por los mismos usuarios.

De esta forma, se configura un sistema de doble autarquía, donde existe una autarquía de primer grado que brinda independencia al organismo estatal en el desarrollo de su función y poder de policía hídrico encaminados al correcto gobierno de las aguas. Pero, además, existe una autarquía de segundo grado, que brinda a los mismos usuarios constituidos en Inspecciones de Cauce un manejo independiente de la interferencia estatal de todos los asuntos que corresponden a la red de distribución del agua.

5.5. Departamento General de Irrigación

A partir de la Revolución de mayo de 1810, Mendoza adopta un régimen institucional específico para la administración del agua, mediante la conformación de una autoridad especialmente competente en el gobierno del recurso: el Juzgado General de Aguas, denominado así en oposición a los jueces particulares de cada hijuela.

Dicha autoridad era dependiente del gobierno provincial, y fue creado por el Cabildo de Mendoza, designándolo como Regidor Juez de Agua.

Pero a medida que las extensiones de cultivos y su implantación en zonas alejadas impidieron al Juez General de Aguas atender personalmente la administración de las aguas, se crearon "Subdelegaciones de Aguas" a cargo de funcionarios dependientes del Juez General de Aguas, marcándose así la tendencia a la desconcentración o descentralización burocrática a la que aspiraba el paradigma estatal de la época. Luego por Decreto del 10/1/1873 se sustituyó el nombre de Juzgado General de Aguas por el de Inspección General de Irrigación.

En 1894 se produce una reforma integral de la Constitución de Mendoza, incorporándose en el nuevo texto una sección referida en forma expresa al recurso hídrico y la conformación institucional que al mismo corresponde (artículos 215.º a 220º).

Con ello, la administración del recurso hídrico adquirió plena preponderancia en el encuadre institucional mendocino, creándose una autoridad de jerarquía constitucional para todo asunto que refiera al mismo, lográndose así una estabilidad pétrea en la institucionalización del agua que no podía ser alterada sin una nueva reforma constitucional.

La nueva regulación contemplaba que todos los asuntos que se refieren a la irrigación en la Provincia estarán a cargo de un Departamento de Irrigación, compuesto por un Superintendente nombrado por el Poder Ejecutivo con acuerdo del Senado y cuatro vocales nombrados por los propietarios de los predios a que se refiere el artículo anterior en la forma que establezca la ley.

Ley de Aguas de 1884 denominó a la autoridad del agua local como Departamento General de Aguas, base institucional del Departamento General de Irrigación que surge en la estructura estatal que establece la Constitución de 1894 y se consolida y profundiza en la Constitución de 1900 y en la vigente Constitución de 1916.

De allí surgiría el perfil de la autoridad del agua, con total independencia del Poder Ejecutivo, aun cuando resulta necesario el acuerdo senatorial para la designación del titular del órgano, llamado Superintendente. La Constitución de 1900, introduce la figura del Consejo, quien resuelve las apelaciones planteadas contra las resoluciones que adopte el Superintendente y que se integraba por tres miembros nombrados de igual manera que al Superintendente.

Con posterioridad al sancionarse en el año 1905 la Ley n° 322, reglamentaria de la Constitución de 1900, se regula la actuación del Superintendente y del Consejo, creándose además un tercer órgano, el Honorable Tribunal Administrativo (en adelante, el HTA), conformado por los miembros del Consejo en mayoría más el Superintendente.

Es decir que a comienzos del siglo XX se configura un nuevo paradigma estatal en materia de administración hídrica que subsistirá en nuestros días. La vigente Constitución de Mendoza sancionada en 1916 termina de conformar un órgano autárquico para el manejo general de las aguas, con exclusiva competencia administrativa en materia de aguas, y plena independencia política y financiera. Cuando decimos que en Mendoza la gestión del agua es autárquica, implica que el poder central de la provincia, es decir el Poder Ejecutivo no interviene en las decisiones que adopte del DGI.

Es decir, entonces que el DGI constituye por mandato constitucional (art. 188 CP) el único Administrador del recurso hídrico provincial, entendiendo con exclusividad en todos los asuntos referidos a la temática hídrica que no sean de competencia de la justicia ordinaria.

La independencia funcional que brinda la autarquía permite asegurar que las decisiones de gobierno en materia hídrica resulten ajenas a los vaivenes políticos y la designación de autoridades, al requerir el acuerdo senatorial, genera un necesario consenso entre las distintas fuerzas que aspiran a la función de gobierno.

El DGI asienta su independencia en cuatro pilares:

a) *Designación y Remoción de las Autoridades del DGI*: Las autoridades del DGI (Superintendente y miembros del Consejo), son nombradas por el Poder Ejecutivo con acuerdo del Senado (art. 189 CP), siendo removibles sólo a través de "Jury de Enjuiciamiento", lo que denota aún más la independencia del Poder Administrador Central y permite un actuar eficiente y libre de la contingencia política partidista. Por otra parte mientras el Gobernador de la Provincia dura cuatro años en sus funciones, el Superintendente y los Consejeros duran cinco, lo que implica que el mandato de tales funcionarios se extiende más allá del gobierno que los designa, facilitando la existencia de una independencia real entre el ente del agua y el gobierno general de la Provincia, ya que suele ocurrir que el Superintendente y demás autoridades del DGI resulten de un partido político distinto de aquel que preside el Poder Ejecutivo Provincial, lo que favorece a que las decisiones en materia hídrica constituyan "políticas de Estado". Por otra parte, "Para ser Superintendente de Irrigación o miembro del Consejo, se requiere: ciudadanía en ejercicio, ser mayor de treinta años y tener cinco de residencia en la Provincia" (art. 190 de la Constitución de Mendoza).

b) Decisiones no revisables por otro órgano de la Administración Central: En ningún caso las decisiones sobre aguas adoptadas por el DGI son revisables por el poder central, ni siquiera a través del recurso de alzada que regula la Ley 9003. Conforme la Ley 322 contra los fallos que dicte el Honorable Consejo de Apelación al resolver un recurso de apelación, como de las resoluciones que pronuncia el Superintendente en última instancia, sólo habrá acción procesal administrativa por ante la Suprema Corte de la Provincia (art. 19). Ello configura la autarquía institucional, de jerarquía constitucional, del DGI.

c) *Autarquía financiera:* La importancia que reviste el agua para el desarrollo socioeconómico de la provincia, ha forjado un sistema de administración basado en tres grandes principios desde el punto de vista financiero: autosuficiencia, equidad y eficiencia. La posibilidad de manejar sus propios recursos, sin depender económicamente ni de partidas presupuestarias que otorgue la H. Legislatura, ni de ejecuciones de las mismas que disponga el Poder Ejecutivo es la manifestación más clara de dicha independencia.

Anualmente el DGI dicta su presupuesto de gastos y cálculo de recursos como máxima expresión de la autarquía financiera o autarcía que ostenta, todo ello conforme lo dispone la constitución provincial: "*El Departamento de Irrigación sancionará anualmente su presupuesto de gastos y cálculo de recursos*." (art. 196). Esta disposición se complementa con lo dispuesto por Ley 1032 al señalar textualmente que:" *Los presupuestos del Departamento General de Irrigación [...] serán enviados (a la Legislatura) al sólo efecto de tenerlos presentes en el estudio de la situación general*".

La ejecución del presupuesto es sometida al control posterior por parte del Honorable Tribunal de Cuentas de la Provincia, pero sólo con respecto a la "legalidad" de las cuentas.

d) "*Ius edicendi":* El DGI ostenta la facultad de dictar normas de funcionamiento interno y externas de carácter obligatorio para toda la población, como máximo exponente del "Poder de Policía" de las aguas, cauces, riberas y zona de servidumbre.

5.6. Inspecciones de Cauce

La Carta Magna de 1894, al igual que las posteriores y en concordancia con la realidad vigente hasta la fecha, contemplaba también el gobierno de los cauces menores por los propios interesados con lo que se configura de manera acabada el esquema de descentralización que rige al agua en Mendoza.

Es decir que junto al DGI,- que administra la red primaria de riego-, aparecen las Inspecciones de Cauce, en adelante IC, como organismos conformados por los propios usuarios que tienen a su cargo administrar la red secundaria, terciaria y cuaternaria (canales derivados, ramas, ramos, hijuelas y desagües) de distribución, con facultad para determinar los gastos de administración que se efectuarán en el cauce y designar democráticamente a un usuario (Inspector de Cauce) para la administración del mismo.

Las IC, como modelo de administración hídrica en Mendoza, resultan en su origen una respuesta a la necesidad que imponía la expansión del regadío. Tal realidad económica impuso que los mismos regantes administraran la infraestructura común, surgiendo de esta forma los "canales" o consorcios de regantes como una suerte de personas jurídicas distintas a las de sus integrantes, con régimen financiero, poder impositivo y funcionarios propios

Su naturaleza jurídica resulta ser la de entes públicos no estatales, con personería y capacidad propia, surgiendo tal autarquía del art. 187 de la Constitución de Mendoza. Las Inspecciones de Cauce se constituyen *ministerio legis* –es decir, por imperio legal y sin concurso de voluntades de los integrantes- por todos los usuarios de un determinado cauce. El alto grado de participación que ejercen los usuarios garantiza la transparencia y eficacia de las decisiones adoptadas.

En el año 1996, por Ley n° 6.405, las IC son reguladas de manera exclusiva, se definen sus competencias y autoridades, las que son elegidas en el marco de lo estatuido en la Ley n° 5.302, sancionada en 1988, la cual ha sido reglamentada por Resolución n° 475/1998 HTA, y que configura el régimen vigente en materia de Elecciones de Inspectores de Cauce. En virtud de tales normas los Inspectores y delegados, serán elegidos cada cuatro años, en el mes de noviembre, por simple mayoría y a lista completa, pudiendo ser reelectos.

La citada normativa prevé como requisitos para ser candidato ser mayor de edad, argentino, saber leer y escribir, con cinco años de residencia mínima en la provincia; además, ser propietario de inmueble con concesión para uso de agua superficial con un mínimo de 1.000 m2, cuya dotación se efectúe por el cauce al que representará; no estar inhabilitado y no adeudar tributos de riego. A su vez, para ser elector se requiere tener propiedad (mínimo 1.000 m2) en el cauce.

Cabe mencionar que el voto es obligatorio y secreto, imponiéndose al usuario infractor al presente régimen la sanción de multa, cuyo valor es de tres veces la cuota de sostenimiento por hectárea del ejercicio vigente, la que se carga a la cuenta corriente del mismo. El HTA fija el día de la realización de los comicios notificándose la convocatoria mediante edictos publicados en el Boletín Oficial y diarios de la Provincia, designa las autoridades del comicio y controla el acto.

El Inspector de Cauce es quien tiene a su cargo las funciones ejecutivas, técnicas y de administración, ejerciendo las presupuestarias junto a un Cuerpo de delegados (tres miembros) quienes deben intervenir en la elaboración del presupuesto del consorcio de usuarios.

Terminan de conformar la estructura organizativa de las Inspecciones la Asamblea órgano de participación de usuarios por excelencia y la Comisión de Vigilancia, designada anualmente por la Asamblea de usuarios a efectos de fiscalizar la labor del Inspector de Cauce.

Conforme lo habilita la Ley 6405 las IC se podrán agrupar en asociaciones con la finalidad de asistencia recíproca en aspectos técnicos, contables y legales que implican la administración de las redes secundarias de riego.

Las IC resultan entonces una organización autárquica del Estado, aunque controlada. Ello implica que el Estado no debe intervenir en la oportunidad, mérito o conveniencia de lo que deciden los usuarios reunidos en Inspección de Cauce, lo que invalidaría la vida interna de los consorcios de usuarios. No obstante, las IC están sometidas al control ex post del DGI (art. 187 CP). El referido control, debe limitarse a la legalidad del funcionamiento de la Inspección.

Según los términos del artículo 23 de la Ley 6405 se establecen las funciones de fiscalización que, a través del H. Tribunal Administrativo, el DGI ejerce: (aprobar y efectuar los controles de legitimidad de la ejecución presupuestaria y de las rendiciones de cuentas de las Inspecciones y Asociaciones; aprobar los Estatutos de las Asociaciones de Inspecciones; requerir la exhibición de libros y documentos que estime necesaria; solicitar informes y disponer investigaciones de oficio o a petición de parte; verificar el cumplimiento de los recaudos exigidos para designar autoridades; designar veedores de las

Asambleas Generales de Usuarios; intervenir administrativamente la Inspección o la Asociación, (de oficio o a petición de los Usuarios, cuando existan causas graves que así lo justifiquen) y de la Superintendencia (vigilar el cumplimiento de las atribuciones, deberes y funciones asignadas a las Inspecciones y Asociaciones, cuidando de no entorpecer la regularidad de sus respectivas administraciones por las autoridades legítimamente constituidas; disponer inspecciones o verificaciones de carácter técnico que tengan por objeto asegurar el normal escurrimiento de las aguas y el adecuado funcionamiento hidráulico de las obras de conducción).

Por otra parte, en el marco de los arts. 221 h) LA, 5 de la Ley 322 y 9 de la Ley 6405, el DGI resuelve lo recursos de apelación interpuestos contra los decisorios del Inspector de Cauce, en su carácter de juez de canal o hijuela, ante conflictos que se planteen entre usuarios en materia de uso y preservación de las aguas

Por último cabe mencionar que existe una activa participación de los usuarios en el gobierno general de las aguas a través de la integración del HTA y H. Consejo de Apelaciones, órganos esenciales de la estructura estatal del agua.

Además, los Inspectores de Cauce conforman la Junta Honoraria de Inspectores, compuesta por el Consejero del Río, el Subdelegado de Aguas o Jefe de Zona de Riego y dos Inspectores de Cauce por cada una de las Zonas o Inspecciones Asociadas que integren el río, con la función de supervisar la distribución del agua y las obras de riego de su río, tomar conocimiento del Presupuesto de la Subdelegación de Aguas o Zona de Riego respectiva, dinamizar y sugerir prioridades en las obras a realizarse; participar en los actos licitatorios y de adjudicación de las mismas y en todo otro acto que signifique un beneficio para la comunidad de regantes.

Por último, integran a nivel consultivo el esquema de participación en la administración del recurso hídrico en Mendoza los Consejos Asesores de Cuenca, a quienes los Subdelegados pueden convocar para solicitar opinión en temas de administración de las respectivas cuencas. Estos Consejos se integrarán con usuarios del recurso hídrico, municipios, la academia, cámaras empresariales y por todo otro interesado en la correcta administración del agua.

5.6.1. Sobre el uso del agua

Siendo el agua un bien del dominio público (art. 235 CCyC), el principio básico aplicable será que su uso y goce (como cosa pública) le pertenece al pueblo, que es el titular de su dominio. La calidad de pública o privada de las aguas no depende de la naturaleza sino, por el contrario, de su “afectación” o “destino” realizado por el legislador a través de una ley formal.

El nuevo Código Civil y Comercial de la Nación, aprobado en 2015 por Ley 26994, enumera (artículo 235) como bienes públicos a diversos cursos de agua superficiales adicionando a los que antes mencionaba el art. 2340 inc. 3 a los estuarios, arroyos, glaciares y el ambiente periglacial, las aguas subterráneas, las aguas atmosféricas y a las que tengan o adquieran aptitud para satisfacer usos de interés general.

Sin embargo, la nueva norma lista como bienes privados –además de las aguas de fuente (art. 239 CCyC)- a los lagos no navegables (art. 236 CCyC), e incluso considera como bienes apropiables por particulares a las aguas que caen o corren por lugares públicos (art. 1947 CCyC). A su vez, ha omitido toda referencia sobre la situación de las vertientes que antes eran reguladas en el art. 2350 CC. Conforme el esquema anteriormente expuesto, existen diversos regímenes el de aguas públicas y el de las privadas, hoy de los particulares. Respecto a los lagos no navegables, los que conforme el citado artículo 236 pertenecerían al dominio privado del Estado salvo que tuviesen dueño, en la provincia de Mendoza por Ley 9190 sancionada en 2019, han sido afectados al dominio público provincial resultando en consecuencia bienes inalienables, imprescriptibles, inembargables y no susceptibles de posesión particular.

Al igual que las restantes legislaciones argentinas de aguas dictadas en cada provincia, el régimen jurídico mendocino hace alusión al uso *común* (el que realiza un público genérico) y al uso *especial de las aguas (*que sólo por ser efectuado por un público específico -permisionarios y concesionarios-). Cada categoría de usos tiene un régimen con distinto contenido y alcance.

El denominado “uso común” del agua, es el que *“pueden realizar todos los hombres por su sola condición de tales, sin más requisito que la observancia de las disposiciones reglamentarias de carácter general dictadas por la autoridad”.*[51]

Partiendo de ese concepto podemos encuadrar entre los usos comunes a aquellos que satisfacen las necesidades físicas indispensables para la vida misma: beber, bañarse, lavar ropa, abrevar ganado,

patinar en zonas congeladas, navegar, pescar; como así también cualquier otro uso individual que importe cubrir necesidades básicas, sin modificación sensible de la calidad o cantidad del recurso hídrico.

El uso común no demanda caudales significativos que exijan otorgar una cuota privativa del recurso a favor de los usuarios, por ello no requiere "concesión" o "permiso", no obstante, en todos los casos tendrá como límite no alterar la calidad de las aguas. Así lo prevé, por ejemplo, la última parte del artículo 109 de la Ley de Aguas mendocina, en adelante LA, debiendo tal uso ejercerse con sujeción a la reglamentación (art. 106 LA *in fine*).

Sin embargo, debemos referir que, cuando la magnitud de la extracción individual resulte despreciable, pero la sumatoria del total de ellas importe un impacto sensible en la disponibilidad de agua, será necesaria la organización de un sistema colectivo de uso mediante el otorgamiento de una utilización especial, tal cual ocurre con las concesiones para uso poblacional.

Cabe aclarar en este sentido que el uso colectivo de agua que realiza la comunidad a partir del servicio público de agua potable, si bien constituye un "uso común" en lo que hace a cada usuario particular de dicho servicio de abastecimiento domiciliario, resulta en su conjunto un "uso especial" destinado a abastecimiento poblacional que se concede al Estado titular de ese servicio público, ya sea en forma directa o a través del operador al que éste ha concedido la prestación de dicha actividad sanitaria. El consumo de agua que a través de dicho servicio realiza cada integrante de la población responde a la satisfacción de sus necesidades básicas indispensables; pero la labor misma del servicio, al comprender la producción, distribución y comercialización de agua para abastecimiento poblacional, excede el marco del uso común e ingresa al propio de los usos especiales, debiendo el ente regulador del servicio público coordinar su función con la autoridad del agua.

En los regímenes que regulan el "uso común" de las aguas, por lo general existe coincidencia en cuanto a que el mismo podrá hacerse tanto en acueductos naturales pertenecientes al dominio público, como artificiales pertenecientes a particulares o concesionados a particulares en "propiedad temporal".

No obstante, lo expresado, los cauces por donde discurren las aguas que pueden ser usadas por todos los habitantes, en la gran mayoría de los casos se encuentran rodeadas de propiedades pertenecientes a los particulares. En este supuesto, tal como lo dispone el artículo 108 LA, deberá requerirse el previo consentimiento del propietario para transitar por el inmueble, o en su caso limitarse la institución dominial con la correspondiente imposición de servidumbre administrativa. Esto es así en virtud de la garantía constitucional de "inviolabilidad de la propiedad privada", consagrada en el artículo 17de la CN.

En la Provincia de Mendoza el uso común del agua superficial es en principio libre, gratuito, impersonal e ilimitado, mientras que sobre el uso común de las aguas subterráneas pesa un tributo, canon-, que se persigue en concepto de pago por registración de la perforación.

Esta modalidad de uso se distingue del denominado "uso especial", el que se caracteriza en cuanto procura aumentar la esfera de acción y el poderío económico del hombre y es concedido expresamente por la autoridad competente. Este tipo de uso en principio es limitado a aquellos a los que se ha otorgado de manera expresa un título jurídico al efecto, y conlleva una pauta de onerosidad, que si bien no es de la esencia del uso especial encuadra en su naturaleza y se hace efectivo a través de un régimen económico financiero que lo grava.

5.6.2. Asignación del uso del agua

En ejercicio de su jurisdicción, Mendoza han regulado el sistema de asignación de los usos especiales del recurso hídrico, siendo el concesional el principal título jurídico. Los permisos también están contemplados como título jurídico que autoriza el uso especial del recurso hídrico (Ley 1920, 6044, Resolución 944/06, 334/20 HTA ss y cc, 778/96 Texto ordenado por Resolución 52/20 HTA).

El derecho especial de uso de aguas superficiales, por disposición constitucional (artículo 194), se adquiere mediante concesión legal; y en el caso del recurso subterráneo por concesión administrativa otorgada por la autoridad de aplicación de la Ley de Aguas Subterráneas n°4.035 (es decir, por el DGI). Dentro del esquema institucional del DGI, la facultad de otorgar permisos de perforación le compete al Superintendente mientras que la facultad concedente para el uso del agua es atribución del Honorable Tribunal Administrativo. Los aprovechamientos sobre desagües sólo requieren permiso del Superintendente

Las condiciones en que se otorgará el uso -y los consiguientes derechos y obligaciones de los concesionarios y/o permisionarios- es materia reservada a las Provincias dentro de su legislación local, como ha reconocido el art. 237 CCyCN.

Desarrollando tales condiciones, el art. 12 LA reconoce a favor de quienes tenían derechos al uso de las aguas adquiridos con anterioridad a la Ley de 1884 un derecho de uso denominado Definitivo. Tales derechos adquiridos, para efectivizarse, debían inscribirse en el marco de los arts. 17 y 103 LA. Derechos que integran el patrimonio de sus titulares y no pueden ser desconocidos por las leyes que los regulan (arts. 14, 17 y 28 CN y art. 117 LA).

Por otra parte, no obstante, el derecho reconocido por el art. 12 LA en cuanto al uso concedido a los particulares, este no es ilimitado y se encuentra sometido en todo lo referente a su extensión y condiciones a lo dispuesto por el título de concesión, la ley y demás reglamentación que se dicte al efecto. El art. 240 CCyC, en este sentido, restringe el derecho individual patrimonial que implica la concesión, en función de otros derechos de incidencia colectiva, así como de las disposiciones administrativas que se dicten.

La Ley de Aguas de 1884, determinó al tiempo de su sanción la obligación de todo propietario de un terreno con derecho en uso actual y efectivo ("cultivado") de presentarse ante la Autoridad Hídrica, a fin de hacer registrar el número de hectáreas cultivadas y obtener el correspondiente título por el número de hectáreas que justifique tener. Estos usos dieron lugar a las denominadas concesiones "definitivas", las que tienen derecho a ser servidas en todo tiempo, sin consideración a la antigüedad de su otorgamiento.

Fuera de los derechos preexistentes a la Ley de Aguas 1884, todo el que quiera aprovechar el agua pública deberá contar con expresa concesión de autoridad competente (art. 110 LA), no pudiendo otorgarse nuevas concesiones o reconocerse derechos en perjuicio de los derechos adquiridos en forma preexistente.

Conforme lo determinan los arts. 18, 19, 22, 23, 105, 118 y 129 LA se prohíbe el otorgamiento de nuevas concesiones salvo a título eventual. Estas concesiones, a diferencia de las descriptas en el párrafo anterior, sólo pueden ser servidas con las intermitencias debidas a la carencia o la disminución del agua (art. 20 LA), y por ello se suministrarían una vez abastecidas las "definitivas". Dentro de las concesiones eventuales, el orden cronológico de otorgamiento debería brindar la preferencia de suministro (art. 21 LA).

De esta forma, surge la distinción legal entre los actuales usuarios del agua en Mendoza: quienes presentan un derecho de agua que se remonta a la sanción de la ley de 1884, son titulares de carácter "definitivo" y gozan de la prerrogativa jurídica de ser servidos con preferencia a los otorgados con posterioridad, y quienes presentan un derecho "eventual" sobre aguas públicas, que deben ser servidos sin perjudicar a los derechos definitivos.

La concesión otorga al particular un derecho subjetivo de índole administrativa que permite usar privativamente del agua concedida en la medida en que esté disponible, mientras que la figura jurídica del permiso implica una mera tolerancia de la administración al uso del recurso público por un particular; que esencialmente puede ser revocado en cualquier tiempo.

En la actualidad tanto los derechos definitivos como los eventuales son suministrados simultáneamente, aunque con un coeficiente diferencial.

Todos los títulos jurídicos para el uso del agua o del dominio público hidráulico conforme lo dispone el art. 103 LA, junto a la Ley 1920 en lo que hace a las aguas privadas, la Ley 4035 respecto de las subterráneas, y la Resolución 778/96 HTA en lo que hace a los establecimientos industriales que vierten a cauce público, se inscriben en los registros que la autoridad del agua administra al efecto.

Como pauta de asignación de derechos al uso del agua toda concesión de aprovechamiento de aguas públicas se entenderá hecha sin perjuicio de tercero, y dejando a salvo los derechos de particulares.

En la mayoría de la legislación argentina de aguas la asignación de derechos de uso de aguas públicas es una facultad discrecional de los poderes públicos, aunque siempre sea una facultad limitada por la razonabilidad que además debe ser fundada. Mismo carácter reviste para dichas legislaciones la actividad modificatoria o extintiva de derechos de aguas.

5.6.3. Prioridades

En áreas signadas por la escasez de agua, a la hora de otorgar concesiones o permisos, resultará una cuestión clave el régimen de "prioridades" vigente. Es decir, la consideración de cuáles son los usos de mayor conveniencia al interés general, económico o ambiental para una sociedad determinada permitirá al órgano concedente, en caso de concurrencia de solicitudes, determinar a qué uso afectar el agua.

El establecimiento de un régimen de "prioridades" impone en la asignación de derechos privilegiar a unos usos o usuarios frente a otros, de manera tal que, en caso de concurrencia de solicitudes, el Administrador deba elegir a qué uso afectar el agua.

Mendoza, respecto de sus aguas superficiales, al igual que mayoría de las provincias argentinas ha adoptado un sistema de prioridades rígido que implica que no puede ser alterado por el Administrador. Este sistema si bien otorga seguridad jurídica, evitando situaciones de arbitrariedad por cambios injustificados de prioridades, presenta como inconveniente su falta de adaptabilidad a las circunstancias cambiantes, a consecuencia de la rigidez que le otorga la necesidad de un trámite de reforma legal. (Art. 115 LA)

En cambio, la Ley 4035 de Aguas Subterráneas prevé un sistema semi-flexible o mixto en virtud del cual se establece un orden de prioridades, pero contempla al mismo tiempo la posibilidad de alterarlo en función de determinados intereses o lineamientos. Este sistema permite al Administrador invertir el orden de prioridades en función del interés económico, social o por la mayor factibilidad de lograr una mejor eficiencia y rentabilidad en el uso del agua.

Al igual que la generalidad de las legislaciones argentinas, tanto la legislación de aguas superficiales como subterráneas priorizan el abastecimiento de poblaciones, en primer término, luego el riego, la generación eléctrica, industria, usos petroleros, mineros, medicinales, piscícolas, etc.

El orden de preferencias que establece el art. 115 LA es aplicable entre solicitantes de aguas para distintos usos. En caso de concurrencia de solicitudes sobre un mismo uso, el art. 116 LA permite al Administrador aplicar el criterio de "mayor importancia y utilidad" del emprendimiento. En paridad de circunstancias, será preferida aquella que primero hubiera solicitado el uso en aplicación del axioma romano "*prior tempore, prior iure*".

5.6.4. Pautas para la cobertura de la demanda

La demanda de agua formalizada en los respectivos títulos jurídicos (concesiones o permisos) es cubierta con aguas que siempre están fluyendo en el marco del ciclo hidrológico, razón por la cual, para su satisfacción, deberá determinarse el volumen a que tendrá derecho cada titular.

Si bien conforme el art. 122 LA, la Ley de Aguas adopta un sistema volumétrico de entrega de la dotación, que combina tres variables (volumen-tiempo-superficie), establece también el sistema de "turnado" para los supuestos de escasez extraordinaria, lo que en la práctica se ha transformado en la regla.

Para el caso de los usos agrícolas el sistema adoptado consiste en una dotación con un caudal máximo, un tiempo de entrega de ese caudal (por segundo) y una superficie para ese caudal (hectárea), asignándose así un volumen fijo para cada concesión. La LA prevé que para cada concesión debe establecerse el caudal máximo que recibirá, el que en el caso del uso agrícola nunca podrá superar un litro y medio por segundo y por hectárea, es decir 47.000 m3 ha/año (artículo 122).

Posteriormente, en 1907, por leyes nº 386 y 402, se encomendó a la autoridad hídrica proyectar las obras de irrigación "*en el concepto de que el uso del agua sea en cantidad suficiente, por hectárea, para llenar las necesidades a que se la destina*" (art. 1 ley nº 386).

Por su parte la ley nº 430, sancionada también en 1907, insta a que *se determine la cantidad de agua que corresponde por cada hectárea, según la naturaleza del terreno y clase de cultivos existentes*". La finalidad de esta norma se encaminaba a "*poder llegar, por el aforo de los ríos y por el estudio de las tierras y clase de cultivos, a que el agua se distribuya en forma metódica, satisfaciendo los servicios a que se la destina y dando a cada uno lo que legítimamente necesite y le corresponda*", por ello, "*previo a toda concesión debe apreciarse el caudal medio destinado para regadío por el río o arroyo de que derive, así como la estimación de la cantidad de agua normal que requiere un terreno y un cultivo determinado para no incurrir en el error, por falta de antecedentes, de otorgar aprovechamientos de agua en cantidad mayor o menor a la necesaria por hectárea, desde que varía según la naturaleza del terreno y clase de cultivo*".

Todo esto, para corregir el hecho de que "*la distribución del agua desde la primera ley que se dictó al respecto no obedece a un criterio ni a base alguna científica y ha sido determinada teniendo en cuenta su propia abundancia y la limitada extensión de los cultivos. No obstante, el tiempo transcurrido desde la sanción de dicha norma aún no se ha logrado la aplicación efectiva de tales criterios.*

Para épocas de escasez extraordinaria de agua se encuentra previsto un sistema de aprovechamiento por turnos el cual implica la aplicación de un sistema de volumen variable en virtud del cual el caudal disponible se distribuye en forma proporcional entre los concesionarios. Este mecanismo del turnado en época de escasez, previsto como excepcional por la legislación para operar la distribución

en tales situaciones de carestía, ha devenido absolutamente normal y ordinario desde hace tiempo en la provincia de Mendoza (art. 162 a 167 LA).

De esta forma, cada regante, en función del alcance cuantitativo de su concesión de agua, tiene derecho a un volumen hídrico máximo -en la mayoría de los casos aún no determinado-, el que debe ser establecido en función de la necesidad del caso y de la disponibilidad de recurso. Así, por ejemplo, una propiedad con una concesión de agua para riego de 10 ha., tiene derecho a recibir un volumen máximo a determinar con un máximum de 1,5 lts/seg; y en caso de escasez, recibirá un volumen proporcional de agua en función de la disponibilidad del recurso hídrico

Si de aguas subterráneas se trata conforme la Ley 4035 reglamentada por Res. 751/17 HTA el titulo concesional establece el volumen máximo autorizado a extraer por mes o por año como así también las obligaciones de instalar instrumentos de medición y desarrollar efectivamente el proyecto productivo denunciado.

Cabe agregar que el vigente régimen legal no contiene disposición expresa para regular el agua en contexto de sequía. Es por ello que el DGI vía reglamentación por parte de la Superintendencia ha implementado medidas estructurales y no estructurales, algunas de implementación progresiva otras urgentes. Como medidas urgentes se préve la ocupación temporaria de perforaciones, ofrecidas voluntariamente por los titulares de las mismas o seleccionadas por la autoridad entre las que se encuentren en condiciones de aportar caudal a cauces públicos. Para una eficiente distribución del agua, teniendo en cuenta los caudales reales disponibles, será factible la entrega de dotación solo a propiedades cultivadas, es decir que, si una propiedad se encuentra al día en el pago de los tributos hídricos, en aquellos regímenes que ello resulta una condición *sine qua non* para recibir el agua, pero no se encuentra cultivada, no debieran recibir agua, (Res.1410/17).

5.6.5. Instrumentos para la reasignación de derechos

La existencia de demanda hídrica insatisfecha ocasionada por la sequía en regiones que ya tienen todos sus recursos hídricos concesionados, es decir asignados a diferentes usos, requiere como mínimo, de la implementación de los típicos instrumentos legales de reasignación de agua.

La demanda de agua que goza de un título jurídico para su satisfacción puede ser gestionada tanto mediante mecanismos públicos, que se caracterizan por la intervención activa del poder público (revisión concesional, caducidad, expropiación, y transferencia de derechos), como por mecanismos de gestión privada en aquellos regímenes que lo permiten (mercados, bancos de agua, centros de intercambios, etc.).

El régimen jurídico del agua de Mendoza reconoce los siguientes mecanismos de reasignación:

5.6.6. Revisión de concesiones. Revocación

Como ya se mencionara en todo sistema de administración de recursos hídricos, encontramos como método más usual de asignación de los mismos a la concesión o el permiso de uso de aguas del dominio público. En general en los regímenes jurídicos para zonas áridas, tanto la concesión como el permiso llevan implícitos la obligación de uso.

En contextos de sequía resulta viable que se implementen políticas de revisión y reordenamiento de concesiones y permisos, ello en razón de que las circunstancias existentes al momento del otorgamiento de las mismas (disponibilidad, obras hidráulicas, precios de mercado de ciertos productos, crecimiento demográfico de determinadas zonas, etc.) no se mantienen inalterables en el tiempo, sino que por el contrario van mutando.

No obstante, si bien los mecanismos de revisión y modificación de concesiones se encuentran contemplados en el régimen legal del agua local es cierto que es una política poco aplicada siendo algunas de las razones de ello, la falta de seguridad jurídica que generaría el ejercicio frecuente de los mismos.

Es que el otorgamiento de un permiso requiere una evaluación de correlación entre el interés público y la finalidad para la cual es permitido el uso especial sobre una porción del dominio público, su revocación también exige que haya desaparecido o variado objetivamente la conveniencia que dio lugar al nacimiento del permiso en función de los mismos intereses generales o fin público que inicialmente lo justificaron.

Vía reglamentación originaria del HTA se ha previsto la posibilidad de proceder a la eliminación de derechos como forma de extinción de los mismos, principalmente para dar lugar a un saneamiento de las irregularidades registrales detectadas por relevamientos catastrales.

5.6.7. Expropiación

Otro método de reapropiación de cupos de agua concesionados es la expropiación. Mediante este procedimiento se extingue de manera forzosa el derecho de uso de un concesionario, consolidándose nuevamente el dominio público pleno mediante la recuperación del dominio útil que implica la concesión, de modo que la administración puede otorgar al recurso un nuevo destino de interés común. En este caso será procedente el pago previo de una justa indemnización.

En particular, la revocación de la concesión por motivos de oportunidad, mérito o conveniencia importará la expropiación del derecho, y en consecuencia se exige la declaración de interés público formulada por ley y la previa indemnización.

En el caso de que la concesión sea revocada en favor de otro concesionario que lo precede en el orden de prioridades, sólo se requerirá indemnización, la mayoría de las legislaciones contienen una declaración de utilidad pública genérica anticipada. Si se tratara de derechos de igual categoría, habrá de atenderse a la antigüedad en el tiempo con respecto a otros para proceder a la expropiación.

Por el contrario, si la revocación fuera en beneficio de un uso de igual o inferior prioridad, además de la indemnización, se requerirá una ley especial declarando en el caso concreto la utilidad pública que implica el uso no prioritario sobre el que se ha de revocar.

En materia de expropiación el Decreto Ley 1447/75, el que prevé el régimen general de expropiaciones en la Provincia por causa de utilidad pública, la cual se configura en todos los casos en que se persiga la satisfacción de una exigencia determinada por el perfeccionamiento social.

5.6.8. Caducidad

Todo régimen de concesiones y permisos de uso de aguas del dominio público contiene de manera expresa la obligación del concesionario de cumplir con las obligaciones generales que derivan de tal carácter, además, y muy especialmente, las particulares que se le hayan impuesto al tiempo del otorgamiento de su título jurídico. En caso de detectarse un incumplimiento de tales obligaciones la autoridad del agua iniciará el procedimiento respectivo con la finalidad de aplicar la sanción correspondiente, que en la mayoría de las legislaciones consiste en la declaración de caducidad de la concesión o permiso.

El régimen jurídico del agua de Mendoza prevé la caducidad de la concesión como sanción, entre otras causas, por el no uso del recurso asignado durante un cierto tiempo, por incumplimiento de cualquiera de condiciones esenciales, el no pago de los tributos hídricos, usar el agua para un destino distinto o en mayor cantidad de la concesionada, etc.

Una vez constatado el incumpliendo y siempre respetando las reglas del debido proceso, donde debe darse al concesionario la oportunidad de alegar y probar las razones que invoque en su defensa, se resolverá sobre la caducidad y procederá a la baja registral del derecho.

Concordantemente con el art. 16 LA, la Ley 322 dispone en su art. 30 que, al otorgarse una concesión, se fijará en cada caso el término dentro del cual debe aprovecharse, bajo pena de caducidad. Este término no podrá exceder de dos años contados desde la fecha de la concesión. Igualmente, el art. 125 LA dispone que las concesiones de aprovechamiento de agua caducarán por no haberse cumplido las condiciones y plazos con arreglo a los cuales hubiesen sido otorgadas.

La sanción de caducidad constituye, la expresión de la facultad de “Policía de las Aguas” que la Ley acuerda al Superintendente General de Irrigación a través de los arts. 6, 10 y 190.

En materia de aguas subterráneas la ley 4035 también contempla la sanción de caducidad en su art. 35. Para que la sanción sea legítimamente impuesta, es necesario que el “no uso” del recurso le sea imputable al particular, ya que la Ley expresamente establece que los cinco años comenzarán a computarse desde que el concesionario esté en aptitud de usarlo.

Resulta necesario, a los fines de hacer efectiva la garantía constitucional del debido proceso, otorgar al concesionario la posibilidad de ser escuchado como paso previo a resolver la caducidad del derecho.

5.6.9. Mecanismos de intercambio de turnados

En la provincia de Mendoza, como mecanismo tendiente a optimizar los criterios de eficiencia en el uso, equidad y equilibrio en la asignación y a los fines de no lesionar en modo alguno los derechos de aquellos que tenían asignada el uso del agua por concesión legal, se creó un banco de agua (RUA) que buscó la participación voluntaria de los usuarios que desearan una disminución de la dotación de agua que tienen concesionada, o bien simplemente, dejar de recibirla por una cantidad previamente

concertada de tiempo. En este mecanismo la transferencia no es de derechos o concesiones sino, por el contrario, sólo se transfiere el uso (turno, como comúnmente se lo conoce).

La base legal de dicho banco de agua se encuentra en los términos del art. 26 LA el cual autoriza a aplicar el caudal del turno que corresponde al derecho asignado a una propiedad en otro predio distinto, también beneficiado con un derecho que debe ser abastecido en el mismo sistema de distribución; operación que no supone asignar o transferir el derecho del primer predio al segundo, sino sólo aplicar material y provisoriamente caudales en una propiedad distinta a aquella a la que se otorgó la concesión a la que corresponden esos caudales. Este artículo fue primeramente reglamentado por la Resolución 160/64 de Superintendencia, la que estableció los requisitos que deben acreditarse para que sea procedente el traspaso. Más tarde la Resolución 286/95 HTA y sus modificatorias Resoluciones 323/99 HTA y 789/03 HTA ha regulado el llamado “Registro de Uso de Agua" (RUA).

En la actualidad a propuesta del Superintendente se encuentra en análisis un proyecto de creación de Centros de Intercambio de Turnados como mecanismo de reasignación de cupos de aguas a implementar en períodos de sequía.

5.6.10. Preservación de la calidad del agua

Los artículos 131 y 134 LA, constituyen las normas de contenido ambiental, de mayor antigüedad, vigentes actualmente en Mendoza. Dichas disposiciones procuran la preservación de la calidad del agua frente a la actividad industrial, autorizando a la Administración a suspender establecimientos e incluso caducar sus concesiones de agua en caso de que contaminen.

Con posterioridad siguiendo el desarrollo ambiental que se generó a nivel internacional en las últimas tres décadas del siglo pasado la Ley 6044 estableció el sistema de tutela de la calidad del agua que rige en Mendoza la cual puede considerarse como parte de la legislación complementaria que establece el art. 41 CN, estatuyéndose así un régimen de control de las actividades antrópicas que como instrumento de política ambiental fija la Ley 25675.

La mencionada Ley, establece que las normas de preservación del agua revisten el carácter de orden público, debiendo el proceso normativo atender en el marco de la sustentabilidad el ciclo hidrológico, el manejo por cuenca y un enfoque ecosistémico, siendo obligatorio el tratamiento de efluentes degradantes (art. 42). A tal fin faculta al ente regulador del servicio público de agua potable y saneamiento (EPAS) y al DGI a emitir coordinadamente normas sobre calidad del agua para sus respectivas competencias funcionales (art. 43); deslindando áreas de competencias para la aplicación normativa (art. 44) y ampliando el esquema sancionatorio original de la Ley de Aguas (art. 45).

El deslinde de competencias que realiza el referido art. 44 de la ley 6044, atribuye al Departamento General de Irrigación la aplicación de las normas de calidad ante efluentes de cualquier naturaleza que puedan descargar en cauces hídricos naturales, sistemas de riego, y embalses naturales y artificiales. El EPAS es competente cuando se trate de efluentes cloacales, o de otros efluentes que sean vertidos en colectores cloacales e industriales o en sistemas cerrados de reutilización. Los Municipios son competentes cuando se trate de efluentes volcados en la red de riego del arbolado público y desagüe pluvial. En otras palabras, el DGI entiende sobre todos los efluentes que vuelquen a los sistemas hídricos que según la Constitución provincial están bajo su administración exclusiva; el EPAS lo hace respecto de los efluentes que se encuentran dentro del servicio público de saneamiento, y los Municipios cuando se trate de vertidos en cauces bajo su administración.

Reglamentando e integrando los postulados de los arts. 131 y 134 LA, los arts. 42 a 45 de la Ley 6044 y las Leyes 4035 y 4036 de Aguas Subterráneas, el Departamento General de Irrigación dentro de las atribuciones normativas que establece el art. 43 de la Ley 6044 ha emitido la Resolución 778/96 de su Honorable Tribunal Administrativo, Reglamento General para el Control de Contaminación Hídrica.

Recientemente el DGI aprobó, - por Resolución n° 51/20 y 52/20 HTA que constituye el texto ordenado, modificaciones al régimen del Control de Calidad del agua que regula los vertidos industriales al dominio público hidráulico. La modificación se basa en tres aspectos centrales: los títulos habilitantes para el vuelco o reúso, parámetros de vuelco o reúso (concretamente la conductividad eléctrica específica) y los procedimientos de fiscalización y sancionatorio.

5.7. Legislaciones Conexas

5.7.1. Leyes del Ambiente

Diversas Leyes regulan la tutela del ambiente, destacando la Ley General del Ambiente n° 5961 y sus reglamentaciones. En dicho régimen, se contempla la evaluación ambiental previa a toda obra, procedimiento preventivo en el que las autoridades del agua deben emitir su Dictamen sectorial, en muchas ocasiones como instancia obligatoria previa a cualquier decisión (Ley 7722, Decreto 248/18).

5.7.2. Ley de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo 8051

Dicha ley ha establecido en procedimiento para ordenar el territorio provincial. En particular, la norma adhiere en forma expresa a las políticas sobre Cuencas Hidrográficas definidas por el Departamento General de Irrigación como órgano extra-poder y las decisiones que determine la Legislatura para otorgar nuevas concesiones o ampliaciones de las zonas bajo riego, disponiendo que en la política de ordenamiento Territorial se debe tener la necesaria coordinación con la autoridad de aguas sobre la base de las normas constitucionales y legales que regulan el uso del agua en la Provincia.

5.7.3. Coordinación de la planificación territorial e hídrica

En Mendoza, cuyo modelo de desarrollo y ocupación territorial ha sido organizado a partir de la asignación del agua en oasis artificiales para un desarrollo intensivo de las actividades antrópicas, resulta necesaria la coordinación entre el territorio y la gestión hídrica.

Como ya mencionamos la Constitución provincial ha dispuesto que los derechos a nuevos usos del agua deben ser concedidos legislativamente -con una exigente mayoría especial-(art.195) en base a un estudio técnico previo que sobre la disponibilidad hídrica debe realizar el DGI (art. 194 CM), siendo tales derechos inherentes al predio al que se conceden (art. 186 CM), lo que impide su traslación a otros ámbitos territoriales. A su vez, la misma Constitución dispone que las grandes obras que resulten necesarias a tal fin ser autorizadas por ley (art. 192). La autoridad encargada de tales informes hídricos ante la autoridad legislativa, así como de la aplicación del régimen de las aguas, ha sido dotada de particulares rasgos de autonomía (arts. 188 y siguientes, CM), lo que potencia la independencia con respecto a las restantes autoridades administrativas responsables de aplicar otros regímenes -como los referidos a ambiente o territorio- ordenamiento territorial y ambiental en la Provincia de Mendoza.

Por su parte el esquema regulatorio fijado en las normas de presupuestos mínimos de protección ambiental derivado del art.41 CN ha sido complementado en la Provincia de Mendoza mediante las Leyes N° 5961, 8051 y 8195/2010. Asimismo, la Ley de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo (LOTUS), por su parte, ha contemplado diversos aspectos que hacen a la coordinación de la variable territorial con la gestión del recurso hídrico.

Conforme dicha norma se procurará un desarrollo territorial atendiendo la variable hídrica (art. 3 inc. a), b), c) y i), art. 4 inc. b) y h)) clasificando al territorio en función del uso del agua (art. 14). Además, dentro del contenido fijado por el art. 21 para el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial, se procuran acciones necesariamente conexas a la gestión hídrica –sobre desertificación, salinización, erosión y degradación de los suelos y contaminación hídrica-, las cuales deberían ser coordinadas, conforme afirma la propia ley, con las acciones establecidas en los demás planes (inc. v).

En particular, el mismo art. 21 impone una coordinación entre los instrumentos propios de la gestión del agua y del territorio al contemplar dentro del contenido del Plan Provincial de Ordenamiento Territorial el "adherir" a las políticas sobre Cuencas Hidrográficas definidas por el DGI y las decisiones que determine la H. Legislatura para otorgar nuevas concesiones o ampliaciones de las zonas bajo riego (inc. g).

Reafirmando este precepto, el Anexo 3 de la LOTUS establece que "*la aplicación e interpretación de las disposiciones de esa norma deberá basarse en diversos principios y normas, resaltando en particular en el punto B.7 el Régimen Especial en materias de agua que conforman los arts. 186 a 196 de la Constitución provincial y los principios básicos de inherencia del derecho del agua al predio, la concesión de derechos mediante Ley, la naturaleza extra-poder y la autonomía política del Departamento General de Irrigación y su competencia sobre todos los asuntos referidos a la irrigación, entendiendo que: "en la política de Ordenamiento Territorial, se debe tener la necesaria coordinación con la autoridad de aguas, sobre la base de dichas normas constitucionales y teniendo en cuenta la Ley de Aguas, la Ley de Aguas Subterráneas y la Ley 6405, que establece el funcionamiento de las organizaciones de usuarios hídricos de la Provincia".*

Para hacer efectiva tal coordinación la LOTUS incorpora al DGI dentro de los órganos consultivos que crea (arts. 8 y 40), con la finalidad de dar posibilidad al diálogo institucional entre las autoridades responsables de aplicar el régimen territorial y las propias del agua.

Cabe concluir diciendo que conforme la supremacía constitucional del régimen hídrico resultará inconstitucional cualquier disposición en materia de ordenación del territorio que pueda implicar desplazar de modo alguno al DGI en materia de planes, programas y estudios que se deban efectuar en desarrollo de los artículos 188 a 196 de la Constitución de Mendoza, más allá de los institutos territoriales que introduce la LOTUS en virtud de que conforme su art. 21 se dispone que el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial debe adherir a las políticas sobre Cuencas Hidrográficas definidas por el Departamento General de Irrigación y las decisiones que determine la H. Legislatura para otorgar nuevas concesiones o ampliaciones de las zonas bajo riego, lo que refleja los procedimientos expuestos en los arts. 194 y 195 de la Constitución de Mendoza.

Refuerza tal postura los términos del art. 8 de la LOTUS cuando señala que la aplicación e interpretación de las disposiciones de dicha ley deberá basarse en principios y normas que se detallan en el Anexo 3, entre los que resalta la referencia al Régimen Especial de Mendoza en materias de agua.

5.8. Aspectos interjurisdiccionales

Las aguas interjurisdiccionales se rigen por ciertos principios reconocidos internacionalmente que -en caso de ser necesario para las provincias- pueden ser especificados mediante acuerdos interjurisdiccionales o dirimirse los desacuerdos ante la Corte Suprema de Justicia de la Nación.

Mendoza ha suscripto con las Provincias de La Pampa, Neuquén, Río Negro y Buenos Aires un Tratado sobre el río Colorado en el que se regulan las obras de embalse, derivación, trasvase y usos que corresponden a esas provincias sobre el referido curso.

Respecto del río Atuel frente a un conflicto con la Provincia de La Pampa se ha acudido ante la referida Corte efectos de dirimir la distribución de aguas para usos consuntivos, habiendo determinado dicho tribunal que Mendoza presenta un derecho preferente al uso de las aguas hasta cubrir sus usos actuales por 75671 ha, sin perjuicio del derecho de ambas provincias a participar equitativamente en los usos futuros que se desarrollen por encima de dicha superficie. En la actualidad frente a un nuevo reclamo de dicha provincia, aún sin resolución definitiva, se mantiene latente el conflicto Interjurisdiccional.

5.9. Observaciones Capitulo Legal

- En la República Argentina, como estado federal, son las provincias quien tienen la potestad de administrar, establecer políticas y reglar el uso de las aguas. Quedan delegadas para la Nación algunas competencias, en particular todo lo relativo a ríos interprovinciales navegables, causas de almirantazgo y jurisdicción marítima, y el dictado de leyes de presupuestos mínimos de protección ambiental.
- La Provincia de Mendoza fue pionera en incorporar principios de gestión del recurso hídrico en el texto original de su Carta Magna de 1854. Desde entonces, en la provincia se han dictado una gran cantidad de leyes y normativas de la propia autoridad del agua que con el correr del tiempo han quedado en desuso, se superponen o contradicen. Esto ha producido una modificación del orden lógico y de la estructura de principios del régimen legal del agua en Mendoza.
- El desafío de hoy es avaluar si ese marco legal complejo y que tuvo su origen en una sociedad colonial brinda los instrumentos para la gestión del agua en un escenario actual donde los requerimientos ambientales, el desarrollo urbano, una matriz productiva intersectorial y la disponibilidad de nuevas tecnologías deben conjugarse en el marco de los desafíos del cambio climático. Es decir, si los instrumentos legales del siglo XIX brindan las herramientas para gestionar el agua en el siglo XXI.
- Numerosos especialistas en materia hídrica han manifestado que la legislación del agua de Mendoza quedo desactualizada y la importancia de dictar un Código de Aguas para modernizar y agilizar su gestión.
- En el marco jurídico de la gestión de los recursos hídricos, se debe prestar atención a la relación de la legislación específica con legislación que regula la protección del ambiente o el ordenamiento territorial.

- Con respecto a la institucionalidad del agua en Mendoza, se destaca que está estrechamente vinculada a los aspectos geográficos y climáticos de la región. Las regiones áridas han conformado organismos mayormente descentralizados en materia operativa y financiera, orientados principalmente atender las necesidades del riego. La red de riego existente fue desarrollada y financiada mayormente por el sector privado, sobre todo en el siglo IX.
- El régimen jurídico de Mendoza se basa en los Principios de Política Hídrica, establecidos en la Constitución Provincial (artículos 186 a 196). Dichos principios no pueden ser alterados en virtud de su rango constitucional, pero si reglamentados legalmente.

  Tales principios son:
  - Inherencia (Art.186):
  - Participación (Art.187):
  - Administración Única y Descentralizada (Art.188):
  - Obras Hídricas (Art.192):
  - Administración por Cuencas (Art.193):
  - Concesión Legal (Art.194):
  - Política y Planificación Hídrica-territorial (Art.195):
  - Autarquía Financiera del DGI (Art.196):
- El sistema de administración hídrica de Mendoza se caracteriza por tener un doble nivel. Un primer nivel donde el Departamento General de Irrigación que es un órgano estatal, participativo y extra poder de la administración provincial, realiza la gestión hídrica y cuenta con el poder de policía de las aguas. En un segundo nivel se encuentran las Inspecciones de Cauce que son órganos públicos no estatales y de manejo directo por los usuarios y realizan la operación del sistema de distribución hídrica.
- El Departamento General de Irrigación es por mandato constitucional el único administrador del agua en la provincia (art. 188 CP). La autarquía de la institución frente al gobierno provincial independiza sus decisiones de los vaivenes políticos.
- Las Inspecciones de Cauce, son organismos conformados por los propios usuarios que administran el sistema de distribución secundaria del agua. Su autoridad, el Inspector de Cauce se elige democráticamente.
- Sobre el uso del agua es importante destacar que según la legislación el agua es un bien del dominio publico (art. 235 CCyC). La definición de si un agua es pública o privada no depende de su naturaleza si no de su destino o afectación, para el uso privativo del agua publica se requiere una autorización del Estado. La legislación de Mendoza diferencia los usos en dos, el “uso común” es el que puede realizar el público genérico y el “uso especial de las aguas” que solo puede ser efectuado por los permisionarios o concesionarios.
- Se detalla en el presente documento el marco legal con respecto a los criterios de asignación de uso del agua, el régimen de prioridades que se impone en la asignación de derechos y las pautas generales para la cobertura de las demandas hídricas.
- Se describen también otros instrumentos legales fundamentales para la gestión del agua como son los instrumentos de reasignación de derechos, revisión de concesiones, revocación, expropiación, caducidad y mecanismos para el intercambio de turnados.
- Con respecto a la preservación de la calidad de las aguas, la Ley de Aguas en sus artículos 131 y 134 ya incluía conceptos con orientados a la preservación de la calidad del agua frente a los usos industriales. En busca de reglamentar estos conceptos, así como también otros postulados incluidos en legislación más moderna, el Honorable Tribunal Administrativo del Departamento General de Irrigación mediante la resolución 778/96 establece el Reglamento General para el Control de Contaminación Hídrica. Recientemente el DGI aprobó, - por Resolución N° 51/20 y 52/20 HTA que constituye el texto ordenado, modificaciones al régimen del Control de Calidad del agua que regula los vertidos industriales al dominio público hidráulico.
- Mendoza ha suscripto con las Provincias de La Pampa, Neuquén, Río Negro y Buenos Aires un Tratado sobre el río Colorado en el que se regulan las obras de embalse, derivación, trasvase y usos que corresponden a esas provincias sobre el referido curso.
- Respecto del río Atuel frente a un conflicto con la Provincia de La Pampa se ha acudido ante la referida Corte efectos de dirimir la distribución de aguas para usos consuntivos. En la actualidad

frente a un nuevo reclamo de dicha provincia, aún sin resolución definitiva, se mantiene latente el conflicto Interjurisdiccional.

- Como conclusiones preliminares sobre el marco jurídico, destacamos que la Provincia de Mendoza fue pionera en establecer principio de gestión hídrica en su constitución, así como también en establecer un régimen jurídico específico para la gestión del agua y preservación de las aguas.
- Este régimen junto con un modelo institucional que cuenta con dos niveles de gestión permitió el desarrollo de la provincia desde el siglo XIX. La estructura institucional combinada del Departamento General de Irrigación junto con las Inspecciones de Cauce permite alcanzar una gestión independiente del gobierno provincial y con un alto grado de participación de los usuarios.
- El escenario actual del cambio climático junto con los cambios demográficos y territoriales obligan a realizar una evaluación profunda sobre si la legislación sobre la que se desarrolló la provincia de Mendoza brinda los instrumentos para la gestión hídrica no solo en la actualidad si no también en los años por venir.
- Destacados especialistas sugieren, desde hace varias décadas que la legislación debe ser actualizada para modernizar y agilizar la gestión del recurso hídrico.

6. CAPÍTULO SEIS: ESTRUCTURA DE ADMINISTRACIÓN HÍDRICA DE MENDOZA

6.1. Autoridades del agua

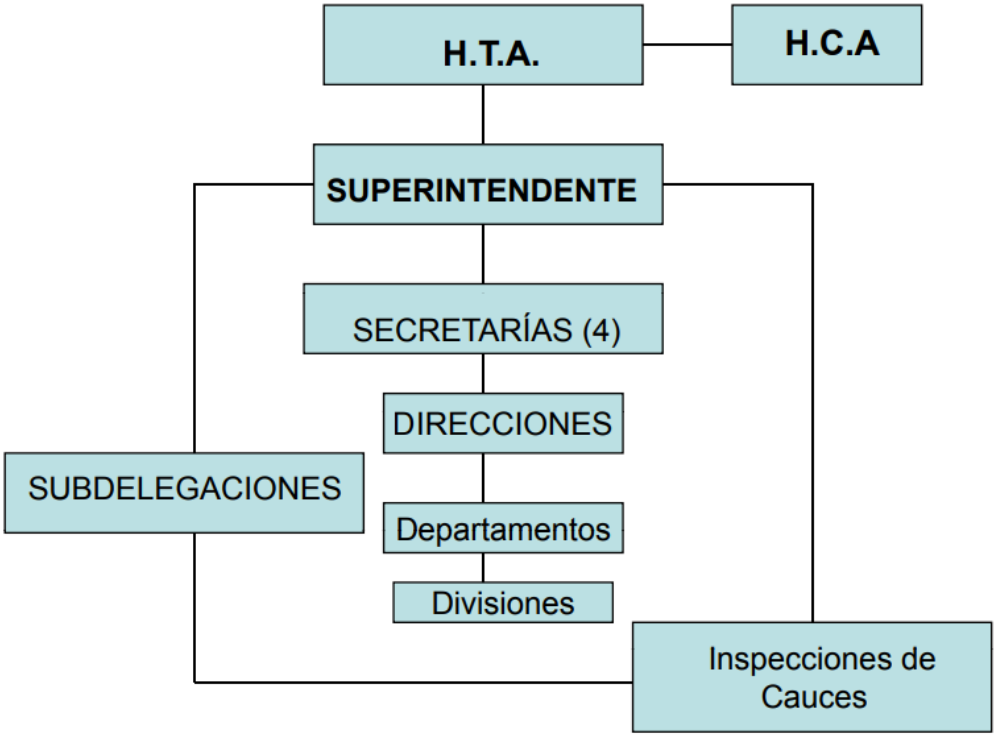
En la Provincia de Mendoza, la organización de la Administración del agua presenta caracteres particulares que la distinguen tanto de la organización administrativa que refiere a otros recursos, como de la estructura existente en otras latitudes. Ello, en cuanto la política del Estado en materia hídrica, impulsada desde la misma Constitución Provincial, ha impuesto una independencia del administrador de las aguas con respecto al manejo general que realiza el gobierno, y ha asegurado idéntica independencia a los usuarios con respecto a la administración de sus propios cauces. Así, como explica Guillermo Cano, existe en Mendoza una doble autarquía institucional: por un lado, el Departamento General de Irrigación es creado como un ente autárquico con competencia exclusiva en todo asunto que refiera al manejo hídrico, y por otro, las Inspecciones de Cauce son instituidas como comunidades de usuarios autárquicas con respecto al Departamento General de Irrigación.

A continuación, analizaremos los distintos actores públicos que intervienen en la gestión del agua en Mendoza en torno al uso del agua en la agricultura. Departamento General de Irrigación La Autoridad superior del agua en Mendoza es el Departamento General de Irrigación, conformado a partir de la Ley de Aguas de 1884 y consolidado con las posteriores Constituciones de 1894, 1900 y 1916. El art. 188 de la Constitución Provincial vigente, lo inviste con competencias exclusivas para todo asunto que refiera a la administración hídrica. A su vez, dicha norma regula el régimen de designación de sus autoridades, garantizando su inamovilidad en tanto dure su buena conducta. Concordantemente con estas normas que garantizan la independencia técnico-política del organismo, el art. 196 CP le brinda potestades tributarias mediante la facultad de establecer su propio presupuesto. De acuerdo al régimen vigente desde 1905, el DGI se encuentra conformado por tres órganos distintos y con diferentes competencias: La Superintendencia General de Irrigación, el Honorable Tribunal Administrativo y el Honorable Consejo de Apelaciones.

6.1.1. Departamento General de Irrigación (DGI)

La primera de las leyes de aguas provinciales en Argentina fue la de la provincia de Mendoza, sancionada en 1884, que creó el Departamento General de Aguas (cambiaría luego su nombre por el actual del Departamento General de Irrigación (DGI), al que asigna el poder de policía de aguas, e instituye la participación de los regantes en el uso del agua.

Organismo autárquico y autónomo, que administra y preserva el recurso hídrico provincial. A continuación, esquema general del DGI:



El Departamento General de Irrigación formula su presupuesto de gastos y recursos a partir de un esquema **Institucional/Jurisdiccional** con el que se estructura administrativa y funcionalmente la organización.

El mismo tiene como objeto representar las 6 cuencas hidrográficas que componen la Provincia, gestionadas de manera descentralizada a través de Subdelegaciones y Jefatura de Zona, una Sede Central y anexos específicos destinados a Inversión e Infraestructura, Aguas Subterráneas, Gestión Ambiental y Red Telemétrica.

Sede Central
Cuenca Río Mendoza
Cuenca Río Tunuyán Inferior
Cuenca Río Tunuyán Superior
Cuenca Río Diamante
Cuenca Río Atuel
Cuenca Río Malargüe, Grande, Barrancas y Colorado
Aguas Subterráneas
Gestión Ambiental
Obras Menores
Red Telemétrica
Fondo de Desarrollo Hídrico Ley N° 7490
Generación Hidroeléctrica Ley N° 6088

En el caso de Subdelegaciones y Jefatura de Zona existe una configuración desagregada:

- Subdelegación
- Dique
- Trabajos de Equipos Mecánicos

Estos componentes representan las principales actividades que se desarrollan en el sistema hídrico y consecuentemente los centros de costos de mayor entidad para cada cuenca. Esta configuración es representada tanto en los aspectos recaudatorios (a través de tributos específicos) como para la conformación del gasto anual.

6.1.1.1. Autarquía y autonomía

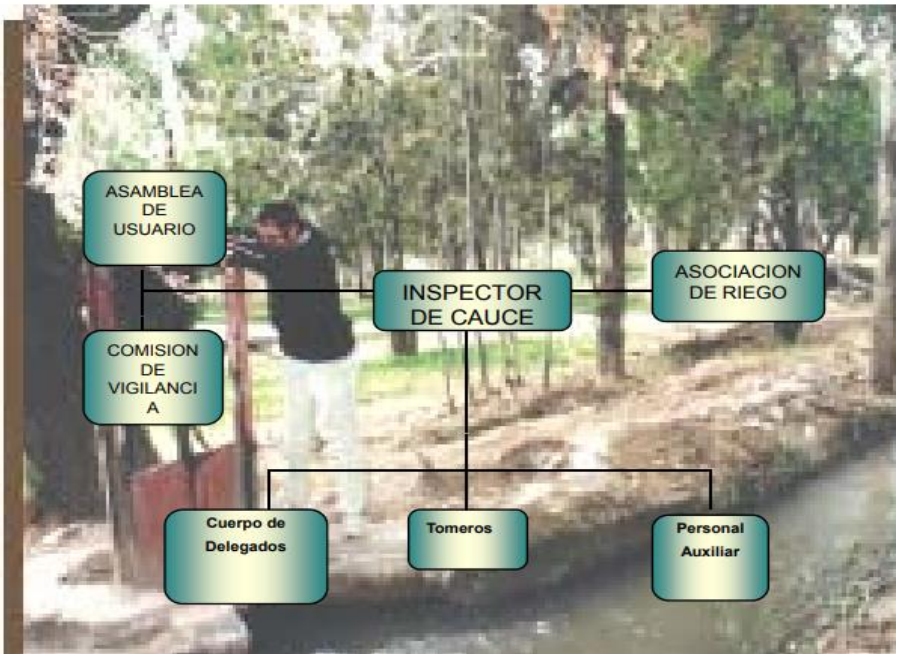
El artículo 188 de la vigente Constitución de Mendoza de 1916, concordantemente con las constituciones de 1894, 1900, y 1949, establece "Todos los asuntos que se refieran a la irrigación en la Provincia, que no sean de competencia de la justicia ordinaria, estarán exclusivamente a cargo de un Departamento General de Irrigación, compuesto de un Superintendente nombrado por el Poder Ejecutivo con acuerdo del Senado, de un Consejo compuesto de cinco miembros designados en la misma forma, y de las demás autoridades que determine la ley. ."

En la Constitución de Mendoza, encontramos ciertas entidades "extrapoderes" cuyas competencias les ha sido conferidas por disposición constitucional, como lo son los municipios, (arts. 197 a 210), la Dirección General de Escuelas (art. 212) y el Departamento General de Irrigación, constituyéndose como entidades autárquicas constitucionales.

6.1.1.2. Otras ventajas

- Autarquía y Autonomía.
- Dispersión geográfica (Subdelegaciones e Inspecciones de cauce).
- Participación de los usuarios (Insp. de cauce, Asociaciones de Inspecciones, Consejos consultivos de Cuencas).
- Concesiones por Ley.
- Pago de tributo.
- Obligación de mantener la concesión en uso, realizar las obras de captación y distribución.
- Elección de Autoridades de cauce democráticamente.
- Aplicación de la ley General de Aguas (1884) centralizada en el D.G.I.

6.1.2. Inspecciones de Cauce



6.2. Autoridades conexas

6.2.1. EPAS

El Ente Provincial del Agua y de Saneamiento (EPAS), tiene entre sus funciones:

- Dictar las normas reglamentarias de carácter técnico a las cuales deberá ajustarse el desarrollo de la infraestructura, la prestación de los servicios de provisión de agua potable, de saneamiento y la protección de la calidad del agua.
- Controlar la ejecución de los planes y programas de inversión de los operadores del sistema.
- Controlar el régimen de explotación propuesto por los operadores, en particular el régimen tarifario.
- Definir las subáreas de prestación del servicio que corresponda a los operadores, con sujeción a la política ambiental provincial.
- Proponer al Poder Ejecutivo, de conformidad con los principios y normas de la presente ley, las tarifas de los servicios, como también las bases para su revisión.
- Establecer y aplicar los procedimientos de control de los servicios.
- Resolver en única instancia los conflictos que surgiesen entre los usuarios, los operadores del servicio y terceros, de conformidad con lo establecido por ley.
- Organizar y aplicar el régimen de Audiencias Públicas previsto en la ley.
- Promover ante los tribunales competentes las acciones civiles o penales que tiendan a asegurar el cumplimiento de sus funciones, los fines de la ley y su reglamentación.
- Elaborar un informe anual sobre sus actividades y resultados para elevarlo al Poder Ejecutivo y a la Honorable Legislatura Provincial.
- Aprobar la estructura orgánica y de funcionamiento interno del ente regulador.
- Celebrar contratos que hagan a su objeto como a los objetivos de la ley, con entidades provinciales, municipales, nacionales, internacionales y otras personas jurídicas públicas y privadas.
- Aplicar y hacer cumplir la ley vigente y su reglamentación dictando todos los actos necesarios con el fin de alcanzar sus objetivos.

6.2.2. EPRE

El Ente Provincial Regulador Eléctrico (EPRE) tiene como principal recurso para su funcionamiento la tasa de fiscalización y control que deben abonar anualmente y por adelantado los generadores, transportistas y distribuidores de energía eléctrica.

6.2.3. DIRECCIÓN DE HIDRÁULICA

Se encarga de la caracterización aluvional, Visado de Proyecto Hidráulico, Presentación correcciones al Estudio Hidrológico e Hidráulico, Certificado Final de Obras, Permiso de Extracción de Ripieras, y Denuncias, entre otras tareas.

6.2.4. MUNICIPALIDADES

Por mandato constitucional, el DGI tiene como misión gestionar junto a toda la comunidad de usuarios, el recurso hídrico para el abastecimiento poblacional y productivo de la provincia; asegurando así, sustentabilidad, transparencia, equidad y eficiencia en la distribución del agua.

Los usuarios participan a través de las Inspecciones de Cauce que se encargan de administrar la red secundaria de riego, con facultades de monitoreo y sanción. Poseen autarquía, aunque sujetas al control legal y presupuestario que ejerce el DGI.

A través del trabajo en conjunto entre el organismo del agua, las Inspecciones de Cauce, Asociaciones de usuarios y actores sociales involucrados en el crecimiento productivo de la provincia, como son los municipios en el territorio, se realiza la administración de tan vital recurso para los mendocinos.

6.2.5. SECRETARÍA DE AMBIENTE Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Le corresponde en general a la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial planificar, gestionar y ejecutar las políticas tendientes a promover un uso y explotación de la tierra y de los recursos naturales de Mendoza con una función social y sustentable en términos ambientales, reforzando el rol del Estado como ordenador, regulador y promotor del bien común.

En particular, con carácter enunciativo, le corresponde:

a) Promover la ejecución y la planificación de las políticas de desarrollo territorial y planes de uso de la tierra de conformidad a la normativa vigente.

b) Realizar acciones tendientes a promover asentamientos poblacionales en zonas habilitadas con el objeto de poner en valor las características productivas y de desarrollo regional de cada zona.

c) Potenciar la inversión privada, adecuándola a los planes de desarrollo y ordenamiento territorial del Estado de manera tal de incentivar la creación de puestos de trabajo.

d) Ejecutar y controlar el cumplimiento de las normas de impacto ambiental.
e) Definir los objetivos esenciales del ordenamiento ambiental en el ámbito de su competencia, procurando el mejoramiento de la articulación urbana y territorial dentro de la Provincia y de la región.

f) Impulsar y fomentar la coordinación entre el Estado Provincial y los Municipios en el trazado de las políticas de desarrollo urbano y territorial, garantizando la participación de los ciudadanos y de las organizaciones intermedias, mediante su información y respeto por su derecho de iniciativa, propiciando la solución concertada de diferencias y conflictos.
g) Propender a que las políticas de empleo, vivienda, salud y educación consideren como componentes los aspectos espaciales y ambientales.

h) Proponer campañas educativas y de concientización, relativas a la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente.

i) Mantener el Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas y procurar su expansión a otras áreas.

j) Prevenir y controlar el avance de la desertificación, trazar políticas específicas de recuperación para subregiones deprimidas, deterioradas o en involución ambiental, procurando el aprovechamiento de potencialidades endógenas y el arraigo de sus habitantes en condiciones adecuadas de calidad de vida evitando desigualdades territoriales.

k) Promover el uso racional de los recursos naturales disponibles, coordinando con los Municipios los planes y políticas que tracen al respecto.

l) Recuperar y revalorizar las identidades culturales de las regiones intra-provinciales que sustenten la armonía entre el hombre y el ambiente. m) Ejecutar las acciones en materia de política y gestión ambiental provincial tendientes a la preservación, conservación, defensa y mejoramiento de los ambientes naturales, urbanos y agropecuarios y todos sus elementos constitutivos.

n) Intervenir en la gestión y obtención de cooperación técnica y financiera para el cumplimiento de objetivos y políticas de su competencia.

o) Administrar los Parques y Ecoparque provinciales.

p) Disponer, con autorización legislativa en los casos que así corresponda, la afectación al uso público de las tierras de propiedad de la Provincia de Mendoza priorizando su aplicación a planes de vivienda y/o de desarrollo productivo que se instrumenten a través de las carteras ministeriales correspondientes.

q) Controlar el cumplimiento de las normas ambientales en las actividades petroleras, mineras y todas aquellas vinculadas a la utilización de recursos naturales.

r) Ejecutar las acciones en materia de política y gestión provincial en la generación, transporte y operación de los residuos patogénicos y peligrosos, conforme a la Ley 5.917 y Ley 7.168 y sus modificatorias.

7. CAPÍTULO SIETE: TRIBUTOS Y COSTOS ASOCIADOS AL AGUA

7.1. Estructura tributaria - costos de operación y mantenimiento - fondeo y financiamiento del Departamento General de Irrigación

7.1.1. Antecedentes normativos

A continuación, se enumera en orden de precedencia y cronología el marco normativo que regula de manera general y específica los procedimientos vinculados con la fijación tributaria y demás procedimientos de naturaleza presupuestaria para el Departamento General de Irrigación:

- Constitución de la Provincia de Mendoza. Art. 196: "*El Departamento General de Irrigación sancionará anualmente su presupuesto de gastos y cálculo de recursos".*
- Ley General de Aguas de 1884.
- Ley 322 (1905) Administración General de Aguas Superficiales
- Leyes 4.035 y 4.036 (1974) referidas al régimen de aguas subterráneas
- Ley 4.290 (1978), sobre canon por uso de agua.
- Decreto 1.839/74, reglamentario de la Ley 4.035.
- Ley 6.405 (1996) Administración y preservación de canales, hijuelas y desagües de riego de la provincia.
- Res. 778/96 referido al canon por contaminación y sus modificatorias.
- Otras leyes y resoluciones específicas.

7.1.2. Estructura tributaria Departamento General de Irrigación

A los efectos de exponer adecuadamente el marco procedimental implementado por el DGI para el cobro de sus tributos debe considerarse en primer término el sistema de categorización con el que se distinguen administrativamente los usos de fuente superficial y subterránea y el control para la prevención de la contaminación del recurso hídrico; por su parte existen ingresos por el cobro de gestiones de corte administrativo. Todos ellos tienen una categorización determinada.

Recursos por usos según la fuente

- Fuente Superficial (A)
- Fuente Subterránea (B)
- Control de Contaminación (C)

Recursos por gestiones administrativas

- Ingresos Varios (I)

El esquema así planteado tiene como fin diferenciar los ejes principales sobre los que gira la gestión recaudatoria del Departamento, manteniendo para cada uno de ellos procesos específicos en los aspectos atinentes a la determinación del canon, su facturación y cobro.

Resulta necesario destacar que en el caso del uso de la fuente superficial (A) existe una **subcategorización por cuenca hidrográfica** que permite registrar de **manera zonificada** los ingresos y gastos asociados a cada cuenca:

- Río Mendoza
- Río Tunuyán Inferior
- Río Tunuyán Superior
- Río Diamante
- Río Atuel

- Río Malargüe, Grande, Barrancas y Colorado

Además de los anexos hidrográficos detallados se incorpora como unidad administrativa una **Sede Central** que comprende la estructura operativa necesaria para el desarrollo de aquellas **actividades de corte centralizado y/o trasversales** como también para el diseño de aquéllas que luego son implementadas en cada cuenca.

7.1.3. Tributos

Todo el esquema tributario de los distintos usos del agua está basado en el canon determinado para uso agrícola de fuente superficial.

7.1.3.1. Tributo agrícola por fuente agua superficial

7.1.3.1.1. Naturaleza jurídica

Podemos decir que la carga financiera por el uso de aguas públicas se estructura con un criterio mixto donde existen dos componentes de naturaleza diferenciada:

a) El "canon" o "cuota sostenimiento"

Este ítem puede conceptualizarse como una **renta dominial impuesta como carga inherente a la concesión de uso de las aguas públicas** según lo establecido en el artículo 1° de la Ley 4.290. El mismo debe ser abonado por todos los concesionarios independientemente del uso o no que éstos realicen del recurso hídrico (Ley 4.290, art. 2). Consiste en una cuota variable fijada anualmente por el DGI a los efectos de afrontar los costos vinculados con la captación, administración y conducción del recurso manteniendo la zonificación por cuenca mencionada anteriormente.

Su determinación se basa en estimaciones macroeconómicas, sin considerar en el proceso el análisis puntual de los costos que demanda la ejecución de las diferentes actividades.

b) El resto de los conceptos a pagar por el usuario

Constituyen ítems de carácter retributivo por diferentes actividades que el DGI ejecuta en el sistema. Ejemplo de esto son la prorrata correspondiente a las Inspecciones de Cauce, la limpieza de cupos y los Trabajos con Equipos Mecánicos (TEM) y Dique como así también las contribuciones por mejoras que son abonados por los usuarios alcanzados con estas prestaciones.

7.1.3.1.2. Configuración del tributo del uso agrícola

La imposición anual se compone por los ítems fijados y con destino al Departamento General de Irrigación y por los establecidos y con destino a las Inspecciones de Cauce. Ambos más el reembolso de las obras menores y otros ítems de naturaleza administrativa configuran la totalidad de conceptos que componen este canon.



La concepción tributaria de estos conceptos responde a las principales actividades de captación, administración y distribución a través de las cuales el DGI centra la gestión sobre la red primaria de riego y las Inspecciones de Cauce sobre la red secundaria de riego.



El monto determinado anualmente para cada uno de estos componentes surge de aplicar, como ya fue mencionado, un criterio incrementalista, transversal a todo el proceso de formulación del presupuesto, que principalmente se nutre de las proyecciones oficiales en relación a las variables que componen el contexto macroeconómico y no en el aporte que el agua realiza a las diversas actividades económicas. Tampoco se considera en este proceso un análisis previo de costos de operación y mantenimiento del sistema a fin de garantizar su financiamiento con los recursos que se estiman percibir.

De lo anterior se deprende que **ninguno de los componentes que integran este tributo se calcula considerando los costos operativos y de mantenimiento del sistema**. Lo que conlleva a desfasajes presupuestarios y financieros entre los recursos generados y los gastos e inversiones que necesariamente deben ser afrontados por el DGI.

Tabla 5 Esquema tributario presupuesto 2023. Res. 900/22 HTA

Cuenca/Concepto	Mendoza	Inferior	Superior	Atuel	Diamante	Malargüe
Sede Central	**$297,34**	**$297,34**	**$297,34**	**$297,34**	**$297,34**	**$ 297,34**
Sostenimiento	$711,05	$143,46	$975,17	$863,47	$863,47	$ 890,95
DIQUE	$238,31	$302,06	$443,68	$132,87	$184,95	$ 924,71
TEM	$390,33	$295,15	$669,16	$434,18	$374,21	$ 567,49
Subtotal Subdelegación	**$1.339,69**	**$1.740,67**	**$2.088,01**	**$1.430,52**	**$1.422,64**	**$ 2.383,14**
Fondo Permanente	**$1.165,00**	**$832,00**	**$1.040,00**	**$832,00**	**$832,00**	**$ 832,00**
Sost. Red Telemétrica	**$416,00**	**$416,00**	**$416,00**	**$416,00**	**$416,00**	**$ 416,00**
Fondo Adquisición Máquinas	**$416,00**	**$416,00**	**$416,00**	**$416,00**	**$416,00**	**$ 416,00**
TOTAL D.G.I.	**$3.634,02**	**$3.702,00**	**$4.257,34**	**$3.391,86**	**$3.383,97**	**$ 4.344,48**
INSPECCIÓN (Prom. cuenca)	**$6.400,00**	**$4.300,00**	**$5.000,00**	**$2.680,00**	**$2.500,00**	**$ 4.950,00**
ASOCIACIÓN (Prom. cuenca)	**$2.000,00**	**$1.450,00**	**$2.800,00**	**$1.110,00**	**$180,00**	**$ -**

7.1.3.1.3. Base Tributaria

La base tributaria se configura a partir de la superficie empadronada que corresponde a cada usuario. Las alícuotas se fijan considerando como unidad de medida la ***hectárea*** y el cálculo por superficie se ajusta al número entero inmediato posterior (hectáreas fracción por entero).

Este criterio de cobro de **"fracción por entero**" representa, en aquellas cuencas donde el **uso recreativo** tiene una alta incidencia, un importante **incremento en la facturación.** Esto se encuentra asociado a una dinámica del ordenamiento territorial que ha llevado a que emprendimientos agrícolas de pocas hectáreas hayan sido destinados a emprendimientos inmobiliarios donde cada fracción representa a los efectos de la facturación una hectárea.

Si bien la base de facturación es la hectárea, el sistema cuenta con mediciones de caudales en cabecera de canales primarios; en canales secundarios estaciones de aforos (no de manera generalizada en toda la red ni cuencas), y herramientas como la cuenta de agua, lo que permite analizar la posibilidad de estudiar otros conceptos para reconsiderar la base tributaria actual.

7.1.4. Coeficientes respecto del uso agrícola

El canon ***hectárea/año*** que fijan tanto el DGI como las Inspecciones de Cauce se estructura considerando como base el ***uso agrícola.*** Para el resto de los usos del recurso hídrico se aplica un ***esquema gradual de ponderaciones*** en función de aquel.

Tabla 3 Esquema de coeficientes de fuente superficial en relación al uso agrícola.

Uso	Relación respecto de uso agrícola
Agrícola	1
Abastecimiento poblacional	5.781
Abastecimiento poblacional No potable – Área no servida	2
Industrial	3
Público	1.5
Recreativo	4
Recreativo Urbano h/500mts	2
Recreativo Urbano h/750mts	3
Refuerzo de verano	1
Fuerza Motriz	1.5
Ganadero	1
Piscícola	1
Consorcio/Urbanización	3

Fuente: Presupuesto 2023. Res. 900/22 HTA

Tomando como ejemplo el canon 2023 para el uso agrícola de la cuenca del Río Mendoza, se detallan en la siguiente tabla los valores correspondientes para el resto de los usos según los coeficientes detallados precedentemente:

Tabla 4 Esquema tributario por uso Cuenca Río Mendoza

Uso	Relación respecto de uso agrícola	Canon anual 2023
Agrícola	1	12.034,02
Abastecimiento poblacional	5,781	69.568,67
Abastecimiento poblacional No potable – Área no servida	2	24.068,04
Industrial	3	36.102,06
Público	1,5	18.051,03
Recreativo	4	48.136,08
Recreativo Urbano h/500mts	2	24.068,04
Recreativo Urbano h/750mts	3	36.102,06
Refuerzo de verano	1	12.034,02

Uso	Relación respecto de uso agrícola	Canon anual 2023
Fuerza Motriz	1,5	18.051,03
Ganadero	1	12.034,02
Piscícola	1	12.034,02
Consorcio/Urbanización	3	36.102,06

Fuente: Presupuesto 2023. Res. 900/22 HTA

7.1.4.1.1. Estructura

El canon se estructura a partir de la combinación de dos parámetros: ***Tarifa y Organismo,*** para de esta manera generar la facturación correspondiente a cada Cuenca y usuario/a.

El monto de cada ítem como se mencionó se actualiza año a año en función de variables económicas, fundamentalmente la inflación. Dicho monto, que difiere por Cuenca, no refleja la caracterización de cada Cuenca ni en los aspectos técnicos ni en los administrativos.

El segundo parámetro que conforma la arquitectura de facturación es el "Organismo", fundamental para la distribución de los recursos a cada una de las Cuencas.

7.1.4.1.2. Configuración del registro A – Fuente Superficial

En este caso cada cuenta se identifica con un código conformado por ocho dígitos, cuatro dígitos para el Código Contable (individualiza el canal por donde riega el usuario) y los segundos cuatro para el Padrón Parcial (numeración interna por canal). Este parámetro es reconocido de manera sintética como CC-PP.

Los códigos contables se encuentran organizados de manera tal que el primer dígito identifica la cuenca a la que corresponde el registro.

Como se observa en la imagen n° 1 cada CC-PP posee una ficha en el sistema transaccional donde se registran los siguientes datos: fecha de alta, titular, uso, categoría de derecho, superficie empadronada y nomenclatura catastral. Se incorpora además información vinculada con domicilio postal y real, límites de la propiedad y expedientes administrativos asociados.

Ilustración 31 Datos básicos del registro de derechos superficiales

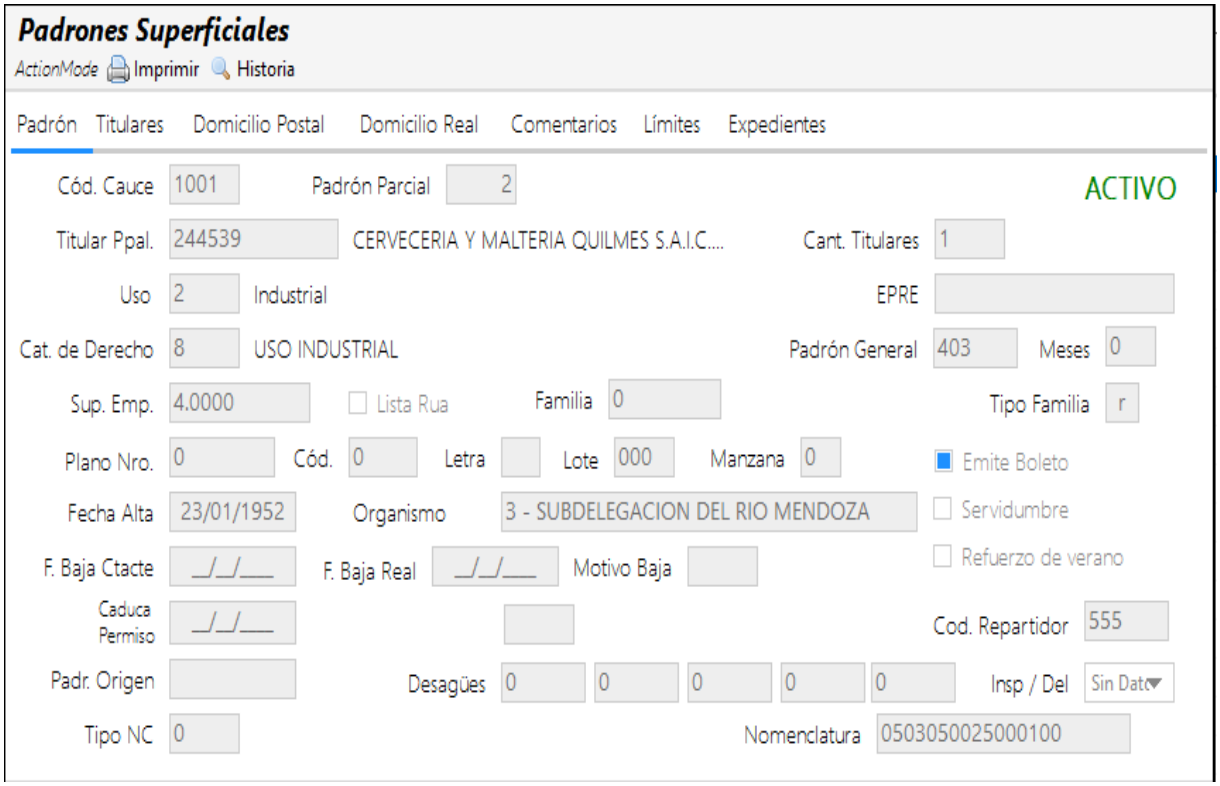
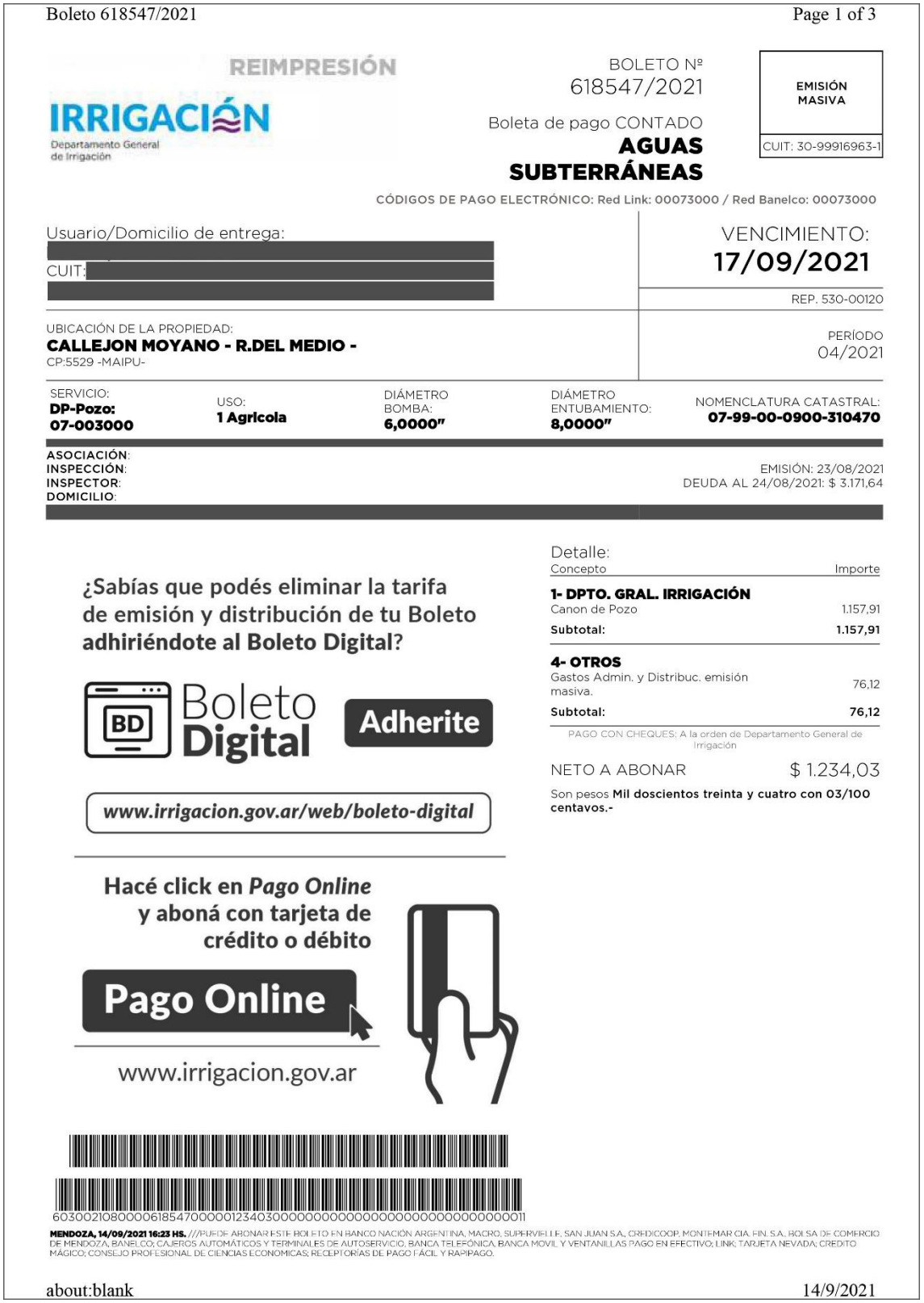


Ilustración 32 Boleto de fuente superficial



Boleto 618547/2021 Page 1 of 3

REIMPRESIÓN

IRRIGACIÓN
Departamento General de Irrigación

BOLETO Nº
618547/2021

Boleta de pago CONTADO
AGUAS SUBTERRÁNEAS

EMISIÓN MASIVA

CUIT: 30-99916963-1

CÓDIGOS DE PAGO ELECTRÓNICO: Red Link: 00073000 / Red Banelco: 00073000

Usuario/Domicilio de entrega:
[redacted]
CUIT: [redacted]

VENCIMIENTO:
17/09/2021

REP. 530-00120

UBICACIÓN DE LA PROPIEDAD:
CALLEJON MOYANO - R.DEL MEDIO -
CP:5529 -MAIPU-

PERÍODO
04/2021

SERVICIO:	USO:	DIÁMETRO BOMBA:	DIÁMETRO ENTUBAMIENTO:	NOMENCLATURA CATASTRAL:
DP-Pozo: 07-003000	**1 Agricola**	**6,0000"**	**8,0000"**	**07-99-00-0900-310470**

ASOCIACIÓN:
INSPECCIÓN:
INSPECTOR:
DOMICILIO:

EMISIÓN: 23/08/2021
DEUDA AL 24/08/2021: $ 3.171,64

¿Sabías que podés eliminar la tarifa de emisión y distribución de tu Boleto adhiriéndote al Boleto Digital?

Boleto Digital **Adherite**

www.irrigacion.gov.ar/web/boleto-digital

Hacé click en *Pago Online* y aboná con tarjeta de crédito o débito

Pago Online

www.irrigacion.gov.ar

Detalle:

Concepto	Importe
1- DPTO. GRAL. IRRIGACIÓN	
Canon de Pozo	1.157,91
Subtotal:	**1.157,91**
4- OTROS	
Gastos Admin. y Distribuc. emisión masiva.	76,12
Subtotal:	**76,12**

PAGO CON CHEQUES: A la orden de Departamento General de Irrigación

NETO A ABONAR $ 1.234,03

Son pesos **Mil doscientos treinta y cuatro con 03/100 centavos.-**

6030021080000618547000001234030000000000000000000000000000000011

MENDOZA, 14/09/2021 16:23 HS. ///PUEDE ABONAR ESTE BOLETO EN BANCO NACIÓN ARGENTINA, MACRO, SUPERVIELLE, SAN JUAN S.A., CREDICOOP, MONTEMAR CIA. FIN. S.A., BOLSA DE COMERCIO DE MENDOZA, BANELCO; CAJEROS AUTOMÁTICOS Y TERMINALES DE AUTOSERVICIO, BANCA TELEFÓNICA, BANCA MOVIL Y VENTANILLAS PAGO EN EFECTIVO; LINK; TARJETA NEVADA; CREDITO MÁGICO; CONSEJO PROFESIONAL DE CIENCIAS ECONOMICAS; RECEPTORÍAS DE PAGO FÁCIL Y RAPIPAGO.

about:blank 14/9/2021

7.1.4.2. Canon por fuente agua subterránea uso agrícola

La Ley n°4.035 que define la concesión administrativa como herramienta para autorizar el uso de las aguas de fuente subterránea, dispone que el concesionario deberá asumir la carga financiera que el DGI determine anualmente en su presupuesto.

Dicha carga se fijará como un canon para el titular de un derecho para el aprovechamiento de aguas subterráneas para riego y otros usos.

El canon anual está determinado por el diámetro de entubación de la perforación, según los antecedentes que figuren en el Registro General de Perforaciones y las particularidades hidrográficas de cada cuenca que llevan a la aplicación de criterios financieros diferenciados. Resulta necesario incorporar en el cálculo de este canon parámetros asociados al **perfil productivo**.

El siguiente cuadro expone los tributos definidos por cuenca y diámetro, tomando como base de tributación para el uso agrícola:

Tabla 5 Esquema tributario uso fuente subterránea.

CANON AGUA SUBTERRÁNEA 2023					
Cuenca	**Diámetro Menor a 4"**	**4" ≤ diámetro ≤ 6"**	**6" < diámetro ≤ 8"**	**8" < diámetro ≤ 10"**	**Mayor a 10"**
Canon Río Mendoza	$ 12.860	$ 27.613	$ 50.335	$ 77.001	$ 100.590
Canon Río Tunuyán Inferior	$ 12.037	$ 25.846	$ 47.113	$ 72.073	$ 94.152
Canon Río Tunuyán Superior	$ 14.122	$ 28.323	$ 56.804	$ 77.001	$ 103.746
Canon Río Diamante	$ 7.385	$ 13.949	$ 25.353	$ 40.040	$ 50.707
Canon Río Atuel	$ 7.385	$ 13.949	$ 25.353	$ 40.040	$ 50.707
Canon Río Malargüe	$ 7.385	$ 13.949	$ 25.353	$ 40.040	$ 50.707

Fuente: Presupuesto 2023. Res. 900/22 HTA

La diferencia de montos ante un mismo diámetro en las distintas, está basado en criterios que estratifican los valores de acuerdo al **perfil de la cuenca** y la **dependencia del uso de la fuente**.

Cabe destacar que **en ninguno de los casos se tiene en cuenta el diámetro de salida, el tipo de bomba y su potencia, el volumen de agua extraída ni las hectáreas regadas.**

Para los restantes usos se utilizará las siguientes alícuotas diferenciales.

Tabla 6 Esquema de coeficientes fuente subterránea en relación al uso agrícola.

Uso	**Relación respecto de uso agrícola**
Agrícola	1
Abastecimiento poblacional	1
Abastecimiento poblacional No potable – Área no servida	1
Industrial	3
Público	1,5
Recreativo	4

Fuente: Presupuesto 2023. Res. 900/22 HTA

Si un pozo está destinado a dos o más usos, deberá tributar por la sumatoria de ellos, de acuerdo a sus respectivos coeficientes.

Es importante destacar que **en el uso de fuente subterránea el esquema tributario no contempla conceptos de carácter general** que representen de manera sistémica aquellas actividades o funciones de perfil técnico o administrativo que tributan a todas las cuencas de forma transversal.

7.1.5. Otras formas de determinación de tributos - Cobro volumétrico

Aquellos usuarios titulares de una concesión para la exploración o explotación minera en general o de extracción de hidrocarburos en particular y a quienes se les otorgue una concesión o permiso de uso especial de agua para afectar a estas actividades abonarán el canon por volumen y no por superficie, **tanto para el uso de agua superficial como subterránea**.

Este canon se determina en base al m3 de agua superficial o subterránea utilizada tanto en las actividades de exploración, perforación y reparación de pozos petroleros como también con la finalidad de explotación, plantas de tratamiento de crudo o recuperación de pozos petroleros.

Para el caso de aquellos establecimientos dedicados a la actividad de envasado de agua mineral se ha dispuesto la obligación tributaria de abonar por m3 de agua mineral que se envase. El volumen consumido surge mediante declaración jurada efectuada por el concesionario.

De lo expuesto se desprende que este cobro volumétrico por m3 de agua utilizada o consumida no contempla el pago de los ítems asociados al mantenimiento del sistema o funcionalidades del mismo.

7.1.5.1. Configuración del registro B - Fuente Subterránea

Para el caso de la fuente subterránea la codificación está compuesta por dos dígitos para identificar el departamento donde se encuentra ubicado el pozo (de acuerdo a la división política de la Provincia) y seis posteriores para secuenciar la totalidad de pozos por departamento. Además de los datos registrales que se observan en la imagen n° 2: titular, nomenclatura catastral, superficie original, hectáreas factibles de riego, diámetro de entubación, entre otros, se incorpora información que caracteriza técnica y químicamente a la perforación.

Ilustración 33 Datos básicos del registro de concesiones de agua subterránea

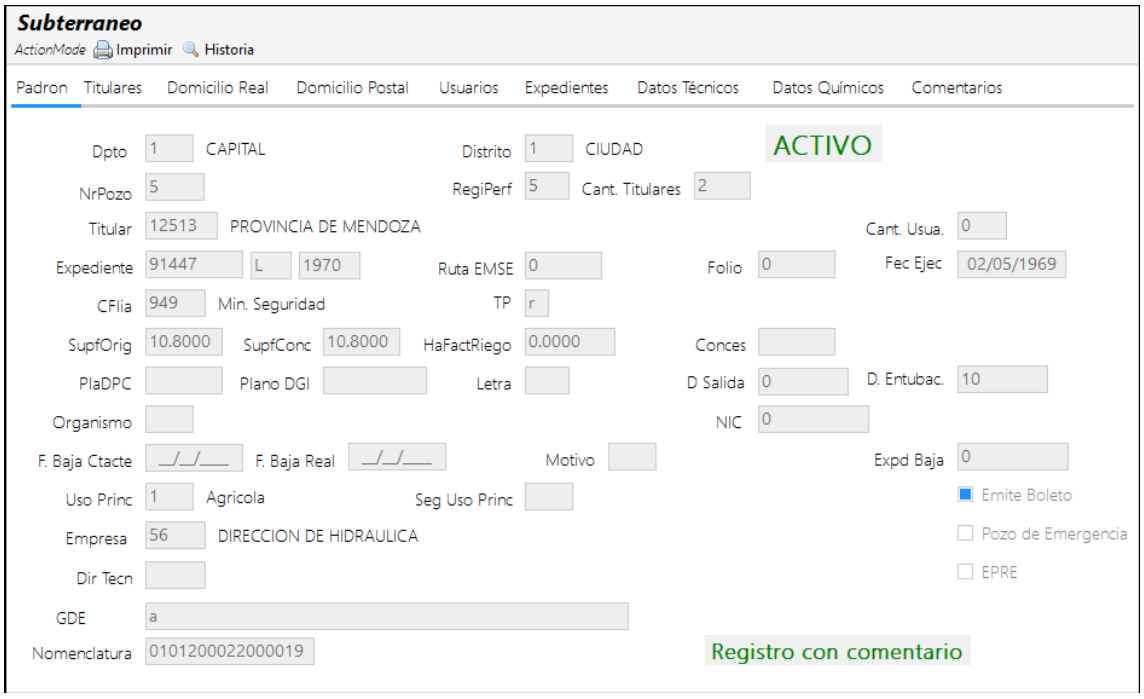
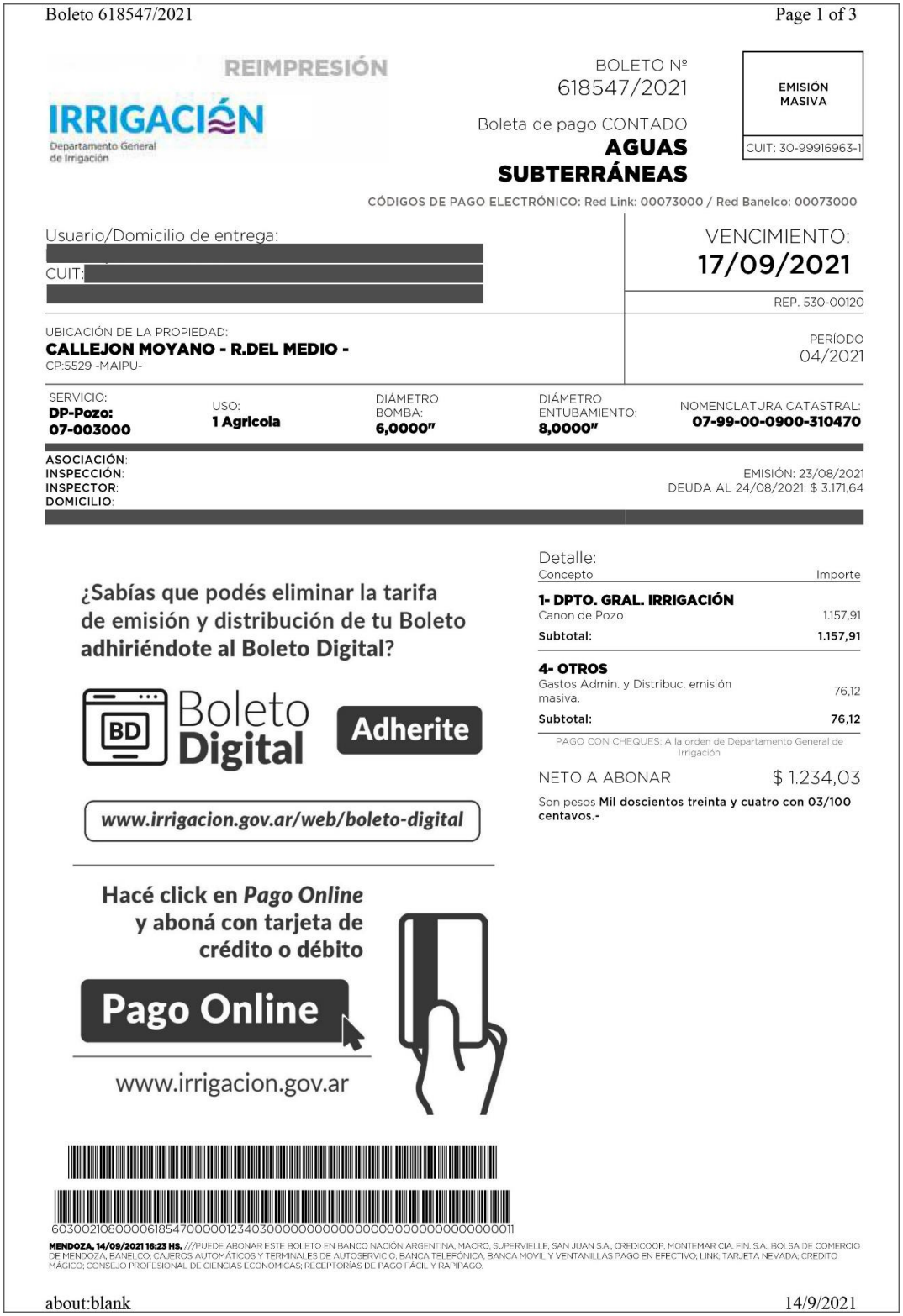


Ilustración 34 Boleto de fuente subterránea



Boleto 618547/2021 Page 1 of 3

REIMPRESIÓN

IRRIGACIÓN
Departamento General de Irrigación

BOLETO Nº
618547/2021

Boleta de pago CONTADO
AGUAS SUBTERRÁNEAS

EMISIÓN MASIVA

CUIT: 30-99916963-1

CÓDIGOS DE PAGO ELECTRÓNICO: Red Link: 00073000 / Red Banelco: 00073000

Usuario/Domicilio de entrega:
[redacted]
CUIT: [redacted]

VENCIMIENTO:
17/09/2021

REP. 530-00120

UBICACIÓN DE LA PROPIEDAD:
CALLEJON MOYANO - R.DEL MEDIO -
CP:5529 -MAIPU-

PERÍODO
04/2021

SERVICIO:	USO:	DIÁMETRO BOMBA:	DIÁMETRO ENTUBAMIENTO:	NOMENCLATURA CATASTRAL:
DP-Pozo: 07-003000	**1 Agricola**	**6,0000"**	**8,0000"**	**07-99-00-0900-310470**

ASOCIACIÓN:
INSPECCIÓN:
INSPECTOR:
DOMICILIO:

EMISIÓN: 23/08/2021
DEUDA AL 24/08/2021: $ 3.171,64

¿Sabías que podés eliminar la tarifa de emisión y distribución de tu Boleto adhiriéndote al Boleto Digital?

Boleto Digital **Adherite**

www.irrigacion.gov.ar/web/boleto-digital

Hacé click en *Pago Online* y aboná con tarjeta de crédito o débito

Pago Online

www.irrigacion.gov.ar

Detalle:

Concepto	Importe
1- DPTO. GRAL. IRRIGACIÓN	
Canon de Pozo	1.157,91
Subtotal:	**1.157,91**
4- OTROS	
Gastos Admin. y Distribuc. emisión masiva.	76,12
Subtotal:	**76,12**

PAGO CON CHEQUES: A la orden de Departamento General de Irrigación

NETO A ABONAR $ 1.234,03

Son pesos **Mil doscientos treinta y cuatro con 03/100 centavos.-**

603002108000061854700000123403000000000000000000000000000000011

MENDOZA, 14/09/2021 16:23 HS. ///PUEDE ABONAR ESTE BOLETO EN BANCO NACIÓN ARGENTINA, MACRO, SUPERVIELLE, SAN JUAN S.A., CREDICOOP, MONTEMAR CIA. FIN. S.A., BOLSA DE COMERCIO DE MENDOZA, BANELCO; CAJEROS AUTOMÁTICOS Y TERMINALES DE AUTOSERVICIO, BANCA TELEFÓNICA, BANCA MOVIL Y VENTANILLAS PAGO EN EFECTIVO; LINK; TARJETA NEVADA; CREDITO MÁGICO; CONSEJO PROFESIONAL DE CIENCIAS ECONOMICAS; RECEPTORÍAS DE PAGO FÁCIL Y RAPIPAGO.

about:blank 14/9/2021

7.1.6. Canon para el control y prevención de la contaminación

De acuerdo a lo dispuesto por la Resolución 778/1996 HTA, serán sujetos pasivos de este tributo los establecimientos industriales inscriptos en el Registro Único de Establecimientos y en el Registro Único de Petroleras que cuenten con ***autorización habilitante para utilizar el dominio público hidráulico provincial para vertidos de efluentes industriales de manera directa, indirecta o potencial***.

De manera complementaria existen una seria de tributos asociados a la actividad de fiscalización que realiza Irrigación que consiste en inspecciones periódicas y análisis de toma de muestras fundamentalmente.

A estos efectos el DGI crea el Registro Único de Empresas (RUE), donde se encuentran inscriptos los establecimientos que desarrollan distintos tipos de actividades industriales. Este registro categoriza a cada industria según el volumen, tipo de vuelco y la disposición final del mismo.

La inscripción en dicho registro puede realizarse de manera voluntaria o de oficio detallando mediante declaración jurada ubicación, volumen de vuelcos y si los mismos verterán de forma directa o indirecta a un cauce público, una descripción química del efluente y el proceso que lo genera, como así también el sistema de tratamiento previo que implementará sobre el mismo y la estacionalidad de la actividad.

Este canon anual por Control de Contaminación es fijado en oportunidad de sancionarse anualmente el presupuesto, considerando como base para su determinación el **volumen de vertido**. A este concepto se le adicionan como parámetros complementarios el tipo de actividad y la disposición final del efluente.

De lo expuesto se desprende que el criterio para la fijación de este canon es un cobro volumétrico según el caudal vertido y presenta diferentes modalidades según el tipo de actividad y la disposición final.

- en el caso de establecimientos industriales con vertido directo o indirecto y para yacimientos mineros con riesgo de afectación al recurso hídrico, el canon es volumétrico, cobrándose un monto fijo por categoría según los m^3 vertidos anualmente (Resolución DGI 389/97); en este caso existe una distinción tributaria según se realice por parte del establecimiento vuelco directo o indirecto:

Tabla 7 Esquema de facturación según volumen de vertido y tipo de vuelco.

METROS CÚBICOS (Intervalos)	CANON	
	VUELCO DIRECTO	VUELCO INDIRECTO
HASTA 1000	$ 81.332,16	$ 41.717,31
DE 1001 A 10000	$ 162.664,32	$ 83.420,79
DE 10001 A 50000	$ 479.679,20	$ 239.846,88
DE 50001 A 100000	$ 1.501.449,77	$ 750.731,80
DE 100001 A 200000	$ 1.793.387,96	$ 896.700,90
DE 200001 A 500000	$ 2.794.354,47	$ 1.397.184,15
DE 500001 A 1000000	$ 3.826.263,17	$ 1.918.512,23
MAS DE 1000000	$ 4.785.858,17	$ 2.398.136,83

Fuente: Presupuesto 2023. Res. 900/22 HTA

para el uso recreativo, fuentes móviles, estaciones de servicio, explotaciones petrolíferas, petroquímicas, y otros establecimientos o actividades, se establece un monto fijo anual independientemente del volumen vertido (Resolución DGI 389/97);

adicionalmente, la Resolución DGI 635/13 define un régimen especial para el uso recreativo (actividades náuticas, turísticas y afines en la zona de márgenes de ríos, lagos o cauces artificiales). La misma implementa un canon adicional según la infraestructura sanitaria (en función del número de baños), un canon por pileta de natación (en función del sistema de filtrado y el tamaño), y un canon adicional para actividades náuticas en función del número de embarcaciones.

7.1.6.1. Reúso

Existe en la aplicación de ese canon un **esquema de incentivos** que favorece con una reducción del 50% del canon a aquellas empresas que aplican en sus procesos industriales un esquema de reúso del recurso hídrico. Es decir, que para establecimientos que vuelcan a Cauce Público (siempre dentro de los limites

cualitativos que se establecen por Normativa) el valor del Canon, es a Igual volumen de vertido, el doble de valor que para aquellos establecimientos que utilizan el reúso agrícola como practica de disposición final. Esta ha sido una herramienta de incentivo, orientada a propiciar la práctica del reúso y desalentar la disposición en cauces superficiales. Al mismo tiempo, ha estado acompañada con normativa específica de regulación de límites de aceptabilidad para reúso, situación que ha propiciado que actualmente casi el 90 % de los establecimientos inscriptos en el R.U.E. en la Provincia y que generan efluentes, hayan optado por el reúso como la mejor alternativa de disposición.

Tabla 8 Disposición final de los establecimientos inscriptos en el R.U.E a nivel Provincial, segregados por Cuenca.

CUENCAS	Establecimientos que vuelcan a cauce público	Establecimientos que efectúan Reuso Agrícola	Establecimientos categorizados como "POTENCIALES CONTAMINANTES"
Río Mendoza	55	382	216
Río Tunuyán Inferior	39	324	167
Río Tunuyán Superior	7	102	38
Río Atuel	26	61	95
Río Diamante	9	79	52
Río Malargüe	1	0	50
Total general	**137**	**958**	**608**

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico.

7.1.6.2. Esquema de canon diferencial para Industria

Se establece como carga financiera un ***canon diferencial progresivo*** con una ***ponderación de tres veces*** para aquellos establecimientos que sean declarados ***agentes contaminantes*** intertanto dure esta condición. Se encuentran comprendidos en esta categoría los establecimientos que no posean Permiso de Vertido, Convenio de Gestión de Permiso de Vertido o Autorización para Reúso.

Independientemente del canon anual fijado por presupuesto, las empresas registradas en el RUE son pasibles de la **aplicación de multas** para el caso de no dar cumplimiento a los procesos de tratamiento de sus efluentes según el tipo de actividad y de disposición final que posean. Estas multas son reducidas al 50% en caso que el establecimiento presente un plan de mejora a implementar en el lapso de un año el cual garantice buenas prácticas en el tratamiento de sus efluentes. Las multas, desde la sanción de la Res. 52/20, se aplican a través de una técnica que surge de la aplicación de una fórmula polinómica que contempla agravantes y atenuantes.

7.1.6.3. Configuración del registro C – Control de Contaminación

En el caso del control de contaminación el registro identificado como RUE (Registro Único de Establecimiento) es un listado de seis dígitos donde el primero identifica la cuenca donde está ubicado el establecimiento industrial. El alta de cada establecimiento en el sistema transaccional implica, según se observa en la imagen n° 3, registrar datos asociados al titular, tipo de inscripción (voluntaria o de oficio), categoría según el tipo de vuelco, entre otros.

Ilustración 35 Datos básicos del registro de establecimientos industriales

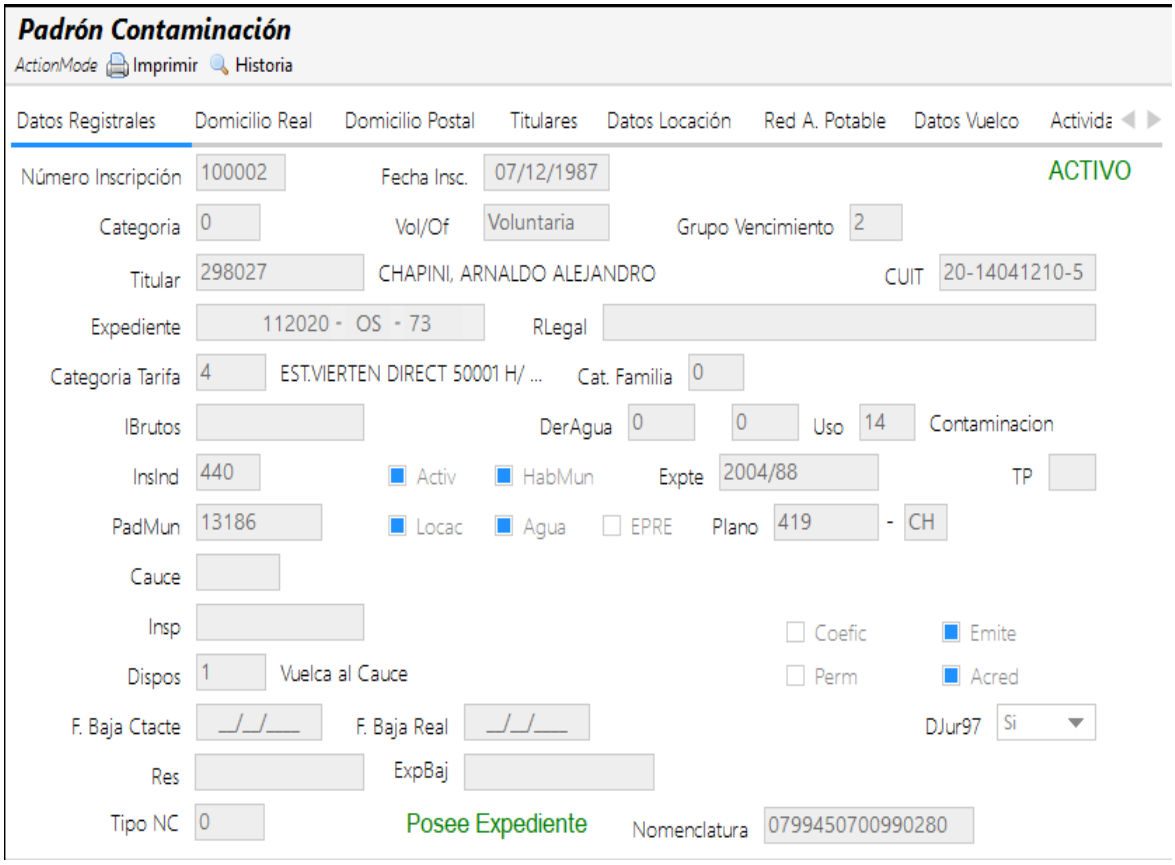


Ilustración 36 Boleto por permiso de vuelco



Boleto 224618/2021 Page 1 of 2

REIMPRESIÓN

IRRIGACIÓN
Departamento General de Irrigación

BOLETO Nº
224618/2021

Boleta de pago CONTADO
CONTAMINACIÓN

EMISIÓN MASIVA

CUIT: 30-99916963-1

CÓDIGOS DE PAGO ELECTRÓNICO: Red Link: 00100350 / Red Banelco: 00100350

Usuario/Domicilio de entrega:
[redacted]
CUIT: [redacted]

VENCIMIENTO:
14/05/2021

REP. 001-00576

UBICACIÓN DE LA PROPIEDAD:
RUTA PROV. Nº 82 - POTRERILLOS -
CP:5506 -LUJAN-

PERÍODO
02/2021

SERVICIO:
NRO RUE:
100350

BASE FACTURACIÓN:
Categ. Vuelco 1

NOMENCLATURA CATASTRAL:
06-13-88-2200-473893

ASOCIACIÓN:
INSPECCIÓN:
INSPECTOR:
DOMICILIO:

EMISIÓN: 16/02/2021
DEUDA AL 10/02/2021: $ 246.496,06

¿Sabías que podés eliminar la tarifa de emisión y distribución de tu Boleto adhiriéndote al Boleto Digital?

Boleto Digital **Adherite**

www.irrigacion.gov.ar/web/boleto-digital

Hacé click en *Pago Online* y aboná con tarjeta de crédito o débito

Pago Online

www.irrigacion.gov.ar

Detalle:

Concepto	Importe
1- DPTO. GRAL. IRRIGACIÓN	
Canon Contaminacion	15.582,00
Subtotal:	**15.582,00**

PAGO CON CHEQUES: A la orden de Departamento General de Irrigación

NETO A ABONAR $ 15.582,00

Son pesos **Quince mil quinientos ochenta y dos con 00/100 centavos.-**

6040021020000224618000015582000000000000000000000000000000000031

MENDOZA, 14/09/2021 16:27 HS. ///PUEDE ABONAR ESTE BOLETO EN BANCO NACIÓN ARGENTINA, MACRO, SUPERVIELLE, SAN JUAN S.A., CREDICOOP, MONTEMAR CIA. FIN. S.A., BOLSA DE COMERCIO DE MENDOZA, BANELCO; CAJEROS AUTOMÁTICOS Y TERMINALES DE AUTOSERVICIO, BANCA TELEFÓNICA, BANCA MOVIL Y VENTANILLAS PAGO EN EFECTIVO; LINK; TARJETA NEVADA; CREDITO MÁGICO; CONSEJO PROFESIONAL DE CIENCIAS ECONOMICAS; RECEPTORÍAS DE PAGO FÁCIL Y RAPIPAGO.

about:blank 14/9/2021

7.1.7. COBRO POR CONCEPTOS DE CORTE ADMINISTRATIVO

Además de los conceptos específicos según el uso de la fuente, el DGI dispone de un espectro compuesto por otros conceptos que permite el registro y cobro de conceptos originados en gestiones de naturaleza administrativa. Este esquema está previsto para aquellas acciones complementarias asociadas a usuarios de fuente superficial, subterránea o gestión ambiental y las mismas pueden surgir de oficio o por iniciativa del usuario.

Tabla 9 Tributos administrativos

Código Tributos	Tributos	Monto Presupuesto 2023 ($)
16	Gastos Administrativos y de Distribución emisión masiva	210,00
17	Desarchivo	1.290,00
18	Inspección Técnica	5.970,00
31	Gastos Administrativos	210,00
34	Autenticación por folio	250,00
50	Fotocopia	45,00
53	Recurso de aclaratoria y revocatoria	4.660,00
77	Renuncia al derecho de agua	1.625,00
113	Oficios Judiciales (retiro p/inter)	1.625,00
123	Certificado Único de Transferencia (R.613)	3.955,00
132	Ingresos BADECO (certificación, inscripción y reinscripción)	16.370,00
133	Ing. BADECO (certificado a empresas inscriptas)	2.355,00
142	Aviso de DEUDA	1.085,00
143	Gastos Administrativos Cheque rechazado	2.415,00
162	Trámite de Prescripción de deuda (por padrón)	2.415,00
163	Libre Deuda por Nomenclatura Catastral	1.855,00
200	Gasto Administrativo Ejercicio Vencido	1.190,00
201	Gasto multa según ley 1920	5.450,00
228	Garantía de cegado	762.720,00
243	Certificado P/Existencia e Inscripción Agua Subterránea	10.235,00
244	Certificado P/Existencia e Inscripción Agua Subterránea	3.165,00
245	Certificado S/Aprovechamientos Agua Subterránea	3.165,00
246	Reg. de Empadronamiento	920,00
249	Gastos Administrativos para acogerse al plan de facilidades de pago	1.625,00
251	Tramite Actuación Administrativo	1.625,00
265	Por padrón a renunciar	2.125,00
266	Gastos Administrativos cultivos clandestinos	1.625,00
403	Carteles 1a. Cat. x M2 y x año	30.560,00
404	Carteles 2a. Cat. x M2 y x año	22.340,00
405	Carteles 3a. Cat. x M2 y x año	15.290,00
419	Estudio de títulos	7.780,00
420	Verificación de titularidad	2.415,00
440	EVENTUALES	520,00
447	Notificación de Corta	835,00
562	VERIF. SIST DE RIEGO - FRACCIONAM.	15.520,00
567	Libro Ley de Aguas 1884 Com. Y Con- Tercera Edición Tomos I y II	2.895,00
568	Libro Ley de Aguas 1884 p/librería	1.810,00
1162	Copias de Plano	1.250,00
1439	Dictámenes sectoriales para Ripieras y Actividades Afines	72.950,00

Fuente: Presupuesto 2023. Res. 900/22 HTA

7.2. Figura del usuario

Una persona física o jurídica registrada en el DGI dispone de un código único que lo identifica. Sin embargo, cada registro del que es titular posee un código particular de acuerdo a lo descripto en los puntos anteriores y una cuenta corriente individual a la que se le aplican facturaciones, pagos y demás movimientos de manera absolutamente individualizada.

Esto implica que un concesionario o permisionario titular de uno o más derechos superficiales que a su vez es titular de un pozo de agua subterránea y que por el tipo de actividad productiva es sujeto de control por contaminación se encuentra registrados en tres procesos diferenciados para la facturación y cobro de los distintos tributos. Sin existir sin ningún tipo integración administrativa.

En lo procedimental, el alta de cada registro, su facturación y cobro se registra de manera independiente, sin que el hecho de pertenecer a un mismo usuario tenga implicancias que permitan disponer de una visión integrada al menos en lo administrativo de esta figura.

Dando un ejemplo netamente práctico de lo expresado, un usuario que optó por el pago financiado y posee padrones en los tres tributos reciba **seis boletos para el canon superficial**, **cuatro para el uso de fuente subterránea** y **dos por control de contaminación**, un ***total de doce boletos*** con vencimientos que abarcan los meses de febrero a diciembre.

A modo de conclusión puede expresarse que la estructura tributaria descripta no se basa en el uso del recurso hídrico, sino en la **gestión de administración y operación** que el **Departamento General de Irrigación realiza en el sistema.**

7.3. Costos de operación y mantenimiento

A los fines de interpretar la metodología llevada adelante por el Departamento General de Irrigación para la determinación y revisión de los costos de operación y mantenimiento del sistema hídrico se hace necesario considerar inicialmente aspectos vinculados con los procesos, acciones e insumos presupuestarios que componen la gestión administrativa y contable del DGI.

El análisis de estos elementos permitirá arribar a conclusiones sobre los criterios vigentes en la institución sobre la temática que nos ocupa.

7.3.1. Estructura Institucional

El Departamento General de Irrigación formula su presupuesto de gastos y recursos a partir de un esquema **Institucional/Jurisdiccional** con el que se estructura administrativa y funcionalmente la organización.

El mismo tiene como objeto representar las 6 cuencas hidrográficas que componen la Provincia, gestionadas de manera descentralizada a través de Subdelegaciones y Jefatura de Zona, una Sede Central y anexos específicos destinados a Inversión e Infraestructura, Aguas Subterráneas, Gestión Ambiental y Red Telemétrica.

Sede Central
Cuenca Río Mendoza
Cuenca Río Tunuyán Inferior
Cuenca Río Tunuyán Superior
Cuenca Río Diamante
Cuenca Río Atuel
Cuenca Río Malargüe, Grande, Barrancas y Colorado
Aguas Subterráneas
Gestión Ambiental
Obras Menores
Red Telemétrica
Fondo de Desarrollo Hídrico Ley N° 7490
Generación Hidroeléctrica Ley N° 6088

En el caso de Subdelegaciones y Jefatura de Zona existe una configuración desagregada:

- Subdelegación
- Dique
- Trabajos de Equipos Mecánicos

Estos componentes representan las principales actividades que se desarrollan en el sistema hídrico y consecuentemente los centros de costos de mayor entidad para cada cuenca. Esta configuración es representada tanto en los aspectos recaudatorios (a través de tributos específicos) como para la conformación del gasto anual.

7.3.2. Estimación de recursos

El D.G.I. como entidad autárquica y descentralizada elabora su propio presupuesto de recursos y gastos. **Los recursos** surgen del cobro de diferentes tributos y **están destinados a financiar la operación y mantenimiento del sistema hídrico**.

La **determinación del monto** a imponer anualmente surge de aplicar un **criterio incrementalista** fundamentado básicamente en la proyección de las variables que conforman el **contexto macroeconómico** y responden a diferentes parámetros para su cálculo:

- Fuente Superficial según las hectáreas empadronadas por cuenca, la prorrata prevista para el uso agrícola y el porcentaje de cobranza según las estadísticas de años anteriores.
- Fuente Subterránea en base a los pozos registrados y a usos específicos con cobro volumétrico.
- Gestión Ambiental del Recurso Hídrico según los establecimientos industriales inscriptos, actividad petrolera y minera, entre otros.
- Sede Central en base a la cuota sostenimiento determinada y otros ingresos de corte administrativo.
- Anexos de Inversión e Infraestructura de acuerdo a los ingresos que se estimen según lo establecido en leyes especiales y los reembolsos de obras previstos.

Los recursos así estimados responden a su vez la **distribución Institucional/Jurisdiccional** ya descripta, que permite definir un total a recaudar por cada una de las jurisdicciones en las que está estructurado el presupuesto.

7.3.3. Determinación de gastos

En relación al **cálculo de gastos** la técnica aplicada responde al mismo criterio definido para los recursos, la **aplicación de un porcentaje incremental** por anexo. El análisis de costos por actividad es un ejercicio que se realiza de manera parcial y complementaria pero que no define el total a exponer como gasto.

El criterio general al momento de definir el techo financiero para cada jurisdicción es, como se ha mencionado, aplicar un porcentaje de incremento al total correspondiente al ejercicio anterior. Ese valor total, detraído lo destinado a la partida Personal que es cargado de manera centralizada, es distribuido por el responsable de formular el proyecto de presupuesto de cada jurisdicción considerando para esto los procesos de ejecución permanente y los programas y las actividades previstas para el próximo año. Es en esta instancia que se definen totales de insumos y precios unitarios para cada uno de ellos.

Es importante destacar que la estimación de **precios unitarios por insumos es realizada de manera heterogénea** por los responsables de las diferentes jurisdicciones. Esta falta de uniformidad sumado a contextos de inflación como el actual generan distorsiones en la determinación de los costos de las diferentes actividades o de la misma actividad a ser ejecutada en cada cuenca.

A modo de síntesis se expone en la siguiente tabla el presupuesto de Gastos y Recursos para el año 2023 desagregado por jurisdicción:

Tabla 10 Resumen general de gastos (pesos $)

RECURSOS Y EROGACIONES DEL EJERCICIO 2023

		RECURSOS	GASTOS
ANEXO I	SEDE CENTRAL	831.939.594,40	1.132.418.841,03
ANEXO II	CUENCA RIO MENDOZA	419.037.500,71	318.693.434,14
ANEXO III	CUENCA RIO TUNUYAN INFERIOR	178.073.898,34	188.889.710,90
ANEXO IV	CUENCA RIO TUNUYAN SUPERIOR Y TUPUNGATO	192.923.284,26	170.191.376,10
ANEXO V	CUENCA RIO DIAMANTE	154.286.771,04	154.386.771,04
ANEXO VI	CUENCA RIO ATUEL	153.333.120,92	186.372.273,95
ANEXO VII	CUENCA RIO MALARGUE, GRANDE, BARRANCAS Y	140.190.998,65	57.435.059,36
ANEXO VIII	AGUAS SUBTERRANEAS	898.628.938,98	750.602.053,04
ANEXO IX	GESTION AMBIENTAL	440.908.199,99	392.847.657,03
ANEXO X	OBRAS MENORES	620.505.830,94	620.505.830,94
ANEXO XI	RED TELEMETRICA	194.100.014,40	251.585.145,12
ANEXO XII	FONDO DE DESARROLLO HIDRICO LEY PROV.Nro.	695.572.972,90	695.572.972,90
ANEXO XIII	GENERACION HIDROELECTRICA LEY Nº.6088	144.817.197,00	144.817.197,00
	TOTAL	5.064.318.322,54	5.064.318.322,54

Debe tenerse en cuenta también que el **equilibrio entre recursos y gastos** se observa exclusivamente en el **total general**, pudiendo observarse que cada anexo presenta una situación particular de superávit o déficit entre sus recursos y gastos.

En este orden de ideas es de destacar que existe en el plexo normativo oportunamente citado evidencias de una evolución en el abordaje de estos conceptos, como ejemplo se puede citar la Ley 6.405 (1996) que en su artículo 11 establece “En la determinación de la carga financiera inherente al uso de aguas públicas, las Inspecciones de Cauce se ajustarán a los siguientes principios:

- Procurar el autofinanciamiento de los costos de operación y mantenimiento de los cauces y de la actividad de la Inspección, así como también las amortizaciones de las obras;
- Compatibilizar la relación entre el mínimo costo razonable para el usuario y el aumento en la seguridad y eficiencia en la distribución;
- Asegurar que las tributaciones que se apliquen sean justas y equitativas, tendientes al uso racional del agua.”

7.3.4. Estudio práctico

Considerando que la gestión del sistema hídrico puede ser conceptualizada a partir del conjunto de elementos que lo componen, se presenta como análisis de corte práctico para el caso de dos cuencas los montos teóricos unitarios destinados a atender una serie de elementos identificados como esenciales en la composición del sistema, haciendo una vinculación directa entre cada uno de ellos y las estructuras internas ya mencionadas anteriormente.

- Subdelegación – Usuarios por cuenca
- Dique – Hectáreas cultivadas por cuenca
- Trabajos de Equipos Mecánicos – Km. de red de riego por cuenca

Pudiendo elaborarse las siguientes ratios:

1) $\frac{\text{Costo total actividad Subdelegación}}{\text{Total de usuarios}}$
2) $\frac{\text{Costo total Operación Dique}}{\text{Total Has Cultivadas}}$
3) $\frac{\text{Costo total TEM}}{\text{Total km red de riego}}$

Anexo Presup	Crédito total Presupuesto 2023 ($)	Subdelegación ($)	Dique ($)	Trabajos de Equipos Mecánicos ($)	Total de usuarios	Hectáreas cultivadas	Longitud de la red de riego (m)
Río Mendoza	**318.693.434,14**	210.008.672,13	54.965.739,17	53.719.022,54	23.081	58.000	3.279
					costos unitarios anuales cuenca Río Mendoza		
					$ 9.098,77	**$ 947,69**	**$ 16.382,75**
Río Diamante	**154.386.771,04**	107.896.143,48	22.421.004,85	24.069.622,71	9.142	33.941	2.493
					costos unitarios anuales cuenca Río Diamante		
					$ 11.802,25	**$ 660,59**	**$ 9.654,88**

7.4. Fondeo y financiamiento

En primer lugar, se entiende por Fondeo a quién o quienes pagan por la infraestructura y financiamiento a quién las financia; en base a ello clasificaremos las fuentes de fondeo y financiamiento disponible para el Departamento General Irrigación.

El Departamento General de Irrigación cuenta con recursos propios específicos para llevar adelante sus procesos de inversión a través de un **Plan de Obras e Inversiones** que anualmente es aprobado como parte del **Presupuesto Anual de Gastos y cálculo de Recursos**. Los mismos surgen de leyes especiales que definen en cada caso la metodología de recaudación, destino de aplicación y esquema de reembolso.

7.4.1. Instrumentos de Fondeo

7.4.1.1. Obras menores Decreto Ley 555/75

La norma crea en el año 1975 un **Fondo Permanente** para realizar obras públicas de riego. El mismo, de acuerdo a lo establecido por dicha ley, es fondeado a partir de los siguientes conceptos:

- aporte anual básico por hectárea que efectuarán las propiedades con derecho de agua superficial del dominio público o privado;
- aporte anual básico por hectárea que efectuarán los concesionarios o permisionarios de uso de aguas públicas o privadas destinadas a producir fuerza motriz o energía eléctrica.
- aporte anual básico por hectárea que efectuarán los concesionarios o permisionarios de uso de aguas públicas o privadas destinadas a uso industrial o abastecimiento de poblaciones.
- aporte inicial y por única vez de diez millones de Pesos ($ 10.000.000), que efectuará el gobierno de la Provincia de Mendoza, con recursos del Plan de Obras Públicas 1975.
- aporte de diez millones de pesos (10.000.000), que efectuará el gobierno de la Provincia de Mendoza, a partir del año 1976 y durante el término de cinco (5) años, con recursos del Plan de Obras Públicas.

7.4.1.1.1. Destino del Fondo

- Obras de sistematización del riego y de control y distribución de caudales en los cauces públicos.
- Obras de impermeabilización.
- Obras de reacondicionamiento y conservación.
- Obras de sistematización y encauzamiento de sobrantes y desagües para refuerzo de dotaciones de cauces públicos.
- Perforaciones, obras y trabajos para alumbrar aguas subterráneas para refuerzo de dotaciones de cauces públicos.
- Obras, instalaciones e instrumental accesorio para estaciones de aforo y nivoglaciometeorológicas en las cuencas de los ríos.
- Completar y revisar el catastro de riego en las zonas de regadío.
- Toda otra obra que el Departamento General de Irrigación juzgue necesaria, por razones de conveniencia pública u otra oportunidad administrativa.

7.4.1.1.2. Forma de reembolso

De acuerdo a lo previsto, las obras realizadas con este Fondo Permanente serán reembolsadas por los usuarios beneficiados sobre el 80 % de su costo y en un plazo máximo de 5 años.

La determinación de la cuota de reembolso será en base a la ***superficie empadronada por cada beneficiario y a la misma se le adicionará un interés financiero del 7% anual***, de acuerdo a lo establecido en el art. 15 inc. g), de la ley de creación.

Este Fondo Permanente financia actualmente el 42% del Plan de Obras e Inversiones aprobado por el DGI. Sin embargo, hasta comienzos de la década del 2000 representaba el único financiamiento del que disponía el DGI para afrontar la ejecución de las obras menores incluidas en su presupuesto.

7.4.2. Generación Hidroeléctrica Ley 6088/93

Este instrumento de fondeo tiene su origen en la concesión del **uso especial de las aguas públicas para la generación de hidroelectricidad**. A estos efectos el Departamento General de Irrigación percibirá el dos y medio por ciento (2,5%) de la suma que se tome como base para el cálculo de la regalía prevista en el artículo 43 de la Ley Nacional 15.336, modificado por la Ley Nacional 23.164.

El producido de este canon será afectado por el Departamento General de Irrigación, a la realización de estudios y obras de riego y drenaje en la zona de influencia de cada río.

7.4.2.1. Forma de reembolso

El reembolso de los proyectos financiados con este fondo contempla el 100% del costo total, con una tasa de financiación idéntica a la establecida por el Decreto Ley 555/75, 7% anual.

El mismo deberá ser afrontado por la totalidad de concesionarios o permisionarios beneficiados y en proporción a la superficie empadronada.

Este financiamiento fondea actualmente en promedio el 11% del Plan Anual de Obras e Inversiones aprobado por el DGI. Con la distinción en este caso que las obras ejecutadas mantienen un estricto correlato con la cuenca originaria del recurso.

7.4.3. Instrumentos de financiamiento

7.4.3.1. Fondo de Desarrollo Hídrico Ley 7490/06

En el caso particular de este instrumento, se considera de financiamiento en tanto el origen de los fondos es a partir de préstamos otorgados por organismos multilaterales de préstamos con destino a la realización de obras de infraestructura productiva, fundamentalmente infraestructura hídrica.

A partir del financiamiento para la realización de obras, se dispone el reembolso de las mismas por parte de los beneficiarios de aquellas.

El instrumento, al momento de su creación dio por cancelados los fondos reembolsables con motivo de la Ley 6455 (Préstamo Internacional - Deuda Pública Provincial – Actividad Agropecuaria – Obras hidráulicas y de riego) disponiendo en consecuencia que los mismos no resulten exigibles por la Provincia de Mendoza al Departamento General de Irrigación.

Dispuso además la creación de un Fondo de Desarrollo Hídrico, originado a partir de los recursos provenientes de préstamos internacionales con destino a obras de infraestructura productiva- riego fundamentalmente- bajo la administración del DGI para el financiamiento de obras de infraestructura y gestión del sistema hídrico, delegando en el mismo Departamento la reglamentación de esta ley.

El aporte de este Fondo sostiene actualmente el 47 % del Plan Anual de Obras e Inversiones aprobado por el DGI. En este caso, atendiendo al objeto del mismo, además de inversión en obras se ejecutan otro tipo de proyectos vinculados con tecnología y capacitación, entre otros componentes.

Su principal fuente de recursos corresponde al reembolso de obras ejecutadas con financiamiento externo tomado por la Provincia de Mendoza. Los contratos que dieron origen a la ejecución de esos proyectos establecieron que los montos a reembolsar por los usuarios beneficiados (en promedio el 60% del costo total) fueran destinados como aportes a este Fondo.

Su reglamentación establece qué recursos conformarán el citado Fondo:

- Ingresos provenientes de reembolsos a percibirse con motivo del empréstito regulado por la Ley 6455.
- Recursos provenientes de fuentes internas y externas que sean afectados presupuestariamente.
- Ingresos provenientes de los reembolsos de las obras financiadas con el mismo.

Destino del Fondo

- Realización de aforos
- Construcción de obras hídricas
- Asistencia financiera a otros programas de obra y de gestión administrados por el DGI
- Inversión en equipamiento mecánico y tecnológico
- Transferencia tecnológica a Inspecciones de Cauce
- Formación de recursos humanos
- Capacitación, profesionalización y formación de sus recursos humanos

Forma de reembolso

El porcentaje del ***reembolso y condiciones de repago son establecidas en los respectivos contratos de préstamo***, que en términos generales podemos señalar como aspectos concurrentes, los siguientes: 5 años de gracia, 20 a 25 años el período de pago con un interés anual fijo del 7%.

Es importante destacar que la aplicación del origen de estos fondos por parte del D.G.I es a la realización de obras denominadas menores, en cuyo caso la Ley delega en ***Superintendencia la facultad de definir en cada caso los porcentajes, tasa aplicable, plazo y demás condiciones para el cobro del reembolso***. A la fecha los criterios generales determinan un reembolso del 100% del costo de cada proyecto con una tasa de financiación idéntica a la establecida por el Decreto Ley 555/75 (7% anual).

El mismo deberá ser afrontado por la totalidad de concesionarios o permisionarios beneficiados y en proporción a la superficie empadronada.

A modo de mapeo, se sintetizan los mecanismos de fondeo y de financiamiento con sus características distintivas en cuanto plazos y condiciones y a título de ejemplo el aporte actual de obras promedio en base a los mecanismos de fondeo y financiamiento descriptos.

Tabla 11 Formas de reembolso según fondeo

	DECRETO-LEY 555/75	**LEY 7490/06 FONDO DE DESARROLLO HÍDRICO**		**LEY 6088/93 DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA**
Reembolso	**80%** del costo total de la obra	**60%** del costo total de la obra ***(financiamiento externo)***	**100%** del costo total de la obra ***(re inversión en obras menores)***	**100%** del costo total de la obra
Carga financiera	**7%** anual	**3%** anual	**7%** anual	**7%** anual
Plazo promedio de reembolso	**5 años**	**25 años**	**9 años**	**6 años**
Período de gracia	Sin período de gracia	**Plazo promedio 5 años**	Sin período de gracia	
Valor cuota promedio reembolso ha/año	**$455** (pesos argentinos)	**$212** (pesos argentinos)	**$382** (pesos argentinos)	**$174** (pesos argentinos)

En los siguientes gráficos puede observarse a nivel de proyectos ejecutados en los últimos 30 años a partir de los mecanismos indicados.

Hasta comienzo de la década del 2000 el Decreto Ley 555/75 fue la única fuente presupuestaria destinada a inversión en obras. Posteriormente comienza a ser utilizado el financiamiento definido por la Ley 6088/93 de Generación Hidroeléctrica y surge el Fondo de Desarrollo Hídrico establecido por la ley 7490/06. Concomitantemente la participación de financiamiento externo tiende a una disminución en la cantidad de proyectos a financiar.

Ilustración 37 Porcentaje de obras por financiamiento (1994-2021)

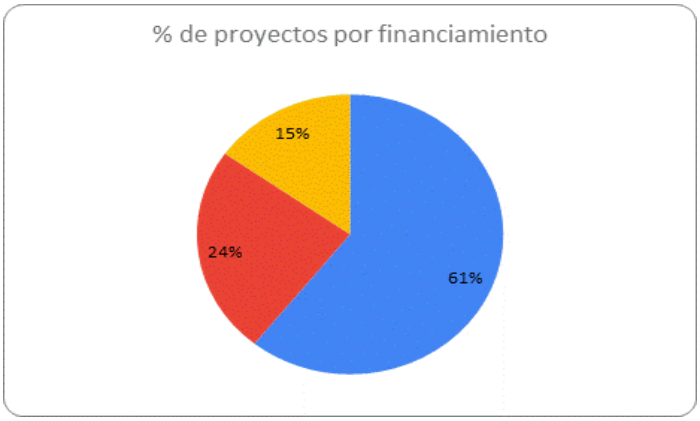
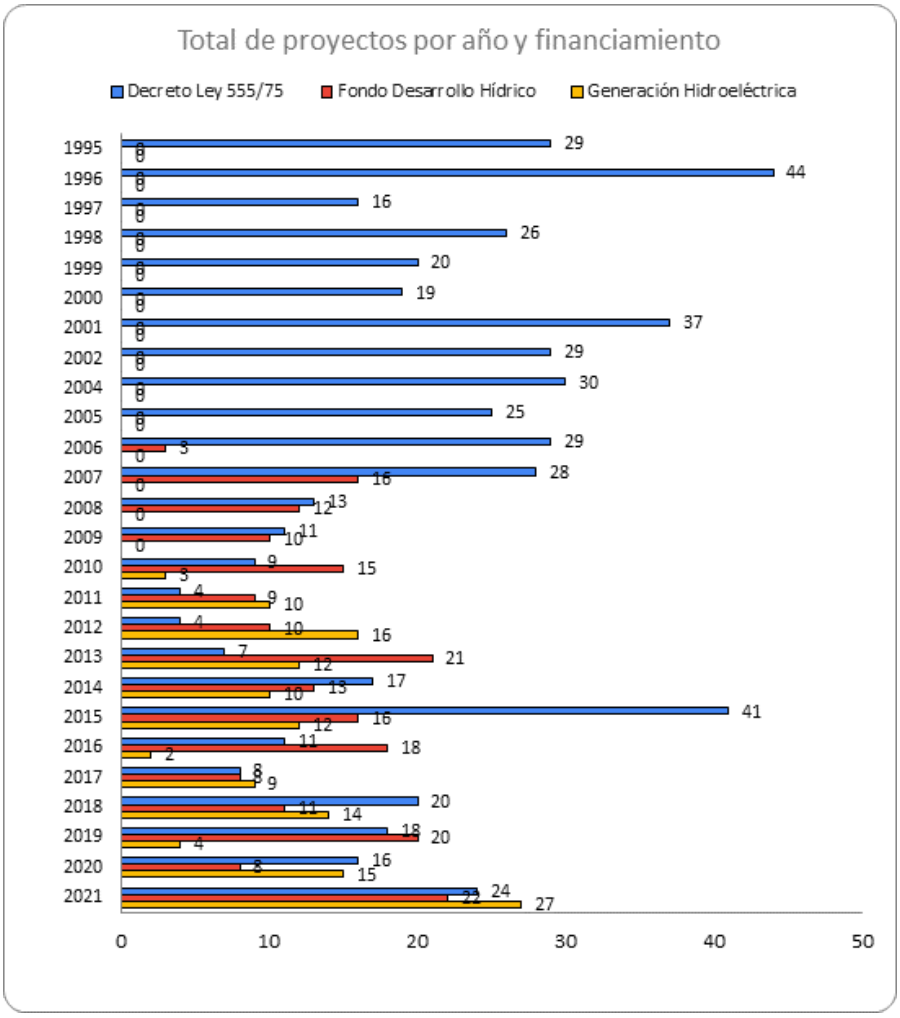


Ilustración 38 Gráfico 2 Cantidad de obras por año y financiamiento



Puede observarse también que, a pesar de surgir nuevos financiamientos, desde mediados de 1990 a la fecha el Decreto Ley 555/75 representa hasta el año 2021 el 48% del total de proyectos ejecutados.

7.5. Tarifa eléctrica y relación con el uso del recurso hídrico

En esta sección se describe la estructura tarifaria del servicio de energía eléctrica como insumo complementario en la producción de bienes y/o prestación de servicios relacionado con el recurso hídrico.

La normativa vigente (Ley Provincial 6498 y Dec. 197/98) establece una compensación o subsidio financiado por el estado provincial a través del Fondo Compensador de Tarifas para los usuarios registrados que utilizan la electricidad como fuerza motriz para alimentar electrobombas para extraer agua del subsuelo (riego agrícola) y para aquellas entidades que prestan el servicio de potabilización y distribución del agua para consumo por cañerías[43].

7.5.1. Tarifa para riego agrícola

En el primer caso, el régimen tarifario eléctrico prevé la categoría "Riego Agrícola" que se aplica a un padrón específico de usuarios debidamente identificados[44] en la Secretaría de Servicios Públicos, que es la autoridad de aplicación de esta normativa.

El régimen tarifario informa dos componentes: la "tarifa de referencia", que es la que paga el usuario beneficiario del subsidio, y el "pago a la distribuidora", que corresponde a lo que debe recibir la empresa distribuidora para cubrir los costos de prestación del servicio[45]; la diferencia es el subsidio otorgado.

En ambos casos la tarifa consta de dos partes:

- Un cargo fijo, haya o no consumo.
- Un cargo por la energía eléctrica de acuerdo con el consumo registrado en cada uno de los horarios tarifarios en "Alta" (18:00 hs a 23:00 hs y 10:00 hs a 14:00 hs) y en "Baja" (23:00 hs a 10:00 hs y 14:00 hs a 18:00 hs). Esta tarifa también depende del consumo mensual, y si supera los 800 kwh se aplican valores mayores.
- Si correspondiere, un recargo por factor de potencia.

A continuación, se presenta un cuadro con la estructura de la tarifa de riego agrícola para la tarifa de referencia (lo que paga el usuario), SIN subsidio del gobierno nacional (en la compra de energía y potencia) y CON subsidio:

[43] Cabe recordar que, según el caso, también existen subsidios al consumo eléctrico que financia el gobierno nacional.

[44] La ley provincial 6498 prevé …" *Art. 36.- A fin de mantener el nivel tarifario actual y compensar la diferencia tarifaria que resultare para los usuarios de energía eléctrica para riego agrícola de la aplicación del régimen tarifario instituido por la Ley de Marco Regulatorio del Sector Eléctrico, se asignarán anualmente recursos procedentes del Fondo Compensador de Tarifas. La percepción de esta compensación se aplicará* ***sólo a los usuarios de energía eléctrica para riego agrícola a la fecha de sanción de la presente Ley****, conforme lo establezca la reglamentación y se asignará progresivamente en relación con una mayor eficiencia en el uso del agua superficial y subterránea para el riego agrícola, a partir de la vigencia de los contratos de concesión de EDEMSA y EDESTESA."*

[45] Corresponde a sus costos de operación y mantenimiento de la red de distribución, y costos de capital, que se rembolsan a través del Valor Agregado de Distribución (VAD), y del costo de abastecimiento, que corresponde a la adquisición del fluido eléctrico en el eslabón anterior de la cadena (compra de energía y potencia en el Mercado Eléctrico Mayorista, MEM).

CUADRO TARIFARIO SIN Subsidio Estado Nacional Vigencia: 1° de Febrero al 30 de Abril de 2023	TARIFA DE REFERENCIA					
	Tarifa de Riego Agrícola Baja Tensión			Tarifa de Riego Agrícola Media Tensión		
	Pot. hasta 10 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. hasta 10 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW
CARGO FIJO						
USO DE RED						
CONSUMO DE ENERGÍA						
- Alta (de 14 a 23 hs) hasta 800 kwh/mes	29.8599	35.4772	134.2905	29.8599	35.4772	141.0971
- Baja (de 23 a 14 hs) hasta 800 kwh/mes	11.7307	13.9375	52.7564	11.7307	13.9375	53.5284
- Alta (de 14 a 23 hs) excedente de 800 kwh/mes	35.4772	35.4772	134.2905	35.4772	35.4772	141.0971
- Baja (de 23 a 14 hs) excedente de 800 kwh/mes	13.9375	13.9375	52.7564	13.4588	13.9375	53.5284

CUADRO TARIFARIO CON Subsidio Estado Nacional Vigencia: 1° de Febrero al 30 de Abril de 2023	TARIFA DE REFERENCIA					
	Tarifa de Riego Agrícola Baja Tensión			Tarifa de Riego Agrícola Media Tensión		
	Pot. hasta 10 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. hasta 10 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW
CARGO FIJO						
USO DE RED						
CONSUMO DE ENERGÍA						
- Alta (de 14 a 23 hs) hasta 800 kwh/mes	29.8599	35.4772	134.2905	29.8599	35.4772	141.0971
- Baja (de 23 a 14 hs) hasta 800 kwh/mes	11.7307	13.9375	52.7564	11.7307	13.9375	53.5284
- Alta (de 14 a 23 hs) excedente de 800 kwh/mes	35.4772	35.4772	134.2905	35.4772	35.4772	141.0971
- Baja (de 23 a 14 hs) excedente de 800 kwh/mes	13.9375	13.9375	52.7564	13.4588	13.9375	53.5284

Como se puede observar, los beneficiarios de subsidio no pagan cargo fijo ni uso de red; y no tienen diferencia entre la situación con subsidio nacional y sin subsidio nacional.

En el caso de consumos en hora de baja, la tarifa por energía es 38-39% inferior según el caso que la que aplica en horario de alta.

Para tener una referencia con la tarifa que se cobraría sin la compensación provincial, a continuación, se presenta el cuadro del pago a la distribuidora. Tal como se publica, las tablas se exponen SIN subsidio nacional y CON subsidio nacional:

CUADRO TARIFARIO SIN Subsidio Estado Nacional Vigencia: 1° de Febrero al 30 de Abril de 2023	PAGO A DISTRIBUIDORA					
	Tarifa de Riego Agrícola Baja Tensión			Tarifa de Riego Agrícola Media Tensión		
	Pot. hasta 10 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. hasta 10 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW
CARGO FIJO	2388.194	2388.194	2388.194	22076.713	22076.713	22076.713
USO DE RED	292.1	292.1	292.1	188.989	188.989	188.989
CONSUMO DE ENERGÍA						
- Alta (de 14 a 23 hs) hasta 800 kwh/mes	21.1452	21.1452	21.1452	17.6996	17.6996	17.6996
- Baja (de 23 a 14 hs) hasta 800 kwh/mes	15.823	15.823	15.823	14.7543	14.7543	14.7543
- Alta (de 14 a 23 hs) excedente de 800 kwh/mes	21.1452	21.1452	21.1452	17.6996	17.6996	17.6996
- Baja (de 23 a 14 hs) excedente de 800 kwh/mes	15.823	15.823	15.823	14.7543	14.7543	14.7543

CUADRO TARIFARIO CON Subsidio Estado Nacional Vigencia: 1° de Febrero al 30 de Abril de 2023	PAGO A DISTRIBUIDORA					
	Tarifa de Riego Agrícola Baja Tensión			Tarifa de Riego Agrícola Media Tensión		
	Pot. hasta 10 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. hasta 10 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW
CARGO FIJO	2315.959	2315.959	2388.194	21930.882	21930.882	22076.713
USO DE RED	292.1	292.1	292.1	188.989	188.989	188.989
CONSUMO DE ENERGÍA						
- Alta (de 14 a 23 hs) hasta 800 kwh/mes	13.2847	15.8343	21.1452	11.0033	13.3872	17.6996
- Baja (de 23 a 14 hs) hasta 800 kwh/mes	9.0273	11.6266	15.823	8.4327	10.8632	14.7543
- Alta (de 14 a 23 hs) excedente de 800 kwh/mes	15.8343	15.8343	21.1452	13.3872	13.3872	17.6996
- Baja (de 23 a 14 hs) excedente de 800 kwh/mes	11.6266	11.6266	15.823	10.8692	10.8692	14.7543

En este caso se informan los cargos fijos y por uso de red. Se observa que el subsidio nacional no tiene prácticamente impacto en ellos (apenas 3% en el caso de baja tensión en las dos primeras categorías de potencia), dado que fundamentalmente el subsidio nacional opera sobre el costo de abastecimiento.

Y en el valor de la energía, el subsidio promedio es de 33% para la primera categoría de potencia (hasta 10 kW), de 26% para la segunda (entre 10 y 300 kW) y no tiene subsidio la tercera.

7.5.2. Impacto de los subsidios provinciales

Esta sección no pretende realizar un análisis exhaustivo acerca de la razonabilidad de la estructura tarifaria ni de la de subsidios aplicados; sólo se realizarán algunas comparaciones que surgen de la simple comparación de los cuadros anteriores (un análisis más pormenorizado requiere considerar consumo de energía eléctrica mensual (KWH/mes) que no se prevé en esta etapa del informe).

A fin de dar un marco general, es relevante mencionar que según la información provista por el Ente Provincial Regulador Eléctrico (EPRE) para los consumos eléctricos para riego agrícola durante 2022, alrededor del 90% de los 8.900 suministros contratan potencia entre 10 y 300 kW, y cerca de 9% contrata por debajo de ese límite (apenas 1% por encima). Por eso las comparaciones a continuación se realizarán para los casos más frecuentes de contratación de potencia.

La tarifa de pago a la distribuidora sin subsidio del gobierno nacional supone que se cubren totalmente los costos de prestación, y se adquiere energía desde el MEM sin subsidio.

La tarifa de pago a la distribuidora con subsidio del gobierno nacional supone que se cubren totalmente los costos de prestación y se adquiere energía desde el MEM a tarifa subsidiada.

Como ya se adelantó, las tarifas de pago a la distribuidora sobre energía tienen una disminución equivalente a 33% o 26% de la tarifa sin subsidio del gobierno nacional para los dos tramos iniciales de potencia (para potencias superiores a 300 kW no hay subsidio a la energía del gobierno nacional).

Luego, para tener una idea de la cuantía de las compensaciones provinciales, se realiza la comparación del monto a pagar con la tarifa de referencia en relación al que correspondería con la de pago a distribuidora (con subsidio del gobierno nacional). La comparación se hace para usuarios de potencias intermedias (entre 10 y 300 kW) suponiendo una potencia de 42,5 kW[46]. El ejercicio arroja los siguientes resultados:

- **Consumos hasta 800 kwh:**
  - En el caso de consumo en horario de baja, el subsidio va decreciendo desde 100%[47] cuando hay consumo nulo mensual, hasta alcanzar 55% del valor de pago a la distribuidora en el valor del extremo del intervalo (800 kwh)
  - En el caso de consumo en horario de alta, el subsidio decrece desde 100% y desaparece al alcanzar los 800 kwh.
- **Consumos superiores a 800 kwh:**
  - En el caso del consumo en horario de baja, el subsidio sigue decreciendo desde 55% hasta anularse al llegar a un consumo de 6.200 kwh mensuales[48]. A partir de este valor de consumo de energía eléctrica mensual la tarifa de referencia arroja montos a pagar mayores a los que se obtienen aplicando al cálculo la correspondiente al pago a la distribuidora (dado que el ejercicio supone 42,5 kW de potencia registrada en baja tensión y en el intervalo correspondiente -entre 10 kW y 300 kW).
  - El consumo en horario de alta no es conveniente: como se mencionó en el punto anterior, por encima de los 800 kwh la estructura de la tarifa de referencia comienza a arrojar pagos mayores que los que se obtienen con la de pago a la distribuidora[49].

7.6. Tarifa para servicio de potabilización

En el caso de entidades que prestan el servicio de potabilización y distribución del agua para consumo por cañerías, la tarifa que corresponde aplicar se encuadra en algunos de los casos siguientes:

[46] Es el valor que surge como promedio para la potencia registrada para los 8.869 suministros considerados en 2022.
[47] Cuando no hay consumo y la tarifa de referencia no contempla cargo fijo ni por potencia, el pago es nulo mientras que en el pago a la distribuidora hay un pago fijo (cargo fijo + potencia) de aproximadamente $14.750.
[48] En estos rangos de potencia el valor del Kwh es de $11.6 sin subsidio, y de $13.9 con subsidio; el efecto del cargo fijo y el cargo de potencia va "licuándose" a mayor cantidad de energía consumida.
[49] Aquí el valor del Kwh es de $15.8 sin subsidio, y de $35.4.

		T2 R BT			T2 B MT/BT			T2 R MT		
		Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW
CARGO COMERCIALIZACIÓN	$/mes	2298,172	2298,172	2298,172	3397,713	3397,713	3397,713	33832,149	33832,149	33832,149
USO DE RED	$/kW-mes	3407,131	3407,131	3407,131	2865,969	2865,969	2865,969	2672,052	2672,052	2672,052
CONSUMO DE POTENCIA	$/kW-mes	164,168	164,168	826,471	160,701	160,701	809,017	157,633	157,633	793,569
CONSUMO DE ENERGÍA										
-PICO (P) - 18 a 23hs.	$/kWh	11,6651	11,7472	15,4817	11,0340	11,1117	14,6251	10,9072	10,9840	14,4571
-RESTO (R) - 05 a 18hs.	$/kWh	11,5841	11,6674	15,4548	10,9574	11,0361	14,6186	10,8315	10,9093	14,4507
-VALLE (V) - 23 a 05hs.	$/kWh	11,5031	11,5875	15,4480	10,8807	10,9606	14,6122	10,7557	10,8347	14,4443

		T2 B AT/MT			T2 R AT		
		Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW
CARGO COMERCIALIZACIÓN	$/mes	45669,598	45669,598	45669,598	149049,458	149049,458	149049,458
USO DE RED	$/kW-mes	2056,036	2056,036	2056,036	1473,433	1473,433	1473,433
CONSUMO DE POTENCIA	$/kW-mes	153,605	153,605	773,292	151,284	151,284	761,608
CONSUMO DE ENERGÍA							
-PICO (P) - 18 a 23hs.	$/kWh	10,6284	10,7032	14,0876	10,4794	10,5532	13,8900
-RESTO (R) - 05 a 18hs.	$/kWh	10,5546	10,6305	14,0813	10,4066	10,4814	13,8839
-VALLE (V) - 23 a 05hs.	$/kWh	10,4808	10,5577	14,0751	10,3339	10,4097	13,8777

Según instrucción Ley 9433 y Res. SE N° 054/23

Parámetros Base para el cálculo de Compensaciones Tarifarias	$/kWh
Entidades de Interés Público	3,4508
Cooperativas de Agua Potable	5,5331
Malargüe Comercial e Industrial hasta 50 kW	18,0117
Malargüe Comercial e Industrial >= 50 kW	18,5038

Pero la normativa prevé una compensación financiada por el estado provincial que se determina como diferencia entre la tarifa anterior y un pago por todo concepto de $5,5331 por khw de energía consumida, lo cual equivale aproximadamente a un subsidio de 52,6% (1- $5,53/$11,66) o 64,2% (1 - $5,53/$15,45) por energía consumida, según encuadre del tipo de consumo eléctrico.

7.7. Conclusiones preliminares de esta revisión

El servicio de energía eléctrica como insumo complementario en la producción agrícola y/o en la prestación de servicios de potabilización y distribución del agua para consumo por cañerías está significativamente subsidiado: el valor cobrado por kwh en estas categorías de usuario es inferior al que las empresas distribuidoras deberían cobrar para cubrir sus costos de prestación.

En el caso del riego agrícola, el esquema de cobro contempla:

- un incentivo al uso del servicio eléctrico en horarios de baja; en ese caso la tarifa por kwh es 38-39% inferior que en horario de alta.
- en cualquiera de estas situaciones el valor de referencia contempla un subsidio a la compra de energía (abastecimiento) financiado por el gobierno nacional que puede alcanzar hasta 33% para la primera categoría de potencia (hasta 10 kW), y 26% para la segunda (entre 10 y 300 kW); la categoría superior no tiene subsidio del gobierno nacional;
- y la tarifa de referencia contempla un subsidio del gobierno provincial decreciente en el consumo de energía: en el caso de consumos inferiores a 800 kwh mensuales para potencias promedio y en horario de baja, este subsidio es, como mínimo, del 55%. En horario de alta, el subsidio sólo se anula al alcanzar el valor superior del intervalo. Y para consumos superiores a 800 Kwh mensuales (en esos mismos rangos de potencia) el uso de electricidad para riego agrícola está,

de alguna manera, relativamente "penalizado": se paga más que lo que se pagaría con el esquema sin subsidio en horario de alta, mientras que, en el caso de consumo en horario de baja, ello ocurre para consumos superiores a 6.000 kwh mensuales.

En el caso de los usuarios de electricidad para la prestación de servicios de potabilización y distribución del agua para consumo, el subsidio también es significativo: equivale a 52,6% o 64,2%, según encuadre del tipo de consumo eléctrico del prestador.

7.7.1. Tarifa de agua potable

En Mendoza la provisión del servicio de agua potable (y cloaca, según el caso) está a cargo de 145 prestadores cuyo servicio está regulado por el Ente Provincial de Agua y Saneamiento (EPAS), y se distribuye a través de 607.289 conexiones de agua y 413.151 de cloaca.

Tabla 12 Distribución de conexiones por tipo de prestadores (Fuente: EPAS)

Tipo de prestador	Agua			Cloaca		
	N° prestadores	conexiones	part. %	N° prestadores	conexiones	part. %
Aysam	1	416933	68.7%	1	361572	87.5%
Privados	5	2297	0.4%	1	1820	0.4%
Nacional	2		0.0%			0.0%
Provincial	2		0.0%			0.0%
Municipios	12	97191	16.0%	2	44000	10.6%
Comunitarios (diferentes estructuras organizativas)	106	84822	14.0%	10	5759	1.4%
	1	250	0.0%			0.0%
	2	1857	0.3%			0.0%
	10	3786	0.6%			0.0%
	4	153	0.0%			0.0%
TOTAL	**145**	**607289**		**14**	**413151**	

Como se observa en las tablas anteriores existe una importante heterogeneidad entre los prestadores en términos de escala del servicio, propiedad/tipo de gestión de la institución y/o gobernanza.

La mayoría de los usuarios de agua potable son servidos a través de la prestadora principal Aysam (69%), que es una sociedad anónima de participación estatal mayoritaria, y los municipios prestadores (16%). El resto -exceptuando algunos prestadores privados que participan con menos del 0,4%- corresponden a instituciones de tipo comunitario (cooperativas, uniones vecinales, consorcios, asociaciones mutuales, etc.) cuya participación conjunta alcanza al 15% del total de conexiones de agua potable.

Si bien a continuación se realiza una breve descripción de cada caso, es relevante destacar que, para la mayoría de los suministros, el cobro del servicio no se realiza en función del volumen de agua consumido, sino en función de parámetros que procuran aproximarlo, como por ejemplo la superficie de los inmuebles servidos, el uso que se hará del fluido, la capacidad de pago medida a través de la calidad constructiva, localización, etc.

Existen muy pocos casos de facturación en función del volumen consumido. La cantidad de medidores disponibles alcanza a 14,7% del total de conexiones de agua[50]. Al analizar por prestador, de los 60 operadores que poseen tecnología de micromedición, 44 tienen medidores para cada conexión reportada, lo cual hace presumir que en estos casos el tipo de tarifa es por volumen[51].

[50] De éstos, 42% está bajo la órbita de prestación de Aysam.
[51] Aysam posee el equivalente al 9,1% de sus conexiones con medidor. Hay operadores de menor escala con un 100% de conexiones con medidor.

7.7.1.1. Aysam

Los sistemas de tarifas vigentes para los usuarios de Aysam están estipulados en el Régimen Tarifario. De acuerdo al Título II (ver Régimen Tarifario, Anexo II del contrato de concesión), se establece que los servicios de agua potable y desagües cloacales serán facturados de acuerdo a dos sistemas alternativos:

- **Sistema tarifario de facturación por cuota fija, y por exceso de agua por medidor cuando correspondiere.** En el primero se encuentran comprendidos el 93% de los usuarios servidos por AYSAM[52]. En el segundo, de facturación de consumo por exceso, el prestador tiene la facultad de colocar el medidor de caudales y facturar el servicio mediante este sistema tarifario. En la actualidad el 5% de los usuarios de AYSAM se encuentra en este sistema[53].
- **Sistema tarifario de facturación por servicio medido:** los usuarios pueden solicitar el pase a este sistema de facturación. En la actualidad el 2% de los usuarios se encuentran en este sistema[54].

7.7.1.1.1. Tarifa por cuota fija

Debido a que el sistema de facturación más utilizado por la empresa es el de cuota fija, a continuación, se describe su forma de cálculo.

En este sistema los usuarios pagan una cuota constante por ambos servicios en forma bimestral, independientemente del consumo realizado. Esta cuota se calcula en función de las características del inmueble servido (superficie cubierta, superficie de terreno, calidad y antigüedad de la edificación y localización del inmueble) a partir de la siguiente fórmula:

$$T = \left(St \times Tt.base + \sum Sc \times Tc.base \times E\right) \times Z \times K$$

En donde:

T: Tarifa mensual

St: Superficie del terreno

Tt. base: Tarifa general por metro cuadrado de superficie de terreno

Sc: superficie cubierta

Tc. base: Tarifa general por metro cuadrado de superficie cubierta

K: Coeficiente de ajuste tarifario

E: Coeficiente de antigüedad y calidad de la edificación

Z: Coeficiente de ubicación del inmueble

La tarifa bimestral resultará de duplicar el valor antes obtenido, y el importe a facturar nunca podrá ser inferior a una "tarifa mínima" establecida en el artículo 37.

El coeficiente Z se aplica en función de la zona en la que está ubicado el inmueble, y el coeficiente K tomaba valor 1,423320 al momento de la toma de posesión de la concesión; el valor vigente actualmente es de 144,1723. En los anexos de esta sección se encuentran las tablas de valores relacionadas con las tarifas generales, el coeficiente E (antigüedad y calidad de la edificación) y las tarifas mínimas.

Los inmuebles son clasificados en tres categorías:

- **Categoría A – General:** comprende los inmuebles o partes de los mismos en los que se utilice el agua para los usos ordinarios de bebida o higiene. En función del destino, que en cada caso se indica, y de la magnitud física del inmueble, esta Clase incluye las siguientes subclases:
    - Consumidores normales: que incluye a las viviendas familiares y a bancos, bibliotecas, comisarías, dispensarios, museos, sedes sociales de clubes, de partidos políticos, sindicatos, templos, etc.

[52] "Sistemas tarifarios y tarifas en Argentina", Serie de Publicaciones sobre tarifas N°3, Asociación Federal de entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento (AFERAS), 2018.
[53] Ibídem
[54] Ibídem.

- Grandes consumidores: vivienda familiar con pileta de natación y/o jardines o parques con superficies mayores a 150 m2, asilos públicos, colonias de vacaciones, cuarteles, establecimientos de enseñanza, establecimientos penales, hospitales, oficinas públicas, etc.

- **Categoría B – Comercial:**
  - Clase I: contempla inmuebles destinados a desarrollar actividades comerciales o industriales en los que el agua se utiliza para los usos ordinarios de bebida e higiene. Distingue entre dos subclases; ejemplos: teatros, cines, salas de espectáculos públicos, hoteles, alojamientos, restaurantes, pizzerías, sanatorios y policlínicos privados, salones de fiesta, galpones, estudios profesionales, playas de estacionamiento, mataderos, etc.
  - Clase II: Comprende a los inmuebles o parte de los mismos destinados a desarrollar actividades comerciales o industriales en los que el agua se utiliza como elemento necesario del comercio o como parte del proceso de fabricación del producto elaborado. Distingue entre dos subclases; ejemplos: talleres de limpieza o planchado de ropa, casas de fotografía con laboratorios de revelación, fábricas de pintura, fábricas de pastas, estaciones de servicio, piletas públicas de natación, haras, studs, tambos, bodegas, lavaderos industriales, curtiembres, fábricas de papel, fábricas de productos lácteos, fábricas de vidrios, de jabón, de productos de hormigón, etc.
  - Clase III: Comprende a los inmuebles destinados a desarrollar actividades industriales en los que el agua integra el producto elaborado como elemento fundamental. Ejemplos: fábricas de bebidas, de agua lavandina, de hielo, de productos químicos, farmacéuticos, de tocador, establecimientos de elaboración de maltas y cervezas, etc.

- **Categoría C – Especial:** comprende a los inmuebles o parte de los mismos no incluidos en las Categorías A y B, e instalaciones en las que, por sus características especiales o el destino dado al agua, no pueda establecerse una correlación entre su superficie cubierta y la presunta utilización de los servicios. Distingue entre:
  - Clase I: incluye los inmuebles o parte de los mismos o instalaciones en las que el agua provista desagüe totalmente a conducto cloacal o pluvial. Ejemplos: silos, instalaciones de refrigeración, de aire acondicionado, piletas privadas de natación o clubes deportivos, estadios deportivos, etc.
  - Clase II: incluye a los inmuebles o par te de los mismos o instalaciones, en los que el agua provista no desagüe, o desagüe parcialmente a conducto cloacal. Ejemplos: cementerios, jardines, huertas y viveros comerciales, playas ferroviarias, plantas de elaboración de mezclas y hormigones, plazas, etc.

7.7.1.1.2. Tarifa en exceso sobre los consumos básicos

En el caso de instalación de medidor de caudales, a los inmuebles incluidos en las categorías A y B se les fija un consumo básico mensual en metros cúbicos en función de la superficie cubierta total de los mismos, que se obtiene en función de la siguiente tabla:

SUPERFICIE CUBIERTA	CONSUMO BASICO MENSUAL
Menor a 50 m2	15 m3
más de 50 a 150 m2	0.300 m3 por m2 de sup. cubierta
más de 150 a 250 m2	43 m3 + 0.250 m3 por m2 de sup. que exceda de 150
más de 250 a 350 m2	70 m3 + 0.200 m3 por m2 de sup. que exceda de 250
más de 350 a 500 m2	90 m3 + 0.150 m3 por m2 de sup. que exceda de 350
más de 500m2	113 m3 + 0.100 m3 por m2 de sup. que exceda de 500

Los excesos sobre los consumos básicos mensuales fijados para las categorías A y B y el consumo registrado por el medidor para la categoría C, se cobran aplicando las siguientes tarifas:

Tabla 13 Artículo 41: tarifa del exceso sobre consumos básicos

1. Categoría A ($/m3)	38.55
2. Categoría B I ($/m3)	60.82
3. Categoría B II ($/m3)	87.31
4. Categoría B III ($/m3)	158.93
5. Categoría C I a ($/m3)	60.82
6. Categoría C I b ($/m3)	56.84
7. Categoría C II a ($/m3)	56.84
8. Categoría C II b ($/m3)	50.73

La facturación se efectúa de la siguiente forma:

a) CATEGORIAS A y B: Si el consumo registrado por el medidor resulta menor que el consumo básico mensual, se liquida la tarifa mensual de cuota fija. Si el consumo registrado resulta mayor que el consumo básico mensual, además de la tarifa mensual de cuota fija se liquidan los metros cúbicos de exceso sobre dicho consumo básico aplicando la tarifa indicada en el artículo 41.

b) CATEGORIA C: El consumo registrado por medidor se liquidará conforme a la tarifa establecida en el artículo 41.

c) Los importes facturados según lo dispuesto en a) y b) se ajustarán conforme a la variación del coeficiente "K".

7.7.1.1.3. Tarifa por servicio medido

Para su aplicación se consideran las siguientes categorías:

Categoría A. FAMILIAR: comprende a los servicios prestados a inmuebles destinados a vivienda. Se incluyen en esta categoría a los usuarios fiscales que no realicen actividades comerciales o industriales.

Categoría B. COMERCIAL E INDUSTRIAL: comprende el servicio prestado a los inmuebles destinados a actividades comerciales e industriales y otros no incluidos en la Categoría A.

La facturación del servicio de agua potable y desagües cloacales comprende un cargo fijo y un cargo por consumo.

El cargo fijo se determina en relación al diámetro de la conexión domiciliaria e independientemente del consumo y se factura aún en el caso de un consumo igual a cero.

Tabla 14 Cargo fijo del servicio medido

Tipo de conexión	Servicio de agua	Servicio de agua y cloaca
Diametro = 13	$ 314.01	$ 628.02
Diametro = 19	$ 494.36	$ 988.72
Diametro = 25	$ 739.58	$ 1,479.16
Diametro = 32	$ 1,110.23	$ 2,220.46
Diametro = 38	$ 1,501.43	$ 3,002.86
Diametro = 50	$ 2,486.07	$ 4,972.14
Diametro = 60	$ 3,509.37	$ 7,018.74
Diametro = 75	$ 5,393.53	$ 10,787.06
Diametro = 100	$ 9,470.16	$ 18,940.32
Diametro = 125	$ 14,707.97	$ 29,415.94
Diametro = 150 y más	$ 21,108.53	$ 42,217.06

El cargo por consumo se factura en función del volumen registrado por el medidor de caudales. Para ello se determina el consumo básico bimestral en función del diámetro de la conexión:

Tabla 15 Determinación del consumo básico bimestral

Tipo de conexión	CBB (m3)
Diametro = 13	50
Diametro = 19	78
Diametro = 25	117
Diametro = 32	176
Diametro = 38	239
Diametro = 50	395
Diametro = 60	558
Diametro = 75	857
Diametro = 100	1504
Diametro = 125	2336
Diametro = 150 y más	3353

Y el precio por metro cúbico:

Tabla 16 Servicio medido. Precio por m3

Sistema tarifarlo por servicio medido - Precio del metro cúbico		
Categoria "A"	Agua	Agua y cloaca
Consumos básicos bimestrales - > 0 Y 1 CBB	21.41	42.82
Consumos básicos bimestrales - > 1 Y 2 CBB	32.28	64.56
Consumos básicos bimestrales - > 2 Y 3 CBB	47.65	95.3
Consumos básicos bimestrales - > 3 Y 4 CBB	71.94	143.88
Consumos básicos bimestrales - más de 4 CBB	107.42	216.64
Categoria "B"		
Consumos básicos bimestrales - > 0 Y 1 CBB	42.82	85.64
Consumos básicos bimestrales - > 1 Y 2 CBB	64.56	129.12
Consumos básicos bimestrales - > 2 Y 3 CBB	95.3	190.6
Consumos básicos bimestrales - > 3 Y 4 CBB	143.88	287.76
Consumos básicos bimestrales - más de 4 CBB	216.64	433.28

El cargo por consumo se calcula como la sumatoria del producto de cada tramo de consumo básico bimestral por su precio respectivo:

$$CC = \sum_{i=1}^{5} CBB_i \times P_i$$

Donde:

CC es el cargo por consumo

CBB_i son tramos de CBBimestral

P_i es el precio de cada tramo de consumo básico

En el caso de Aysam a la mayoría de los usuarios servidos se les cobra una tarifa por provisión de agua potable que no guarda necesariamente relación con la utilización del servicio, pues en su determinación se incluyen factores de cálculo más bien vinculados a su capacidad de pago (superficie, ubicación, calidad constructiva del inmueble, etc.) que a la cantidad consumida de agua.

El sistema de tarifa en exceso funcionaría como un mecanismo de incentivos más eficiente, penalizando el consumo por encima del razonable a criterio del prestador.

El esquema de cobro volumétrico por el servicio de provisión de agua potable tiene los componentes necesarios para poder vincular el pago por el servicio recibido con el efectivo uso que se hace del fluido, permitiendo reflejar en la tarifa el costo de prestación y dando lugar a un consumo más eficiente.

7.7.1.2. Municipios

En el caso de los municipios, la mayoría cobra a sus usuarios una cuota fija -esto es, independiente del volumen consumido de agua- incorporada en la boleta municipal, cuya forma de cálculo establece cada concejo deliberante. A continuación, se presentan ejemplos provistos por el EPAS:

- Maipú, con 50.000 conexiones de agua (8,2%) cobra $627 por el servicio de agua corriente por mes y $342 por mes por el de cloaca.
- Luján de Cuyo (con 35.000 conexiones de agua, 5,8%) cobra $800,6 bimestrales por el servicio de agua y $649,77 por servicios sanitarios;
- Tupungato, con 9.236 conexiones de agua (1,5%) cobra $450 por mes de servicio de agua corriente.

A partir de la información obtenida por su ordenanza tarifaria, se realiza la descripción del sistema de cobro que implementa el municipio de Luján de Cuyo. Por el servicio de agua potable el usuario debe abonar:

- consumo presunto: una tasa equivalente al total de las Unidades Tributarias[55] que surja de multiplicar el Valor Locativo[56] por 1,6.
- una sobretasa por consumo excedente por superficie destinada a jardines, en el caso de inmuebles con superficie mayor de 400 m2 que no cuenten con derecho de riego del Departamento General de Irrigación, según la siguiente escala:
    - Propiedades cuya superficie total esté comprendida entre 400m2 y 750m2 tributarán el 30% de la tasa establecida en el primer punto.
    - Propiedades cuya superficie total este comprendida entre 751m2 y 1.000m2 tributarán el 35% de la tasa establecida en el primer punto.
    - Propiedades cuya superficie total sea mayor a 1.000m2 tributarán el 40% de la tasa establecida en el primer punto.
- consumo medido: para los inmuebles destinados a uso familiar, comercial o industrial que tengan instalados medidores de caudal y cuyos propietarios soliciten se realice la facturación de acuerdo con el consumo, las tarifas que deberán abonar son las siguientes[57]:

Tabla 17 Sistema de cobro por volumen

Volumétrico por tramos	**uso familiar**	**uso comercial o industrial**
Valor fijo por conexión ($/mes)	$ 2.736,00	$ 5.472,00
1º Tramo de 61 a 150 m3 ($/m3)	$ 36,72	$ 73,08
2º Tramo de 151 a 250 m3 ($/m3)	$ 41,40	$ 82,80
3º Tramo de 251 a 350 m3 ($/m3)	$ 46,08	$ 92,16
4º Tramo de 351 a 500 m3 ($/m3)	$ 50,76	$ 101,88
5º Tramo mayor a 500 m3 ($/m3)	$ 55,80	$ 111,24

[55] Cada unidad tributaria vale hoy $36.

[56] El valor locativo es el equivalente a 0,11 veces el avalúo municipal (utilizado para calcular otras tasas municipales). Básicamente está integrado por un valor del terreno -en función de una zonificación establecida-, y de mejoras cuyo valor se obtiene multiplicando el valor del terreno por un coeficiente que se determina en función de la calidad de los materiales constructivos del inmueble.

[57] La ordenanza establece el valor en unidades tributarias; en las tablas que aquí se exponen se han expresado los valores en pesos a partir del valor vigente para la UT de $36.

Para grandes consumidores de agua se establece una sobretasa anual en concepto de mayor dotación de agua:

Tabla 18 Sobretasa de grandes consumidores

Lavaderos de autos en general	$ 25.200,00
Lavaderos de ropa	$ 19.800,00
Cementerios parque	$ 36.000,00
Granjas en general	$ 36.000,00
Centros médicos con internación	$ 36.000,00
Hoteles	$ 36.000,00
Super/ Hipermercados	$ 36.000,00
Frigoríficos	$ 36.000,00
Fábricas en general	
Cervezas /Jugos/sodas/bebidas y otros	$ 25.200,00
Embutidos y chacinados	$ 14.400,00
Perfumes y fragancias	$ 10.800,00

Por el servicio de cloacas a través de la red colectora debe tributarse bimestralmente el total de las unidades tributarias que surja de multiplicar el Valor Locativo por 1,232.

En este caso también coexisten los tres sistemas:

- una tarifa por provisión de agua potable que no guarda necesariamente relación con la utilización del servicio,
- la posibilidad de introducir el esquema de penalización por consumo excesivo,
- y el esquema de tarifa por consumo que, como ya se dijo, es el que se asocia normalmente con una adecuada guía para las decisiones de consumo, en la medida en que la tarifa refleja la estructura de costos de prestación.

7.7.1.3. Operadores de Gestión Comunitarios (OGC)

A través de documentación provista por el EPAS se accedió a un informe que se presentó en oportunidad de tramitar el incremento en el valor del servicio[58].

De los 124 Operadores de Gestión Comunitaria que integran el sistema, aproximadamente la mitad (67 operadores) son pequeños, es decir, con menos de 500 cuentas. De esta forma, toma relevancia la estructura de costos de estos OGC pequeños, ya que, de no actualizarse sus valores tarifarios de manera conveniente, corren serios riesgos de desaparecer y dejar de prestar el servicio. La tabla siguiente muestra la distribución de operadores comunitarios según tamaño (cantidad de conexiones):

Tabla 19 Distribución de operadores de Gestión Comunitaria

Cantidad de Cuentas	Cantidad de Operadores
0-500	67
501-1000	27
1001-1500	14
Mas 1500	16

Fuente: EPAS

[58] Esta sección se basa en el informe que fue realizado por el Lic. Sebastián Laza, asesor en el EPAS y que fue elevado a la Vicepresidencia del EPAS para su consideración en la actualización de los valores tarifarios y precios máximos del Cuadro Tarifario Referencial Ampliado para Operadores de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (excepto Aysam SAPEM).

La tabla siguiente muestra que todavía son pocos los operadores comunitarios que poseen una estructura de micromedición afín a un esquema tarifario de cobro volumétrico:

Tabla 20 Instalación de micromedidores en operadores de Gestión Comunitaria

Cantidad de Cuentas	Cantidad de Operadores	100% medido	Parcialmente medido	Sin medición
0-500	67	13	7	47
501-1000	27	15	4	8
1001-1500	14	3	2	9
Mas 1500	16	9	4	3

Fuente: EPAS

A continuación, se presenta el cuadro tarifario propuesto para estos prestadores comunitarios:

Tabla 21 Cuadro tarifaria propuesto para operadores de Gestión Comunitaria

CUADRO REFERENCIAL OGC SERVICIOS DOMICILIARIOS enero/abril 2023		
CATEGORÍA	VALORES	UNIDAD
Sistema Tarifario por Cuota Fija		
Cuota Fija Servicio de Agua Potable (categoría domiciliaria)	1.775,00	$/mes/conexión
Cuota Fija Servicio de Cloaca (categoría domiciliaria)	1.775,00	$/mes/conexión
Sistema Tarifario Medido		
Cargo Fijo Servicio de Agua Potable Categoría Domiciliaria consumo asignado 25 m3	1.775,00	$/mes/conexión
Cargo Variable Servicio de Agua Potable Categoría Domiciliaria consumos de 26 a 30 m3	71,00	$/m3
Cargo Variable Servicio de Agua Potable Categoría Domiciliaria consumos de 31 a 50 m3	142,00	$/m3
Cargo Variable Servicio de Agua Potable Categoría Domiciliaria consumos de 51 a 80 m3	355,00	$/m3
Cargo Variable Servicio de Agua Potable Categoría Domiciliaria consumos de 81 m3 en adelante	497,00	$/m3
Cargos Especiales		
Conexión Domiciliaria (incluye kit medidor)	35.000,00	$/conexión
Notificación/Emplazamiento	1.000,00	$/conexión
Corte/Desconexión	6.000,00	$/conexión
Reconexión	6.000,00	$/conexión
Lote con servicio con conexión domiciliaria	1.775,00	$/mes/conexión
Lote con servicio sin conexión domiciliaria	674,50	$/mes/conexión
Todos valores sin IVA		

7.7.2. Conclusiones preliminares

A modo de síntesis, a partir de la revisión de estos esquemas tarifarios y de la información sobre prestadores, conexiones y cobertura de medición que provee el EPAS, puede concluirse que a la mayoría de los usuarios servidos se les cobra una tarifa por provisión de agua potable que no guarda necesariamente relación con la utilización del servicio, pues en su determinación se incluyen factores de cálculo más bien vinculados a su capacidad de pago (superficie, ubicación, calidad constructiva del inmueble, etc.) que a la cantidad consumida de agua.

En el caso de los sistemas de tarifa en exceso, que penalizan un consumo por encima del razonable a criterio del prestador, funcionan como un mecanismo de incentivos más eficiente, aunque tampoco parecieran tener una cobertura significativa.

Si bien el esquema de cobro volumétrico por el servicio de provisión de agua potable tiene los componentes necesarios para poder vincular el valor de la tarifa con el efectivo uso que se hace del fluido, ésta deberá estar sustentada en análisis técnicos adecuados para lograr que el precio refleje los costos de prestación del servicio. Aún en este tipo de cobro por volumen, los casos relevados muestran una importante dispersión en el valor por m3 cobrado por diferentes prestadores.

7.7.3. Anexo: cuadro tarifario Aysam

Tabla 22 Artículo 35: tarifas generales

Superficies	Agua ($/m2)	Cloaca ($/m2)	Agua y cloaca ($/m2)
de terreno	0.002	0.002	0.004
cubierta	0.02	0.02	0.04

Tabla 23 Artículo 36.1: coeficiente e. edad de la edificación (año)

Tipo	Edad de la edificación									
	Antes de 1933	1993/41	1942/52	1953/1962	1963/1970	1971/1974	1975	1976/80	1981/85	1986/1999
Lujo	1.62	1.68	1.75	1.82	1.9	1.97	2.04	2.35	2.58	2.82
Muy Buena	1.47	1.52	1.58	1.65	1.72	1.78	1.85	2.13	2.34	2.56
Buena	1.25	1.29	1.34	1.4	1.46	1.51	1.57	1.81	1.99	2.17
Buena Económica	1.07	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.34	1.54	1.69	1.85
Económica	0.89	0.92	0.98	1	1.04	1.08	1.12	1.29	1.42	1.55
Muy económica	0.64	0.66	0.7	0.72	0.75	0.78	0.81	0.93	1.02	1.12

Tabla 24 Artículo 37: tarifas mínimas bimestrales

Concepto	Importe en $
Inmuebles habitables	
Agua edificado	10.64
Cloaca edificado	10.64
Agua y cloaca edificado	21.28
Inmuebles baldíos	
Agua baldío	4.04
Cloaca baldío	4.04
Agua y cloaca baldío	8.08

7.8. Observaciones: Tributos y Costos

Tributos del DGI

- El marco legal e institucional de la Provincia de Mendoza le brinda al Departamento General de Irrigación la autarquía suficiente para definir sus tributos.
- Para la determinación del valor de los tributos, no se realiza ningún análisis con respecto a los costos que demanda la ejecución de las diferentes actividades de operación y mantenimiento del sistema. Los componentes que integran el tributo agrícola se determinan aplicando un concepto incrementalista en función de proyecciones de variables macroeconómicas.
- La estructura tributaria descripta no se basa en el uso del recurso hídrico, sino en la gestión de administración y operación que el Departamento General de Irrigación realiza en el sistema.
- Existe una gran dispersión entre los valores establecidos para el canon de agua superficial entre las distintas cuencas debido a la diferencia del valor de los tributos fijados por las Inspecciones de Cauce.
- Con respecto al canon de uso de agua subterránea, el canon no contempla criterios de uso del agua como el volumen extraído o las hectáreas bajo riego.
- Existen varios fondos destinados a la realizar inversiones en el sistema hídrico y estas inversiones son reembolsadas por los regantes, esto es muy relevante ya que brinda sostenibilidad al sistema y permite establecer un mecanismo virtuoso de valoración de las inversiones y continuidad de las mismas.

7.8.1. Tarifas por el servicio de energía eléctrica

- Sobre el costo del servicio de energía eléctrica como insumo complementario en la producción agrícola y/o en la prestación de servicios de potabilización y distribución del agua para consumo por cañerías, podemos decir, está significativamente subsidiado: el valor cobrado por kwh en estas categorías de usuario es inferior al que las empresas distribuidoras deberían cobrar para cubrir sus costos de prestación.

7.8.2. Tarifas del servicio de agua potable

- La mayoría de los usuarios servidos se les cobra una tarifa por provisión de agua potable que no guarda necesariamente relación con la utilización del servicio, pues en su determinación se incluyen factores de cálculo más bien vinculados a su capacidad de pago (superficie, ubicación, calidad constructiva del inmueble, etc.) que a la cantidad consumida de agua.
- Si bien el esquema de cobro volumétrico por el servicio de provisión de agua potable tiene los componentes necesarios para poder vincular el valor de la tarifa con el efectivo uso que se hace del fluido, ésta deberá estar sustentada en análisis técnicos adecuados para lograr que el precio refleje los costos de prestación del servicio. Aún en este tipo de cobro por volumen, los casos relevados muestran una importante dispersión en el valor por m^3 cobrado por diferentes prestadores.

8. CAPÍTULO OCHO: AGUA SUPERFICIAL

8.1. Modelo de gestión del agua superficial.

El Departamento General de Irrigación realiza anualmente el cálculo y pronóstico de la oferta hídrica superficial que tendrán los principales ríos de la provincia. Este pronóstico sirve de base para los Planes de Erogación que realizan las Subdelegaciones, en función del estado de los embalses, volúmenes esperados y demanda a satisfacer, lo que constituye la base de la planificación anual de la gestión del recurso en cada temporada en rasgos generales.

Para el Pronóstico de Caudales se utiliza un año hidrológico que inicia el 1 de octubre y culmina el 30 de septiembre del año siguiente. Esto se ha adoptado así debido a que el invierno termina en el mes de septiembre (en general las nevadas se producen hasta la primera quincena de este mes y es necesario conocer la totalidad de la acumulación para poder realizar un pronóstico adecuado).

En forma complementaria a los Planes de Erogación, queda determinado el volumen de agua a distribuir a lo largo de la temporada o lámina de agua, denominado como CUENTA DE AGUA, concepto implementado de forma gradual, desde el año 2017, y que tiene por objeto flexibilizar la distribución primaria, de acuerdo con los requerimientos de los cultivos o cuestiones particulares de cada una de la Inspecciones de Cauce, las que pueden solicitar variaciones a la planificación original. El concepto consiste en contabilizar permanentemente los volúmenes de agua entregados a cada una de las Inspecciones de Cauce, con el objetivo de que, al finalizar la temporada, todas las unidades superficiales hayan recibido la misma cantidad de agua, dentro de su respectiva cuenca.

Las Inspecciones de Cauce, son las responsables de la distribución del agua a nivel de infraestructura secundaria, debiendo también confeccionar los cuadros de turnos entre los usuarios en condiciones de regar.

Este modelo de gestión descripto corresponde básicamente al uso agrícola, siendo este el mayoritario, pero que no necesariamente obedece estrictamente al de otros usos, como por ejemplo el Abastecimiento Poblacional y el uso Público.

Con relación al Abastecimiento Poblacional, es de destacar que el tratamiento de las aguas como su distribución dentro de las áreas servidas, es realizado mayoritariamente por parte de la empresa Agua y Saneamiento Mendoza (AYSAM) y en menor proporción por municipios, cooperativas de vivienda y uniones vecinales. Dentro de la Provincia, mayoritariamente este uso es abastecido mediante agua superficial desde la red riego, ya sea directamente desde la red primaria o red secundaria, pudiendo interactuar con las Subdelegaciones o Inspecciones de cauce según el caso respectivo.

El uso Público, también mayoritariamente es abastecido mediante agua superficial, en este caso principalmente desde la red secundaria, siendo los distintos municipios los responsables de la distribución del agua dentro de las ciudades y localidades.

8.2. Índice de Derrame Estándar [59]

La Organización Meteorológica Mundial ha establecido pautas para la determinación del Índice de Caudal Estandarizado (SDI). El Departamento de Hidrología del DGI sigue estas directrices para calcular el Índice de Caudales Estándar (ICE) y ha aplicado específicamente estas pautas para su aplicación con los derrames anuales, dando como resultado el Índice de Derrame Estándar (IDE). En este apartado se expone el Índice de Derrame Estándar, y su aplicación para los ríos de Mendoza.

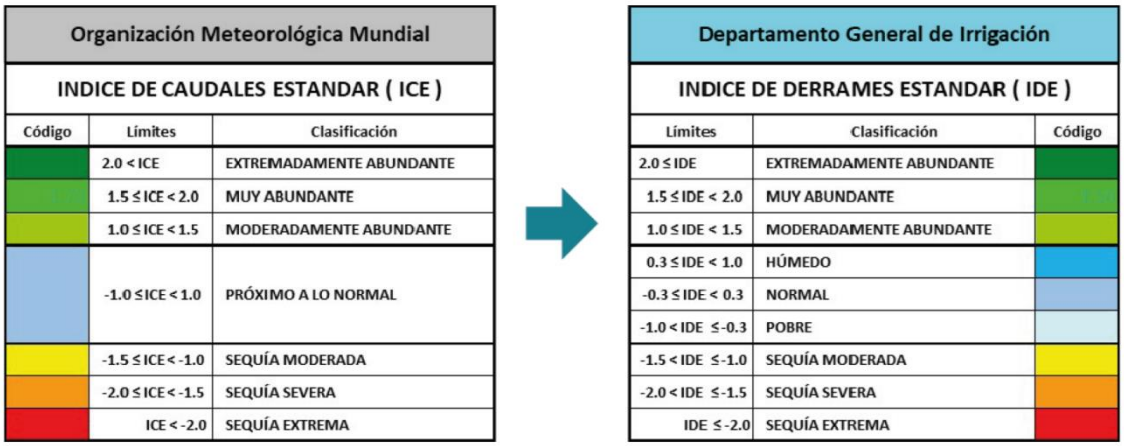
Para calcular el IDE, se utilizan los datos de caudales registrados en las estaciones de aforo de ríos del SIH. Con los caudales registrados durante un año hidrológico, se calcula el volumen de agua que ha escurrido a lo largo del año, valor que se conoce como derrame anual. Valor que se utiliza para el cálculo del IDE.

Con los valores de derrame anual se procede a calcular las desviaciones con respecto a la media, que llamaremos anomalía. Posteriormente, mediante un procedimiento estadístico de probabilidades se calcula el valor del IDE.

[59] Fuente principal: Evaluación de la oferta hídrica. Ing. Guillermo Arreghini. Escuela de Oficios. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Año 2023.

La clasificación del índice adoptada por Irrigación, siguiendo los lineamientos de la OMM es la siguiente:

Ilustración 39 Clasificación del índice de derrames estándar y su relación con el Índice de caudales estándar de la OMM. Fuente: Pronostico de escurrimientos 2022/23 (DGI, 2022).



Organización Meteorológica Mundial		
INDICE DE CAUDALES ESTANDAR (ICE)		
Código	Límites	Clasificación
	2.0 < ICE	EXTREMADAMENTE ABUNDANTE
	1.5 ≤ ICE < 2.0	MUY ABUNDANTE
	1.0 ≤ ICE < 1.5	MODERADAMENTE ABUNDANTE
	-1.0 ≤ ICE < 1.0	PRÓXIMO A LO NORMAL
	-1.5 ≤ ICE < -1.0	SEQUÍA MODERADA
	-2.0 ≤ ICE < -1.5	SEQUÍA SEVERA
	ICE < -2.0	SEQUÍA EXTREMA

Departamento General de Irrigación		
INDICE DE DERRAMES ESTANDAR (IDE)		
Límites	Clasificación	Código
2.0 ≤ IDE	EXTREMADAMENTE ABUNDANTE	
1.5 ≤ IDE < 2.0	MUY ABUNDANTE	
1.0 ≤ IDE < 1.5	MODERADAMENTE ABUNDANTE	
0.3 ≤ IDE < 1.0	HÚMEDO	
-0.3 ≤ IDE < 0.3	NORMAL	
-1.0 < IDE ≤ -0.3	POBRE	
-1.5 < IDE ≤ -1.0	SEQUÍA MODERADA	
-2.0 < IDE ≤ -1.5	SEQUÍA SEVERA	
IDE ≤ -2.0	SEQUÍA EXTREMA	

Ilustración 40 Índice de Derrames Estándar, caracterizando los tipos de año para cada rio. Fuente: Pronostico de escurrimientos 2022/23 (DGI, 2022).

	RIO MENDOZA	RIO TUNUYÁN	RIO DIAMANTE	RIO ATUEL	RIO MALARGÜE	RIO GRANDE
2001-02	Húmedo	Moderadamente Abunda	Húmedo	Moderadamente Abunda	Húmedo	Húmedo
2002-03	Moderadamente Abunda	Moderadamente Abunda	Moderadamente Abunda	Muy Abundante	Moderadamente Abunda	Moderadamente Abunda
2003-04	Normal	Normal	Normal	Húmedo	Normal	Normal
2004-05	Pobre	Pobre	Normal	Normal	Normal	Pobre
2005-06	Muy Abundante	Extremadamente	Muy Abundante	Extremadamente	Muy Abundante	Muy Abundante
2006-07	Moderadamente Abunda	Moderadamente	Húmedo	Moderadamente Abunda	Moderadamente Abunda	Húmedo
2007-08	Húmedo	Normal	Normal	Normal	Pobre	Pobre
2008-09	Moderadamente Abunda	Húmedo	Normal	Húmedo	Normal	Normal
2009-10	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2010-11	Sequía Moderada	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Severa
2011-12	Pobre	Sequía Moderada	Pobre	Sequía Moderada	Pobre	Sequía Moderada
2012-13	Pobre	Sequía Moderada	Pobre	Pobre	Sin informacion	Sequía Severa
2013-14	Pobre	Pobre	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sin informacion	Sequía Severa
2014-15	Pobre	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sin informacion	Pobre
2015-16	Normal	Normal	Normal	Normal	Sin informacion	Pobre
2016-17	Húmedo	Pobre	Normal	Normal	Sequía Moderada	Sequía Moderada
2017-18	Pobre	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Moderada
2018-19	Pobre	Sequía Severa	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Moderada
2019-20	Sequía Moderada	Sequía extrema	Sequía extrema	Sequía extrema	Sequía extrema	Sequía extrema
2020-21	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Severa	Sequía Moderada	Sequía Moderada	Sequía Moderada
2021-22	Sequía Severa	Sequía extrema	Sequía extrema	Sequía extrema	Sequía extrema	Sequía extrema
2022-23	Sequía Severa	Sequía Severa	Sequía extrema	Sequía extrema	Sin informacion	Sequía extrema

Esta clasificación permite caracterizar las sequias hidrológicas, ya que representa la mayor o menor disponibilidad del recurso hídrico. Al realizar el análisis para los últimos 20 años en cada uno de los ríos de Mendoza, se observa lo siguiente:

Ilustración 41 Pronostico de derrames y su clasificación hidrológica para la temporada 2022/23. Fuente: Pronostico de escurrimientos 2022/23 (DGI, 2022).



Pronóstico de Derrames – Temporada 22/23

CUENCA	SECCIÓN	MEDIA	%	DERRAME	ID	CLASIF. HIDROLÓGICA
Río Mendoza	Guido	1.381 hm³	58%	800 hm³	-1,50	SEQUÍA SEVERA
Río Tunuyán	Valle de Uco	851 hm³	51%	435 hm³	-1,96	SEQUÍA SEVERA
Río Diamante	La Jaula	994 hm³	40%	400 hm³	-2,21	SEQUÍA EXTREMA
Río Atuel	La Angostura	1.093 hm³	52%	570 hm³	-2,19	SEQUÍA EXTREMA
Río Malargüe	La Barda	302 hm³	41%	125 hm³	-1,94	SEQUÍA SEVERA
Río Grande	La Gotera	3.183 hm³	42%	1.330 hm³	-2,08	SEQUÍA EXTREMA
Río Mendoza	Guido - A. Potable			550 hm³	-2,64	SEQUÍA EXTREMA
Río Tunuyán	Río + Arroyos	1.223 hm³		660 hm³	-2,01	SEQUÍA EXTREMA

8.3. Cuenca del río Mendoza.

8.3.1. Descripción general de la hidrografía del río Mendoza

El río Mendoza nace en la cordillera de los Andes, al noroeste de la provincia de Mendoza, y desde su naciente en la localidad de Punta de Vacas hasta las Lagunas del Rosario, en noreste de la provincia recorre aproximadamente 273 km.

La Cuenca del río Mendoza se ubica en el extremo noroeste de la provincia homónima y cubre una pequeña extensión del sur de la provincia de San Juan. Esta cuenca drena a lo largo de unos 90 Km del frente de la cordillera de los Andes sobre un área aproximada a los 20.000 Km2 y desemboca en las lagunas de Guanacache donde toma contacto con el río Desaguadero. La mayor parte de la cuenca imbrífera (9.000 km²) se ubica en la cordillera principal y es donde se originan sus afluentes más importantes" (Martínez, 2008).

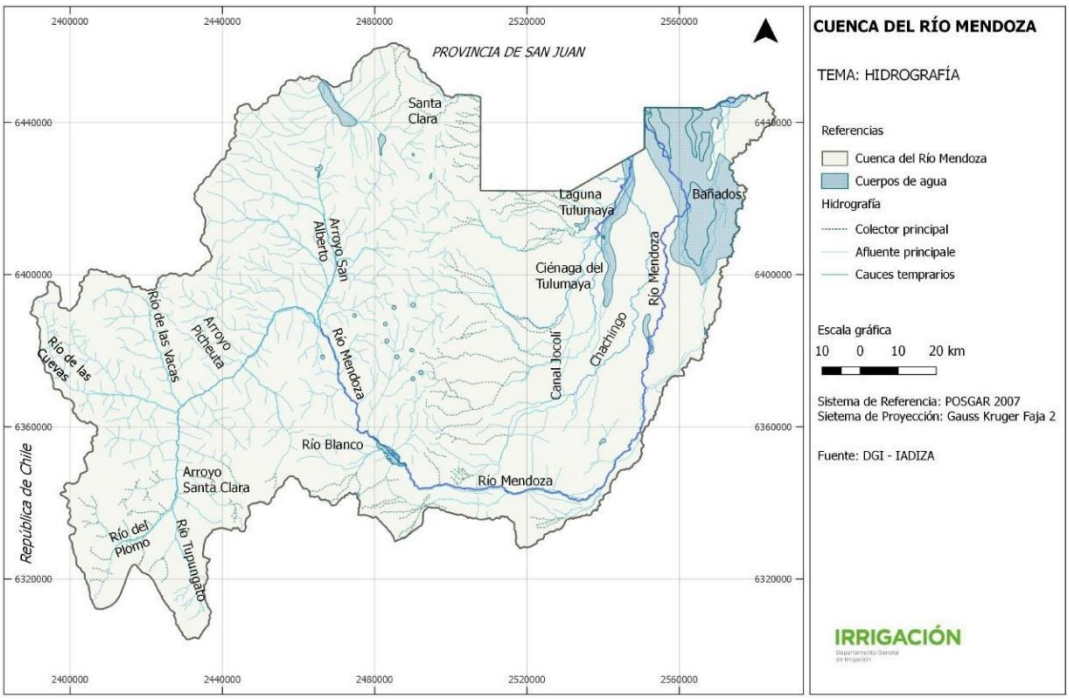
El frente cordillerano que drena el río Mendoza se compone de tres ríos: 1) Río Vacas que nace al sur de la ladera oriental del cerro Aconcagua con un caudal medio de 4,5 m³/s; volumen promedio anual, 133 hm³. 2) Río Cuevas que llega del oeste con una caudal de 6,4 m³/s y volumen promedio anual, 208 hm³.3) Río Tupungato, que llega desde el sur con aguas provenientes del cerro homónimo y de los cerros Nevados del Plomo y Juncal que en su conjunto alcanzan un caudal medio de 21,5 m³/s. volumen promedio anual, 715 hm³.

Entre Punta de Vacas y Potrerillos, el río capta los caudales de otros doce ríos y arroyos de régimen permanente: Colorado, Polvaredilla, Polvaredas, Blanco II, Tambillos, Cortaderas, Picheuta, Ranchillos, Arroyo Uspallata, Alumbre, Polcura y Blanco de Potrerillos. Por margen izquierda también recibe las aguas del arroyo los Chorrillos y del río Blanco. Por margen derecha recibe las aguas de la quebrada del Salto, del arroyo Santa Clara y Quebrada Fea, cuyas aguas provienen de la falda occidental del Cordón del Plata.A estos afluentes deben sumarse los arroyos y cauces temporales, que durante la primavera y debido a los procesos de fusión de la nieve, contribuyen a la oferta hídrica de la cuenca.

A la altura de la localidad de Potrerillos, desemboca el río Blanco, el cual no actúa como tributario al río Mendoza, porque sus aguas son captadas por el Establecimiento Potrerillos de Aguas y Saneamiento Mendoza S.A. (AySAM), y de haber excedentes, son utilizados para el riego de los cultivos de Potrerillos, de modo que solo por excepción llega algo de caudal al río Mendoza.

Aguas abajo del río Blanco, el río Mendoza sólo recibe el aporte del arroyo de la Quebrada del Estudiante. Los aportes más importantes en este tramo son de tipo temporal o aluvial y se producen en los meses de verano.

Ilustración 42 Hidrografía general del río Mendoza[60]



8.3.2. Caracterización de la oferta hidrológica del río Mendoza

El río Mendoza, debido a sus características termonivales, presenta un régimen de escurrimientos simple basado en un pico de caudales que se registra en los meses de diciembre/enero y en una época de estiaje durante los meses de junio/julio.

La determinación de las ofertas se obtiene del estudio de los caudales de los años hidrológicos registrados en la Estación de Aforos Guido (Latitud: -32º 54' 55"; Longitud: -69º 14' 16"), de acuerdo a los datos oficiales de la Secretaría de Infraestructura y Políticas Hídricas (SIyPH) de la Nación.

La determinación de las ofertas (normal y seca) se obtiene del estudio de los caudales de los años hidrológicos registrados para la serie de tiempo modelada (2000-2020).

8.3.2.1. Año abundante

El "año Abundante" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento húmedo, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiendo a los ciclos 2002/03, 2005/06, 2006/07, 2008/09.

La oferta para un año abundante se encuentra caracterizada en la Ilustración 43, con un módulo anual medio de 65,04 m³/s, un derrame anual medio de 2051,1 hm³.

8.3.2.2. Año normal

El "año normal" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento Normal, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiente a los ciclos 2001/02; 2003 a 2005; 2007/08; 2009/10; 2011 a 2019.

La oferta para un año normal se encuentra caracterizada en la Ilustración 44, con un módulo anual medio de 39,66 m³/s, un derrame anual medio de 1250,6 hm³.

8.3.2.3. Año de sequía

El "año de sequía" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de año Seco, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiente a los ciclos 2010/11; 2019/2021.

[60] Dirección de Gestión Hídrica – Balance del río Mendoza 2016

La oferta para un año de sequía se encuentra caracterizada en la Ilustración 45, con un módulo anual medio de 27,08 m³/s, un derrame anual medio de 853,9 hm³.

Ilustración 43 Hidrograma Año Abundante – Río Mendoza

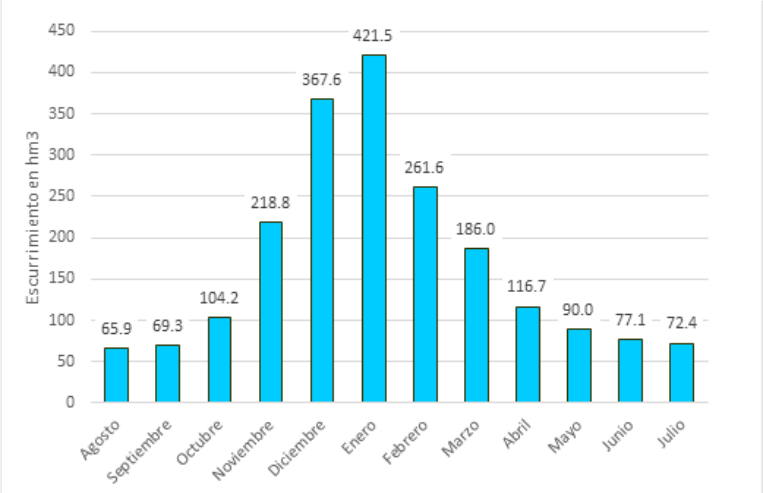


Ilustración 44 Hidrograma Año Normal – Río Mendoza

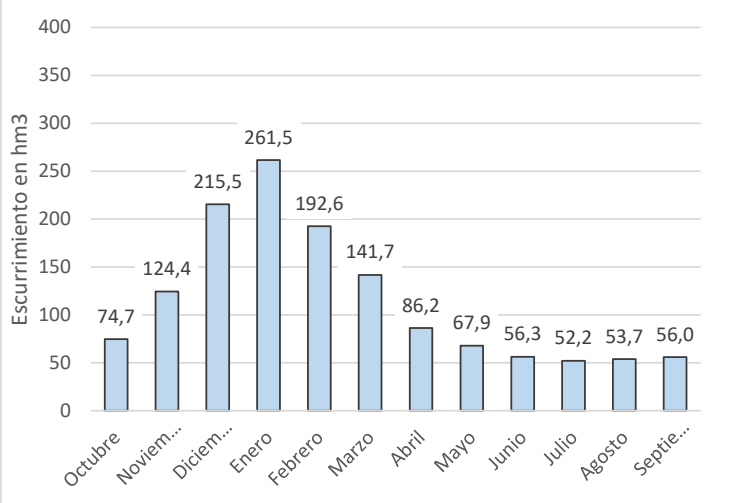
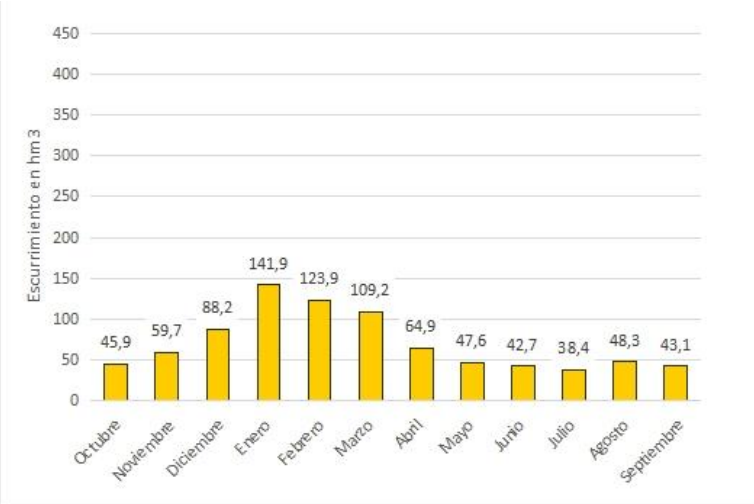


Ilustración 45 Hidrograma Año de Sequía – Río Mendoza



8.3.3. Caracterización de la oferta hidrológica del río Blanco[61]

La cuenca del río Blanco de Potrerillos, Mendoza, tiene una extensión de unos 300,7 km2. Tanto su cauce principal como su afluente más importante, arroyo El Salto, tienen un escurrimiento de tipo permanente de origen nivoglacial ya que la cuenca tiene en gran parte, como divisoria de aguas, a la cadena del Cordón del Plata.

Este escurrimiento es utilizado, en gran medida, por la población establecida y por la planta potabilizadora Potrerillos de Aguas Mendocinas (AySAM) que se abastece con un caudal de entre 400 y 1300 L/s.

En la temporada estival precipitan sobre la cuenca, importantes e intensas tormentas convectivas, originando crecidas pluviales a lo largo de los cauces que conforman la red hidrográfica de la cuenca. Estas crecidas tienen un impacto muy importante en el último tramo del río Blanco,

La cuenca del río Blanco está sometida a un clima árido con precipitaciones medias anuales de 400 mm. Las lluvias intensas y de corta duración están concentradas en los tres meses de verano actuando frecuentemente como disparadoras de flujos de detritos y aluviones en el Cordón del Plata y generando variaciones en el caudal del río Blanco por aporte extraordinario de estos eventos.

8.3.4. Caracterización de la oferta del arroyo Uspallata y del San Alberto[62]

El agua superficial de los cursos de agua permanente del valle de Uspallata se conforma con los arroyos San Alberto, Tambillo y Chiquero, que poseen régimen nival con crecidas en primavera verano

Existen 2 canales que toman las aguas del Arroyo San Alberto: Canal San Alberto con poco frecuente y del orden de los 300 a 400 L/s y el canal del Alto con un caudal del orden de los 300 a 800 L/s según aforos del Departamento General de Irrigación. La gran mayoría se usa para irrigar y salvo alguna crecida el cauce no conduce agua que aportaría al Arroyo Uspallata.

El siguiente curso de agua presente es el arroyo Uspallata que atraviesa el valle del mismo nombre de norte a sur. En su recorrido el arroyo se comporta como el principal colector de la cuenca, evidenciado por el aumento de su caudal en el sentido de dirección de su flujo

La descarga hídrica del Valle de Uspallata se produce tanto por flujo superficial como en forma subterránea.

Todo el sistema hídrico del valle fluye hacia el sur y descarga al río Mendoza, La estación de aforos de Arroyo Uspallata, ubicada acercándose al Rio Mendoza, indica valores de caudales en el rango de 1000 a 1600 L/s

8.3.5. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación

La necesidad de manejar el agua para un mejor aprovechamiento promovió la construcción de una serie de obras hidráulicas que permiten contener y almacenar temporalmente el agua proveniente del derretimiento de las nieves y posteriormente ser entregadas de manera adecuada a los cultivos agrícolas, así como para otros usos poblacionales.

Entre las localidades de Potrerillos y Cacheuta se encuentra el embalse de Potrerillos que forma un espejo de agua con una capacidad aproximada de 395 hm^3 y un volumen útil actual de 280 hm^3 de agua. El embalse mide 470 m de largo, está conformado por material suelto con núcleo seco y poseer un vertedero de tipo “Morning Glory”. La profundidad del embalse alcanza los 107 m, el ancho máximo es de 3 km y el largo del espejo llega a los 12 km. Tiene una cota máxima de operación de 1377 m s. n. m. y una cota mínima de 1.340 m s. n. m. El objetivo prioritario de dicho embalse es la regulación estacional de los caudales del río Mendoza para satisfacer la demanda de riego, la provisión de agua para consumo humano e industrial y la generación hidroeléctrica.

El embalse permite disponer de un flujo de emergencia almacenado entre cotas 1342 y 1332 msnm para satisfacer la demanda de riego en años de bajos caudales. En caso de ser necesario es posible disponer de toda el agua almacenada en el embalse erogando a través del descargador de fondo.

---

[61] Flujos de detritos aluviones históricos en la cuenca del Río Blanco, Revista de la Asociación Geologica Argentina / “Río Blanco de Potrerillos, Mendoza” Jorge A. Maza; Víctor H. Burgos INA

[62] Fuente: Estudio preliminar del origen del agua del Valle de Uspallata y de su contribución al río Mendoza mediante técnicas isotópicas e hidroquímicas.

La presa Potrerillos está integrada por las centrales hidroeléctricas Cacheuta y Álvarez Condarco que se ubican en serie.

La central hidroeléctrica Cacheuta posee cuatro Turbinas Francis de eje vertical, de 30,7 MW de potencia nominal cada una, con caudales de 20 m^3/s cada una, y un caudal mínimo de operación de 16m^3/s. El salto neto nominal de estas turbinas es de 170 m.

La Central de Álvarez Condarco tiene una capacidad de generación de 52,90 MW, distribuidos en tres turbos máquinas tipo Francis de eje vertical, dos de las cuales aceptan caudales de hasta 20 m^3/s (15MW) y otra de 30 m^3/s (23.30 MW), operando con un salto neto de 82,20 m.

Desde la zona denominada Cañadón Cacheuta hasta llegar al Dique Cipolletti el río recorre una distancia de 15 km, y en ese trayecto de material sedimentario y sin capas impermeables se produce una importante pérdida de infiltración. En este sentido diversos estudios realizados entre el Dique Potrerillos y el Dique Cipolletti, y en forma previa a la construcción del embalse, muestran una tasa de infiltración de un 10% a 15 %.

Aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Álvarez Condarco, existe una toma de agua directa del río hacia el canal Compuertas. Dicho canal se utiliza para conducir el agua de riego hacia las hectáreas ubicadas en el departamento de Luján de Cuyo.

Siguiendo sobre el río, se encuentra el dique Las Compuertas, donde se deriva por margen derecha un caudal determinado para la refrigeración de la Central Térmica Mendoza (CTM) y otros usos industriales. La capacidad máxima de este canal es de 19 m^3/s, aunque el caudal derivado desde el dique Compuertas varía desde aproximadamente 13 m^3/s, en la época de corta, hasta 18 m^3/s, el resto del año. Luego de que parte del caudal es utilizado en la refrigeración de la CTM, un caudal de 1 m^3/s es derivado para uso no consuntivo en la destilería Luján de Cuyo de YPF y 6 m^3/s son conducidos a través del sifón La Copa, que cruza el río hacia la margen izquierda, donde se inicia el Canal Matriz Primero Vistalba y el acueducto subterráneo hacia la planta potabilizadora Luján I y II. El resto del caudal es restituido al río Mendoza para seguir su curso hasta el Dique Cipolletti.

El dique Cipolletti es un azud derivador fundado sobre los sedimentos aluvionales del río Mendoza que se encuentra a 25 Km de la ciudad de Mendoza en el departamento de Luján de Cuyo y actúa como cabecera de sistema principal de riego. A partir de él nace el canal Gran Matriz y el Canal Matriz Margen Derecha (mediante un sifón de cruce). El canal Gran Matriz entrega los caudales al Gran Comparto que alimenta a su vez a otros dos canales primarios: el canal Cacique Guaymallén y el canal Matriz San Martín. Resulta oportuno mencionar que, desde sus comienzos, el canal Cacique Guaymallén ha trabajado con la función de ser canal de riego y ser colector aluvional de todos los cauces perpendiculares, a él, tanto de la zona pedemontana, como los propios de la zona urbana.

A partir del mencionado dique, el río Mendoza prácticamente no lleva agua, o sólo lo hace ocasionalmente en épocas de crecidas o de tareas de limpieza y desareno que se hacen en las obras de captación de este dique. También se produce escurrimiento durante la corta anual debido al sobrante del utilizado en la refrigeración de la Central Térmica.

8.3.5.1. Operación embalse Potrerillos

La operación del embalse se inició en el año 2003, y desde entonces se dispone de una serie de registro diario de las cotas de operación alcanzadas por el mismo, en el año 2006 se alcanzó la cota máxima.

El manejo del embalse llevado a cabo en cada año de operación se observa que la cota máxima se alcanza en la mayoría de los casos en los meses de marzo – abril, y que otro pico, aunque de menor cota, se presenta en los meses de julio – agosto, debido a la corta anual de aguas que permite la recuperación del embalse. En forma opuesta, las menores cotas se registran entre los meses de noviembre y diciembre, y posteriormente a fines de mayo y principios de junio, debido esta última a las erogaciones realizadas para cubrir la demanda de los cultivos.

En relación a las erogaciones, se puede observar que, para los años hidrológicos normal a abundantes, las erogaciones son casi constantes durante el mes de agosto y comienzan a incrementarse a partir de setiembre – octubre hasta alcanzar el máximo de erogación entre los meses de diciembre y enero; posteriormente las erogaciones se observan prácticamente invariables desde abril hasta fines de mayo, para luego volverse mínimas debido a la corta anual de aguas (principios de junio). Para los años

caracterizados como pobres y secos, se observan leves incrementos en los caudales erogados entre los meses de agosto y diciembre; y los valores máximos se dan en el mes de diciembre y enero, según el año hidrológico considerado. Durante el mes de abril y los primeros días de mayo el caudal erogado se mantiene constante para todos los años hidrológicos.

8.3.5.2. Derivaciones en el dique Cipolletti

Se observa que las características generales de las derivaciones en el Dique Cipolletti son similares a las características de las erogaciones del embalse Potrerillos. Las cortas anuales comienzan a principios del mes de junio y terminan a principios de agosto. Aunque en este caso los caudales de derivación durante la corta son nulos. Para los años caracterizados como abundantes se observa un leve aumento de las derivaciones entre el mes de agosto y principios de diciembre, momento en que se alcanzan los valores máximos, y luego, durante los meses de diciembre y enero, estos valores se mantienen casi constantes. Hacia el mes de abril las derivaciones disminuyen, permaneciendo casi invariables a partir de este mes hasta fines de mayo. Para los años caracterizados como secos los valores máximos se observan en el mes de diciembre y durante el mes de enero los caudales erogados se mantienen casi constantes. Luego, estas erogaciones disminuyen entre los meses de febrero y marzo, y durante el mes de abril y los primeros días de mayo el caudal erogado se mantiene constante.

Al igual que en el caso de las erogaciones del embalse Potrerillos, las derivaciones en el dique Cipolletti correspondientes a años ricos muestran diferencias entre las derivaciones máximas y mínimas mientras que, para los años secos, estas diferencias son despreciables.

8.3.6. Obras hidráulicas de conducción

En la Figura se muestra una imagen de la disposición de los canales principales que se derivan del dique Cipolletti. El canal Gran Matriz (B) nace en el dique Cipolletti (A), recorre un primer tramo hasta la cámara desarenadora (C), y a partir de esta cámara, que posee un canal de fuga hacia el río, se deriva caudal hacia el canal Aductor (D) de la Usina Gral. San Martín (F) y hacia el canal Gran Matriz (E) que llega hasta el Gran Comparto (G). A partir de este punto se alimenta a dos canales primarios: el canal Cacique Guaymallén (H) y el canal Matriz San Martín (I). Por su parte el canal Matriz Margen Derecha (J) es abastecido mediante un sifón que cruza el río, inmediatamente aguas abajo del dique Cipolletti y alimenta a los canales Corvalán, Flores y Santander.

Ilustración 46 Imagen de la disposición de los principales canales derivados del dique Cipolletti.



El canal Cacique Guaymallén constituye el eje principal de asentamiento y estructura territorialmente el área metropolitana de Mendoza. Dicho canal puede zonificarse desde el Gran Comparto hasta la zona de Jocolí en el departamento de Lavalle, en los tramos Superior, Medio e Inferior. El tramo superior, está ubicado entre el Gran comparto y el dique Gil, se caracteriza por no recibir caudales aluvionales y esta

mayormente no revestido. El tramo medio, está ubicado entre el dique Gil y el dique Algarrobal, se caracteriza por conducir caudales aluvionales y esta mayormente revestido. El Tramo inferior: está ubicado entre el dique Algarrobal y el comparto Jocolí – Tulumaya, se caracteriza por estar mayormente no revestido y conducir caudales aluvionales.

Ilustración 47 Esquema de la red de distribución de agua de riego – río Mendoza[63]



Por su parte, a lo largo del canal Matriz San Martín se distinguen seis tramos consecutivos desde el Gran Comparto hasta la zona de Gustavo André también en el departamento de Lavalle. Derecha.

En la Cuenca del río Mendoza las inspecciones de cauce se encuentran agrupadas en siete asociaciones, llamadas Asociación Primera a Sexta Zona de Riego y Asociación Alta Montaña, y cinco inspecciones no asociadas. El canal Cacique Guaymallén dota de agua a las superficies administradas por las Asociaciones Primera, Segunda y Cuarta Zona de riego, y el canal Matriz San Martín dota de agua a las superficies administradas por las Asociaciones Tercera, Quinta y Sexta Zona de riego.

El total de extensión de la red de distribución del oasis productivo del Rio Mendoza es de 4.910 km, contemplando entre red primeria, red secundaria y red terciaria, de la cual se encuentra impermeabilizada en la actualidad 470 km, es decir aproximadamente un 10%.

La eficiencia de conducción alcanza el valor medio de 80,1 % y resulta de un promedio ponderado de las eficiencias de cada una de zonas de riego del oasis, en acuerdo con las mediciones y estimaciones efectuadas en el marco del Balance del río Mendoza del 2016 y su actualización del año 2020.[64]

[63] Departamento General de Irrigación – Balance del río Mendoza 2016
[64] Informe Balance Hídrico del río Mendoza 2016 – Departamento General de Irrigación.

8.3.7. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales

En el Área Metropolitana de Mendoza, constituida por los departamentos de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo y Maipú, aproximadamente el 94% de la población cuenta con acceso al servicio de recolección y tratamiento de efluentes domiciliarios, siendo provisto principalmente por la empresa AYSAM SAPEM. Diariamente se tratan, con diferente nivel de tratamiento, alrededor de 291.000 m^3, de los cuales, en verano, se reutilizan en riego el 96%. La situación del reúso en invierno es más complicada por cuanto disminuye la evapotranspiración de los cultivos, con la cual el grado de reúso disminuye debido a que la generación de efluentes cloacales es prácticamente constante durante todo el año.

En la Tabla 25 se detallan las plantas depuradoras que se encuentran en la Cuenca del Río Mendoza, así como también el tipo de tratamiento, población servida, volumen diario tratado. Merece mencionarse que prácticamente la totalidad de los cultivos irrigados se comercializan ya sea para consumo (luego de ser cocinados), para materia prima agroindustrial, para pasturas o para madera.

Tabla 25. Plantas Depuradoras Cloacales Cuenca río Mendoza[65]

Planta	Operador	Tipo de Tratamiento	Población servida (hab.)	Vol. Diario tratado (m3/día)	Destino Final
Campo Espejo	AySAM	Secundario Lagunas.	456.825	127.911	ACRE
El Paramillo	AySAM	Secundario Lagunas.	540.979	151.474	ACRE
Uspallata	AySAM	Secundario - Lagunas	11.786	3.300	Infiltración
Villa Tulumaya	AySAM	Sin Tratamiento	3.982	1.115	Infiltración
Costa de Araujo	AySAM	Secundario - Lagunas	3.982	1.115	Infiltración
Penal de Cacheuta		Secundario	700	200	
Fray Luis Beltrán	Municipalidad Maipú	Primario - Biodigestores	1.547	433	Peines de infiltración
Puente de Inca	AySAM	Primario Cámara Séptica	1.031	289	Peines de infiltración
Penitentes	AySAM	Primario Cámara Séptica	825	231	Peines de infiltración
Las Cuevas	AySAM	Primario Cámara Séptica	206	58	Peines de infiltración
Polvaredas	AySAM	Primario Cámara Séptica	516	144	Peines de infiltración
Punta de Vacas	AySAM	Primario Cámara Séptica	825	231	Peines de infiltración
Potrerillos	AySAM	Secundario Lodos Activados	2.067	579	Infiltración
El Algarrobal	Sin Operador	Primario Lagunas	12.357	3,460	Infiltración
Colonia Segovia	Municipalidad Guaymallén	Secundario Lagunas	7.011	1963	Infiltración
Agrelo	Municipalidad Luján	Secundario Lagunas	3.716	1.040	Reúso Interno
Complejo Penitenciario Almafuerte	Penitenciaría	Secundario Lagunas	3.214	900	Reúso Interno
			1.051.569	294.443	

Según lo que establece la normativa (Res 400/03 HTA DGI), las zonas en las que se lleva a cabo el reúso agrícola conforman áreas cerradas denominadas ACRE (Área de Cultivos restringidos especiales). En el ámbito provincial, los mayores ACRES los constituyen los reúsos de las Plantas Depuradoras de Campo Espejo y el de la Planta El Paramillo, corresponden aproximadamente al 77% de los efluentes tratados en la provincia, y al 92% de los efluentes tratados en la cuenca del Río Mendoza.

8.3.8. Sistema de saneamiento del colector Pescara[66]

El Sistema Colector Pescara colecta y conduce los efluentes consisten en las aguas residuales tratadas de aproximadamente 35 establecimientos agroalimentarios que desaguan a la red colectora industrial. Dicha red finaliza en la intersección de la Calle Godoy Cruz de Rodeo de la Cruz y la traza del cauce del Canal

[65] Dirección de Gestión Ambiental de los Recursos Hídricos – Departamento General de Irrigación
[66] Fuente Inspección Colector Pescara

Pescara/Hijuela Sánchez, donde se suman las aguas subterráneas de una batería de 11 perforaciones con el fin de disminuir la concentración salina.

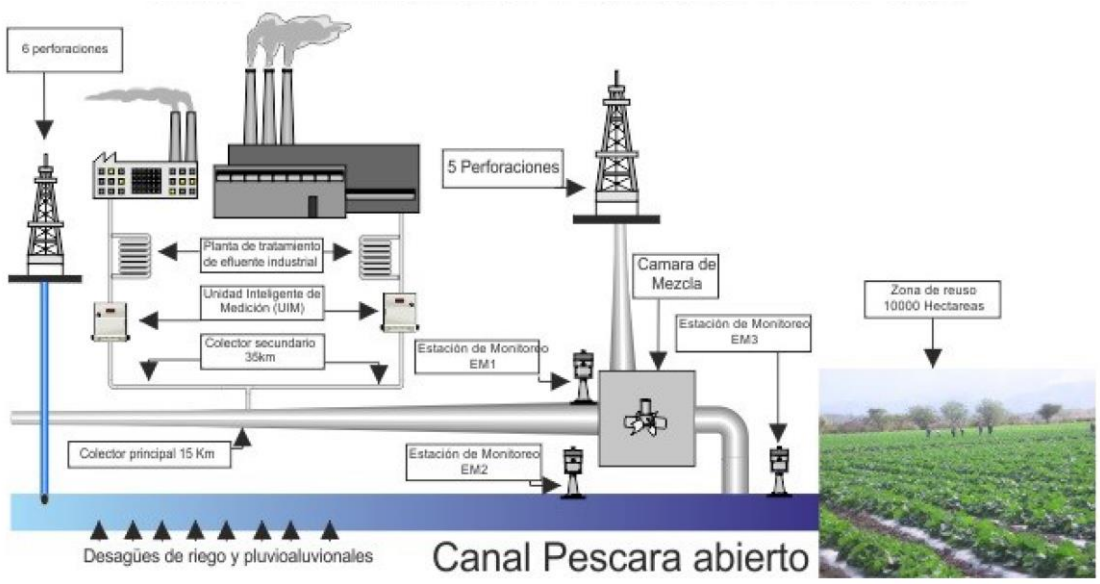
Dicho colector nace en la intersección de las calles Juan de la Cruz Videla y Ruta provincial Nº 60, del distrito Russell, departamento Maipú. Recorre 10 km en este departamento, y 5 km en Guaymallén. A partir de la calle Tomás Godoy Cruz de este departamento se divide en varias hijuelas que se utilizan para riego en los distritos Corralitos y Colonia Segovia, junto con aguas procedentes de vertientes presentes en la zona, para desembocar en el canal auxiliar Tulumaya.

Previo a ingresar a la zona de riego, pasa por una cámara de mezcla, en la cual una batería de cinco pozos agrega agua subterránea al sólo efecto de atemperar la concentración salina del líquido. Además, se dispone de una batería de seis pozos que descargan al cauce del colector abierto.

Resulta oportuno aclarar que cuando el colector es utilizado para riego, cambia su nombre por el de Hijuela Unificada Nueva Sánchez.

En forma estimada el aporte del caudal medio del Colector Pescara es de 4.800m^3/día con picos de 9.600m^3/día.

lustración 48. Esquema del Sistema de Saneamiento del Colector Pescara



8.3.9. Vertientes o manantiales

Hay dentro del oasis irrigado zonas que se emplazan en áreas con niveles freáticos cercano a superficie y con afloramientos de algunos manantiales, como son el caso de la vertiente Buena Nueva que aporta a la Hijuela Sánchez, pero que desde el año 2011 hasta la fecha prácticamente no realiza aporte de agua.

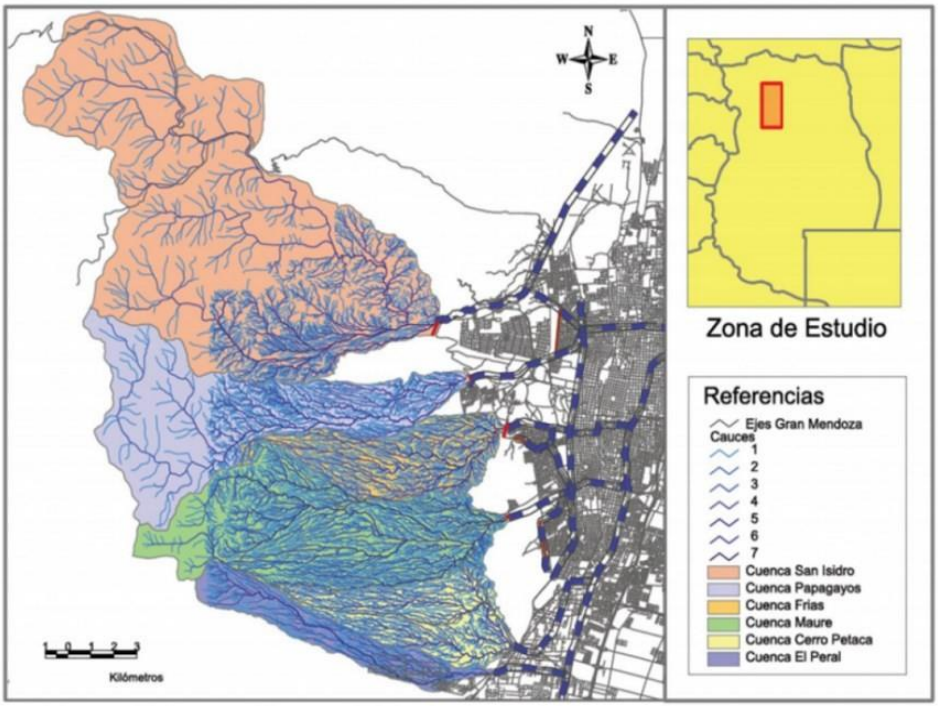
O por ejemplo el arroyo Leyes Tulumaya en la zona de Rodeo-Beltrán que recibe durante todo el año el agua de riego de los desagües de fincas, de manantiales y vertientes de pozos alumbrados accionados mecánicamente, pozos de surgencia natural y además, durante los meses de verano, cuenta con refuerzos de verano de agua derivada del río Mendoza.

8.3.10. Aportes aluvionales

Las cuencas ubicadas al oeste del Gran Mendoza proveen una serie de bienes y servicios ecológicos, entre los que se destaca el de regular los flujos de agua superficiales de sus cuencas. Normalmente estas cuencas están conformadas por un cauce principal que culmina en una obra de control y los excedentes son conducidos por medio de zanjones (naturales y artificiales) a través de la zona urbanizada hasta su colector principal, el canal Cacique Guaymallén.

Las cuencas aluvionales se extienden desde el Cordón de las Peñas y el Cordón de los Manantiales, al norte, hasta alcanzar el río Mendoza, al sur. Al oeste limita con la divisoria de aguas de la precordillera (sierras de Uspallata), y al este con la zona urbanizada del Gran Mendoza y los cultivos de la llanura oriental. El área total de las cuencas aluvionales es de aproximadamente 800 km^2.

Ilustración 49. Cuencas aluvionales ubicadas en el piedemonte de la Precordillera de Mendoza



Las cuencas que integran el área aluvional, de norte a sur y aguas arriba de las obras de protección, se representan en la Ilustración 49. Cuencas aluvionales ubicadas en el piedemonte de la Precordillera de Mendoza y son las siguientes:

-Cuenca San Isidro: Es la cuenca más extensa, sus cauces principales son los ríos San Isidro y Casa de Piedra que desembocan en el dique San Isidro. Su relieve es muy abrupto. Altura máxima (3100 m s.n.m.), mínima alrededor de los 1100 m s. n. m.

-Cuenca Papagayos: El cauce principal de la cuenca termina en el vaso del dique de nombre homónimo. Posteriormente, al llegar al área urbana, cambia su denominación por zanjón de Los Ciruelos y culmina en el canal Cacique Guaymallén. Su cota máxima 2795 m s.n.m. y la mínima está en el orden de 980 m s. n. m.

-Cuenca cerro Petaca: esta cuenca no presenta un cauce principal definido, los excedentes hídricos se concentran en el colector Tejo. Altura máxima se encuentra en la cerrillada pedemontana, 1477 m s.n.m. y la mínima es del orden de 1000 m s.n.m.

-Cuenca El Peral: presenta una extensión de 17,2 km2, desagua en el colector Sosa- Alturas máximas y mínimas alcanzan los 2.600 y 900 m s.n.m. respectivamente.

-Cuenca Frías: el curso principal desemboca en el dique Frías, de allí se prolonga por el interior de la ciudad de Mendoza a través del zanjón Frías y desemboca en el canal Cacique Guaymallén. Altura máxima de 1527 m s.n.m. y la mínima 930 m s.n.m.

-Cuenca Maure: el curso principal desemboca en el dique que lleva el mismo nombre, donde se inicia el zanjón Maure. El mismo atraviesa la ciudad de Godoy Cruz y desemboca en el canal Cacique Guaymallén. Sus alturas máximas y mínimas son 1900 y 950 m s. n. m. respectivamente.

Las dos últimas cuencas revisten una mayor importancia socio ambiental debido a que atraviesan zonas de alta densidad poblacional y de gran concentración comercial e industrial.

En la configuración del sistema de defensa aluvional del piedemonte mendocino y de desagües pluviales de la zona rural y urbana, el canal Cacique Guaymallén es el principal colector pluvioaluvional del núcleo urbano (Gran Mendoza). Se ha estimado que, en esta zona, se producen entre tres y cuatro tormentas convectivas por temporada primavero-estival, con un total de 15 a 20 mm de lluvia por evento. Dichos eventos, a su vez, cubren un área de aproximadamente 25 a 30 km2 cada uno. De acuerdo a la información

disponible, y a una modelación hidrológica efectuada, los caudales producidos en la zona de descarga oscilan entre los 200 y 250 m3/s (DGI, 2015).

Como resultado de las tormentas convectivas, los canales de irrigación son desbordados y se producen inundaciones que perjudican a los agricultores de diversas zonas de la cuenca. En particular, los cauces que tienen importante influencia aluvional son: el canal Cacique Guaymallén, el canal Jocolí, el arroyo Tulumaya y el tramo inferior del río Mendoza (DGI, 2015).

Las obras de contención, regulación y encauzamiento para proteger áreas pobladas y zonas cultivadas de los efectos que provocan torrentes aluvionales incontrolados que provienen de las cuencas mencionadas anteriormente, están compuestas por los diques: San Isidro, Los Papagallos, Frías y Maure, además de los colectores aluvionales Las Heras, Los Papagallos-Los Ciruelos, Frías, Maure, Los Cerrillos, Tejo-Viamonte-Liniers; Sosa y Blanco Encalada.

Si bien frentes a precipitaciones intensas se producen crecientes significativos, con las consecuencias que ello conlleva, también se puede mencionar que frente a precipitaciones de poca magnitud, se producen aportes en el sistema de riego que se suman a los caudales normalmente operados por el sistema, y que son aprovechados en las área irrigadas ubicadas en el extremo norte del oasis. Dicho aporte no ha sido debidamente cuantificado, dada la complejidad de su determinación por la falta de registros sistemáticos orientados a tal efecto.

8.4. Cuenca del Río Tunuyán.

8.4.1. Descripción general de la cuenca

La cuenca del río Tunuyán abarca una superficie de 18.954 km2 y se localiza en la zona centro norte y centro de la provincia de Mendoza.

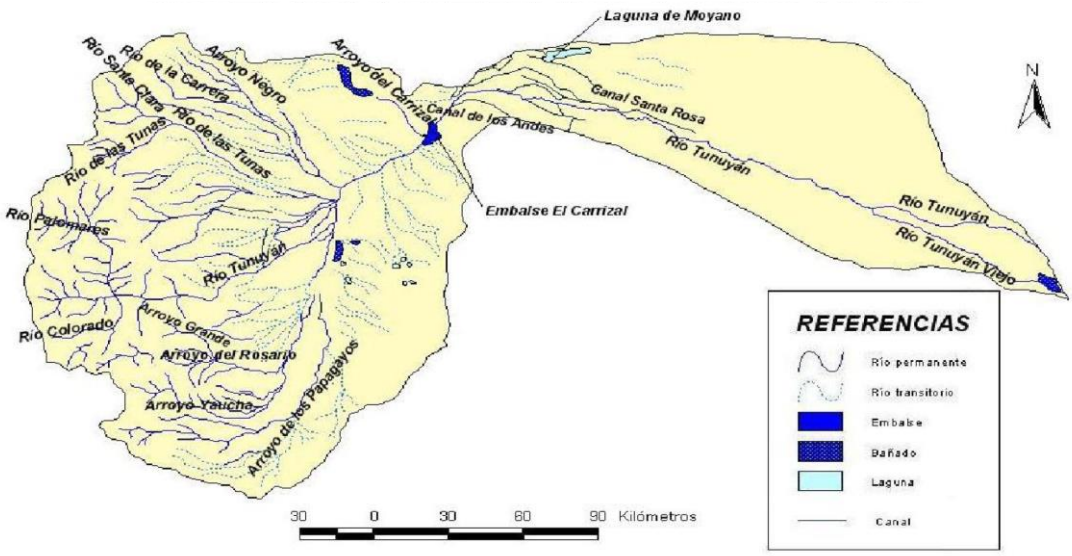
El cauce de este río presenta un recorrido que nace en los glaciares de la cordillera principal, en la vertiente suroeste del Volcán Tupungato, atraviesa el Valle de Uco, transpone la Cerrillada de las Huayquerías y se extingue en la depresión o llanura de travesía del este mendocino.

La cuenca se puede dividir en tres partes, perfectamente diferenciadas: 1) Subcuenca Alta: abarca el sector montañoso más amplio y se desarrolla hasta la estación de aforos Valle de Uco en la interdigitación con el piedemonte, con una superficie aproximada de 2.400 km². 2) Subcuenca Media: comprende una superficie aproximada de 6.500 km² y corresponde mayormente al oasis de riego del Valle de Uco emplazado en el piedemonte y planicie aluvial. 3) Subcuenca Baja: constituida por el Llano o Travesía del Este, se extiende desde las Huayquerías hasta el departamento de La Paz. Incluye el oasis de riego, aguas abajo del Embalse El Carrizal, se extiende en una superficie de 10.054 km2.

Limita al norte con la cuenca del Río Mendoza, cuya divisoria de aguas la constituye la parte montañosa y de semillanura. Al oeste se encuentran la Cordillera de Los Andes, cuyo frente comprende desde el glaciar Tupungato hasta la ladera septentrional del volcán Maipo. Desde este volcán hasta el cerro de la Laguna del Diamante comienza el límite sur, con la divisoria de aguas de la cuenca del Río Diamante y la Cuenca del Salado hasta terminar en el río Desaguadero.

Este río se forma de la unión del arroyo Palomares con los pequeños arroyos que nacen en la base sur del Volcán Tupungato, teniendo un recorrido de casi 25 km, con dirección norte/sur, hasta unirse con los ríos Salinillas y Colorado.

Ilustración 50. Hidrografía general de la cuenca del río Tunuyán



El Tunuyán, ahora con mayor caudal, cambia su dirección hacia el este, avanzando sobre un cañón angosto de gran profundidad y pendiente, desarrollándose por 20 km, zonas de rápidos y saltos hasta llegar al frente del cerro Potreritos. Por margen derecha, recibe aguas de los ríos Primero, La Palma, Pajarito y El Duraznito. Por margen izquierda recibe los arroyos del Cordón, Melocotón y Contrayerba. Una vez que atraviesa el área perteneciente a la zona intermedia, encajonada, sale al abanico aluvial precordillerano de la zona de Valle de Uco, ingresando por margen derecha el arroyo San Carlos, formado este por los arroyos Yaucha y Aguanda.

Una vez que el Río Tunuyán pasa por la población homónima, por margen izquierda, recibe las aguas de los arroyos Claro, Caroca y Guiñazú. En las cercanías de los bañados de Alto Verde se incorporan al curso principal una serie de arroyos provenientes del cordón del Plata. Para luego confluir en el embalse El Carrizal.

Como parte de la cuenca alta se pueden distinguir un conjunto de ríos y arroyos de régimen nival, entre los cuales se pueden mencionar:

Río Las Tunas, se sitúa al norte de la cuenca y sobra la margen izquierda del río Tunuyán, y se forma por dos vertientes. La primera vertiente escurre las aguas que provienen del occidente del Cordón del Plata, el este del cerro Tupungato y del Cordón de Las Delicias. Las aguas que nacen del Cordón del Plata fluyen a través de tres quebradas denominadas del Norte, Medio y Sur que dan origen al río Santa Clara. La segunda vertiente se compone de las quebradas de las Cortaderas, Yesera, Llaretas y otras menos importantes.

Arroyo Grande: se ubica en la zona centro de la cuenca, y sobre margen izquierda del río Tunuyán, drena las aguas provenientes del cordón del Portillo sobre su falda oriental. Desemboca en el Río Tunuyán a través del sistema del arroyo Salas Caroca, en cercanías de la ciudad de Tunuyán.

Arroyo Yaucha: Nace en las denominadas Vegas del Yaucha, en el extremo sur de la cuenca. Se alimenta de manantiales y deshielos. En la zona de Los Alamitos recibe los aportes del Arroyo del Rosario o Gateado, y sigue su curso, hasta el dique derivador Yaucha.

Arroyo Aguanda: Nace al Sur de la Laguna del Diamante con el nombre de Arroyo Papagayos, se alimenta de manantiales y deshielos. llega al dique derivador Aguanda donde se distribuyen sus caudales.

La hidrogeología de toda esta cuenca es compleja, ya que tiene diversas fuentes de recarga, tanto de las cordilleras Principal y Frontal; de los arroyos de origen nival y de las distintas zonas bajo riego.

A efectos administrativos, el Departamento General de Irrigación, considera dos sectores de la cuenca, tomando como límite el embalse El Carrizal, denominando Tunuyán Superior a la subcuenca localizada

aguas arriba del embalse en cuestión, incluyendo las subcuencas Superior y Media, y como Tunuyán Inferior a la subcuenca localizada agua abajo del embalse El Carrizal, incluyendo la subcuenca Baja.

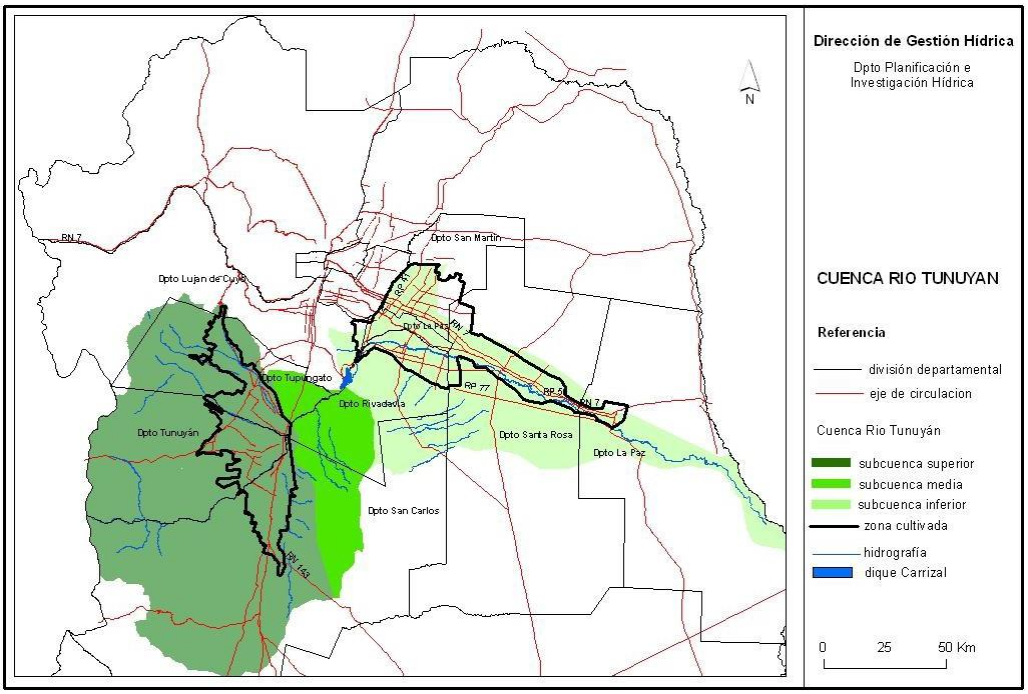
La cuenca del Río Tunuyán comprende los departamentos de Tunuyán, San Carlos, Tupungato, Luján de Cuyo, Rivadavia, Junín, San Martín, Santa Rosa y La Paz. Los primeros departamentos corresponden a la subcuenca del Tunuyán Superior en el Valle de Uco y el resto a la subcuenca del río Tunuyán Inferior en la Región Este de Mendoza.

Este sistema de riego del Tunuyán Superior, que se abastece del río, nace en el azud derivador conocido como Dique Valle de Uco y el del Tunuyán Inferior se inicia en el azud Dique Tiburcio Benegas.

8.4.2. Caracterización de la oferta hidrológica del río Tunuyán[67]

La oferta principal del río Tunuyán, se encuentra conformada por el aporte de la subcuenca Alta, la cual se encuentra caracterizado en la estación Valle de Uco (Latitud: - 33° 46’ 35.50”, Longitud: - 69° 16’ 21.10”), perteneciente a la Secretaría de Infraestructura y Políticas Hídricas (SIyPH) de la Nación, presentando un régimen netamente termonival.

Ilustración 51. Plano general de la cuenca del río Tunuyán



Parte de esta oferta es derivada en el dique de Valle Uco para el riego de un sector importante del oasis productivo del Tunuyán Superior, en tanto que el resto continua por el cauce hasta el embalse El Carrizal, a lo largo de este recorrido el río recibe el aporte de caudales de varios arroyos, incrementando y modificando la oferta originalmente medida en la estación Valle de Uco. En general, estos arroyos afluentes del río tienen su origen en vertientes y/o manantiales, que son el resultado de compleja interacción entre aportes del acuífero, y aportes superficiales y subsuperficiales de zonas dominantes, producto aportes de arroyos nivales, de ineficiencias de riego y aportes pluviales, acuífero cuya recarga tiene relación con la cuenca Alta y arroyos de régimen nival.

Se denominando como “Sistemas de Arroyos” a aquellos caudales aportados al Río Tunuyán por los arroyos de vertientes, antes de su entrada al embalse El Carrizal, y que se encuentran en su mayoría ubicados en la zona Centro del Departamento de Tunuyán, siendo los arroyos Claro, Salas Caroca, Guiñazú y La Estacada por margen izquierda y el arroyo San Carlos por margen derecha. En las Ilustraciones 53 a 56 se muestran sus esquemas de agregación, donde se ha marcado con líneas de punto los probables arroyos nivales que les aportan agua, en forma subsuperficial o subterránea, por el subálveo de los cauces secos.

[67] Título 4.2.2 Análisis de la oferta superficial – Informe Balance Hídrico Tunuyán Superior 2016 Departamento General de Irrigación.

Ilustración 52. Esquema de agregación arroyo La Estacada

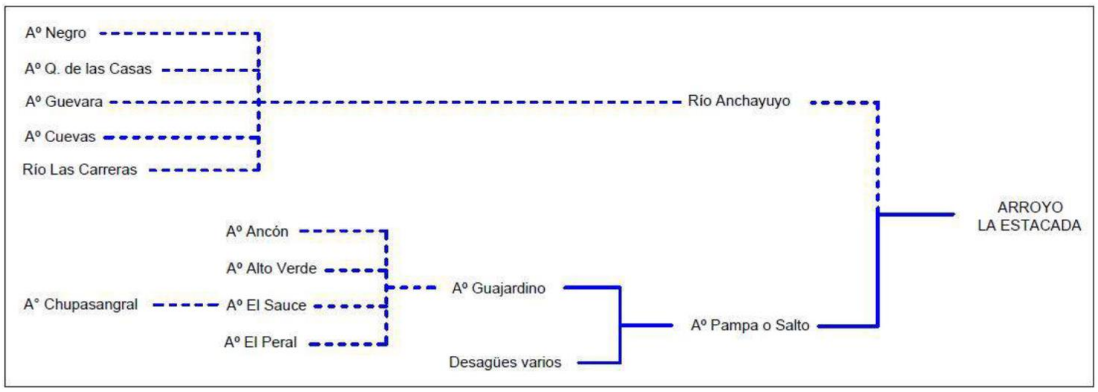


Ilustración 53. Esquema de agregación arroyo Salas Caraco

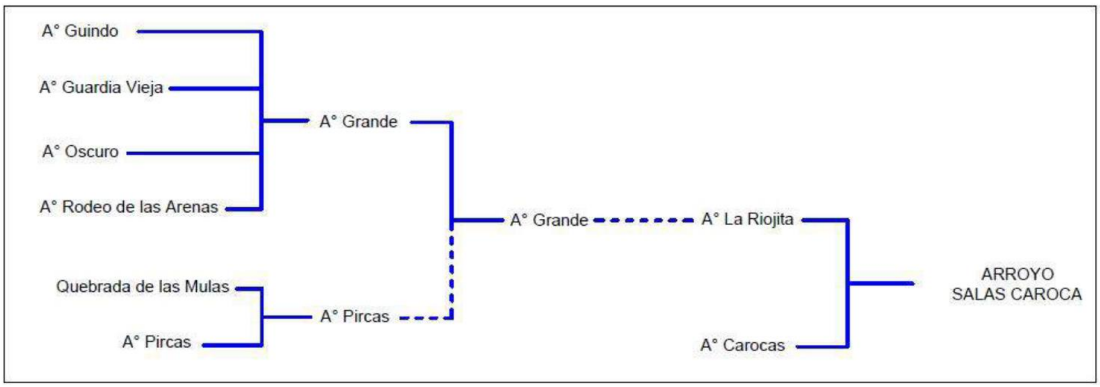
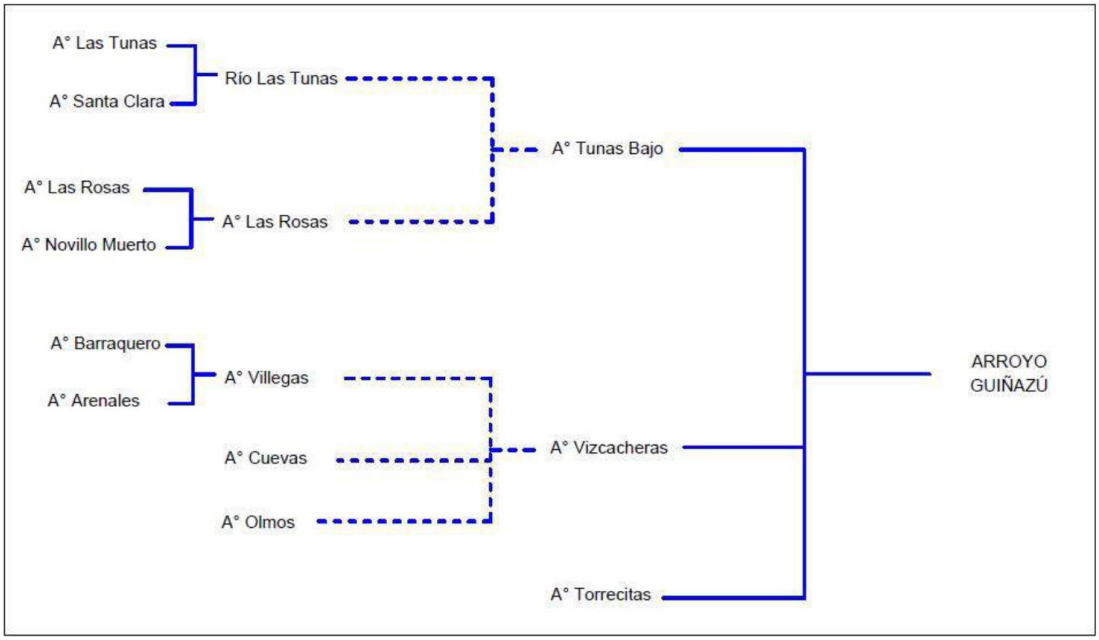


Ilustración 54 Esquema de agregación arroyo Guiñazú



Si se considera el 100% del volumen anual que aporta el Río Tunuyán (aforado en la sección de Valle de Uco), los arroyos de vertientes aportan al sistema un volumen adicional cercano al 50%, en rasgos generales. O sea que, del total del agua repartida para riego desde el río Tunuyán, el río aporta las ⅔ partes y los arroyos de vertientes el ⅓ restante, aproximadamente.

A la oferta del río Tunuyán ya descripta, se suman los escurrimientos de arroyos semipermanentes y permanentes, provenientes de los deshielos de la vertiente este de la Cordillera Frontal. En general, son

los arroyos del departamento de Tupungato (margen izquierda del río Tunuyán: Las Tunas, Grande, Villegas, entre otros) y los arroyos Yaucha y Aguanda (margen derecha del río Tunuyán), denominados como “Arroyos Nivales”.

Ilustración 55. Esquema de agregación arroyo San Carlos

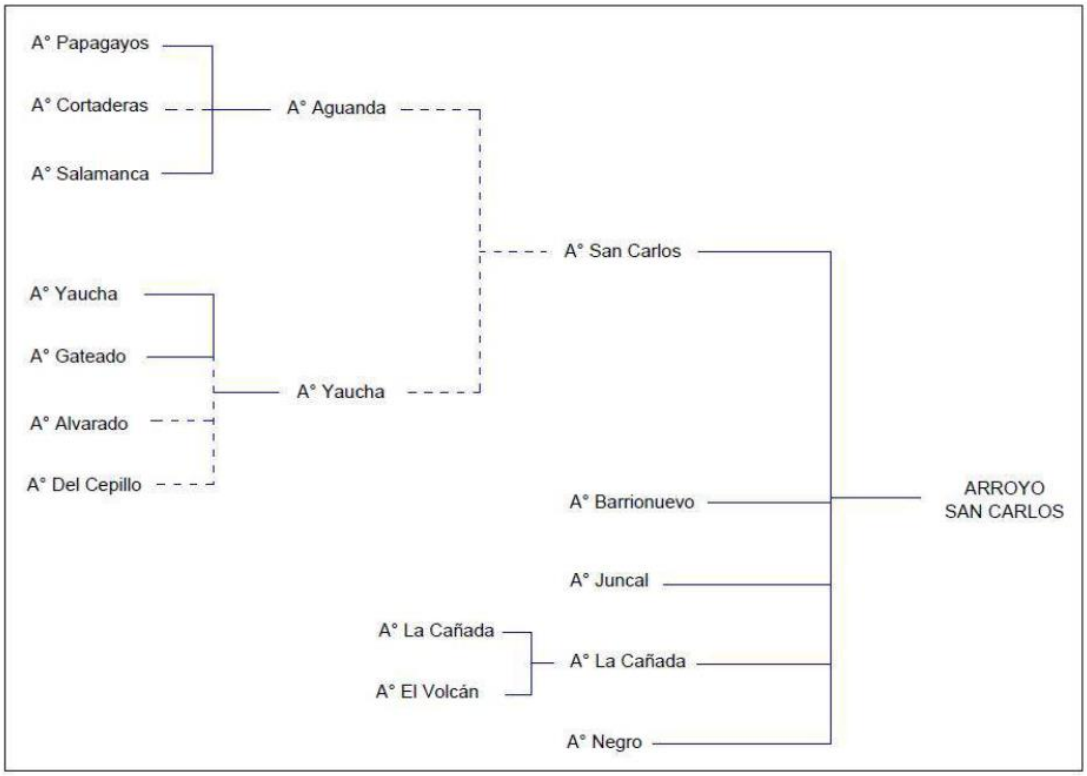
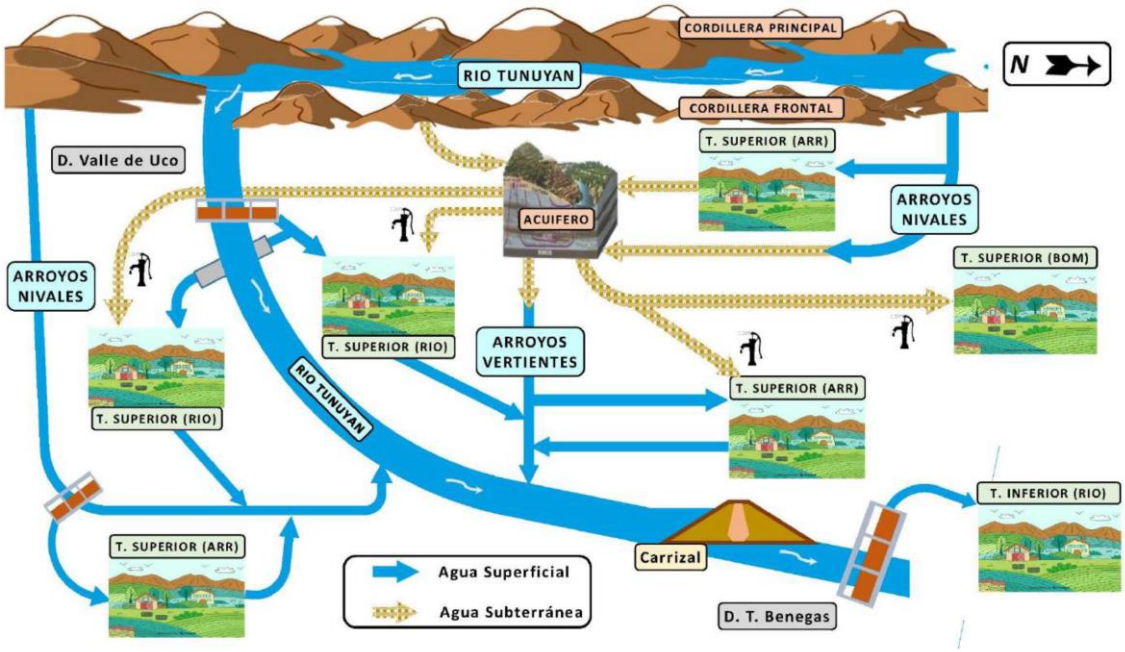


Ilustración 56. Esquema hidrológico del río Tunuyán



Las aguas de estos arroyos de origen nival tienen dos destinos: o son derivadas a las zonas de cultivo de la región pedemontana del Tunuyán Superior, o se terminan infiltrando por completo, recargando el acuífero subterráneo.

Al este de dicha zona de infiltración de los arroyos, comienzan a haber numerosas vertientes, surgentes y manantiales, escurrimientos que forman nuevos arroyos "Sistemas de Arroyo", antes mencionados como los que aportan un importante volumen al río Tunuyán, aguas arriba del Embalse El Carrizal. Estos arroyos también reciben algunos pocos desagües superficiales de las zonas bajo riego y de los escurrimientos de aguas pluviales, como ya se describió.

Completando es sistema hidrológico, se encuentra el acuífero subterráneo, de gran importancia en esta cuenca, con una fuerte interacción con el agua superficial, tanto en la recarga como en los afloramientos de agua a la superficie. Este acuífero se recarga de las infiltraciones que se producen en: las cordilleras Principal y Frontal; los arroyos nivales; del río; y de las percolaciones profundas de los sistemas de riego y napas freáticas.

En función de lo detallado precedentemente, se puede apreciar la complejidad de la oferta hidrológica de la cuenca, así como también los desafíos que se presentan para la gestión de los recursos hídricos. Con el objetivo de aportar a su entendimiento, se visualiza un esquema que representa el modelo conceptual del funcionamiento hidrológico del sistema, ilustración 57.

Se destacan dos secciones de aforos sobre el Río Tunuyán (Valle de Uco y Costa Anzorena), y varios puntos de medición de caudales (especialmente los que miden los escurrimientos derivados en los azudes de Valle de Uco, para el Tunuyán Superior, y el Tiburcio Benegas, para el Tunuyán Inferior).

8.4.3. Caracterización de la oferta hidrológica río Tunuyán en estación Valle de Uco

El Río Tunuyán tiene un régimen simple, con un máximo de caudales en la temporada estival debido al origen termonival de los escurrimientos, durante el invierno en los meses de junio y julio presenta los caudales más bajo.

La determinación de las ofertas se obtiene del estudio de los caudales de los años hidrológicos registrados en la Estación de Aforos de Valle de Uco (Latitud: -33º 46' 35,50"; Longitud: -69º 16' 21,10"), de acuerdo con los datos oficiales de la Secretaría de Infraestructura y Políticas Hídricas (SIyPH) de la Nación.

La determinación de las ofertas se obtiene del estudio de los caudales de los años hidrológicos registrados para la serie de tiempo modelada (2001-2020).

8.4.3.1. Año abundante

El "año abundante" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento abundante, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiendo a los ciclos 2001 a 2003 y 2004 a 2007.

La oferta para un año abundante se encuentra caracterizada en la

Ilustración 57, con un módulo anual medio de 40,8 m³/s, un derrame anual de 1.286 hm³.

8.4.3.2. Año normal

El "año normal" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento normal, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiendo a los ciclos 2003 a 2005, 2007 a 2010, 2013/14 y 2015 a 2017.

La oferta para un año normal se encuentra caracterizada en la Ilustración 58, con un módulo anual medio de 25,35 m³/s, un derrame anual de 800 hm³.

8.4.3.3. Año sequía

El "año sequía" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de sequía, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiendo a los ciclos 2010 a 2013, 2014/15, 2017 a 2021.

La oferta para un año normal se encuentra caracterizada en la Ilustración 59, con un módulo anual medio de 16,32 m³/s, un derrame anual de 514,8 hm³.

Ilustración 57. Hidrograma año Abundante – río Tunuyán

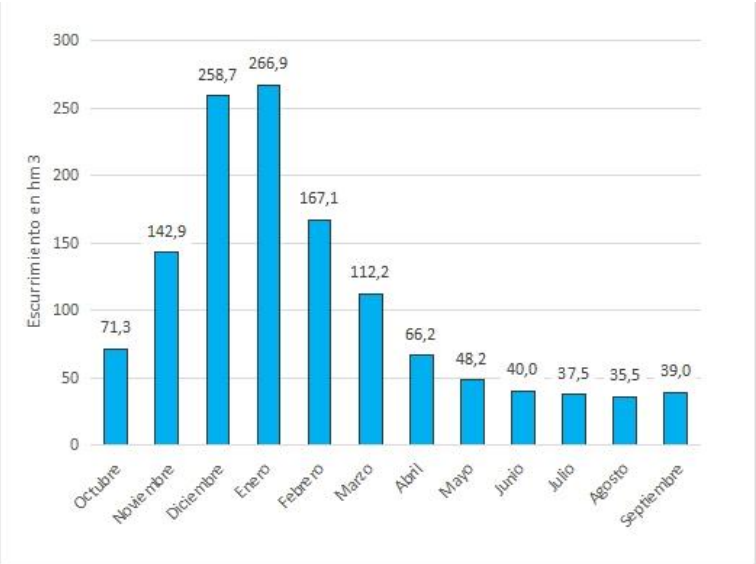


Ilustración 58. Hidrograma año Normal - río Tunuyán

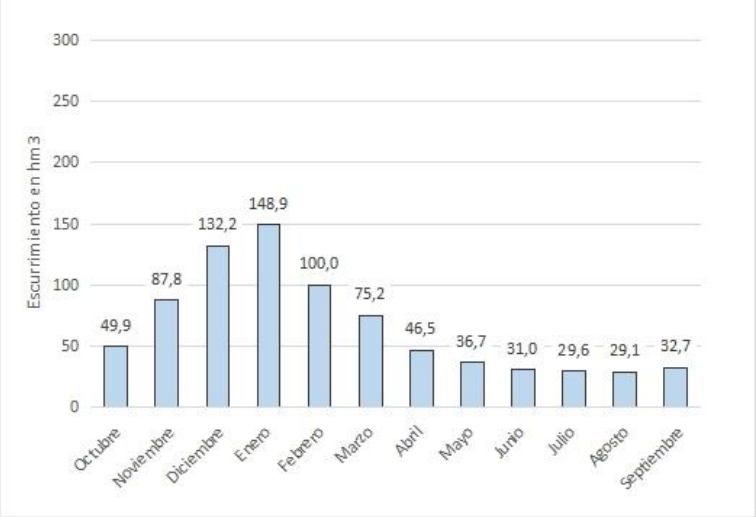
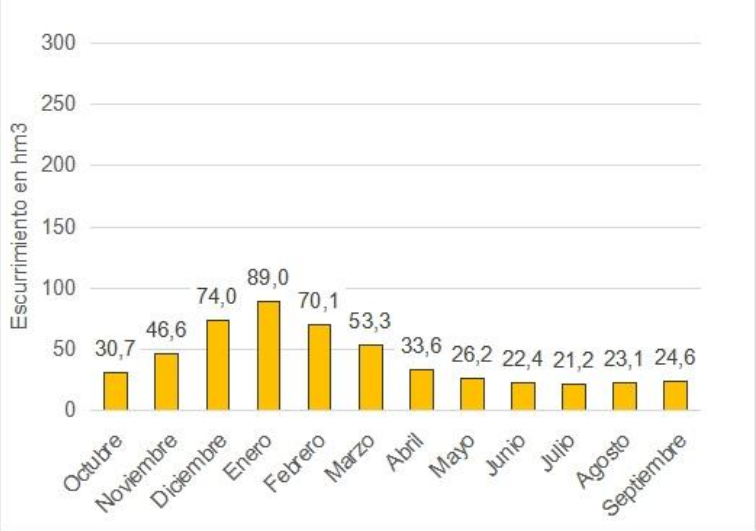


Ilustración 59. Hidrograma año Sequía - río Tunuyán



8.4.4. Caracterización de la oferta hidrológica de los "Sistemas de Arroyos"

La estación de Aforador del Puente Costa Anzorena del Sistema de Información Hidrometeorológica (SIH) del Departamento General de Irrigación, es el punto de control o cierre de la subcuenca del Tunuyán Superior y está ubicado aguas arriba del embalse El Carrizal. Es el punto que integra todas las pérdidas y todos los aportes que recibe el río después de la derivación de aguas en el Dique Valle de Uco. Sólo existe un arroyo que aporta al Embalse sin ser registrado por Costa Anzorena: el Arroyo El Carrizal, el cual descarga directamente sus aguas al espejo homónimo. Cabe señalar que la estación Puente Anzorena fue rediseñada y reconstruida en el año 2008, habiendo tenido previamente un funcionamiento irregular. En función de lo cual y dada falta de una serie consistente de datos lo suficientemente extensa. El Departamento General de Irrigación estima el aporte de los "Sistemas de Arroyo" al derrame del río Tunuyán, por medio de la diferencia entre el caudal afluente al embalse El Carrizal y el caudal pasante en el dique Valle de Uco en la zona del Tunuyán Superior. A su vez el caudal afluente al embalse El Carrizal es calculado por balance de embalse, mediante la diferencia de volúmenes embalsado y las erogaciones de presa. El uso del afluente obtenido por diferencia de embalse en vez de la medición en Puente Anzorena, permite incorporar los aportes del Arroyo El Carrizal y las pérdidas por infiltración entre Puente Anzorena y el cierre de El Carrizal.

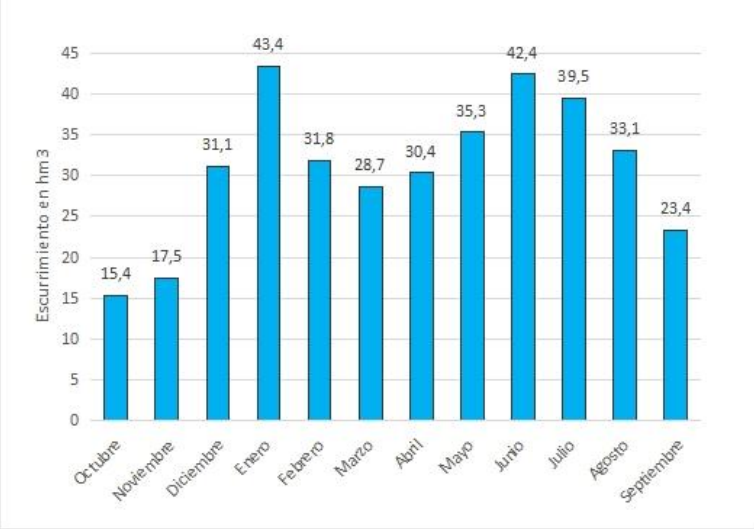
La determinación de la oferta se efectuó para el espacio temporal (2001-2020), en igual criterio que la adoptada en la estación en Valle de Uco.

8.4.4.1. Año abundante

El "año abundante" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento abundante, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiendo a los ciclos 2001 a 2003 y 2004 a 2007.

La oferta para un año abundante se encuentra caracterizada en la Ilustración 60, con un módulo anual medio de 11,8 m³/s, un derrame anual de 372 hm³.

Ilustración 60. Hidrograma año Abundante - Sistemas de Arroyo

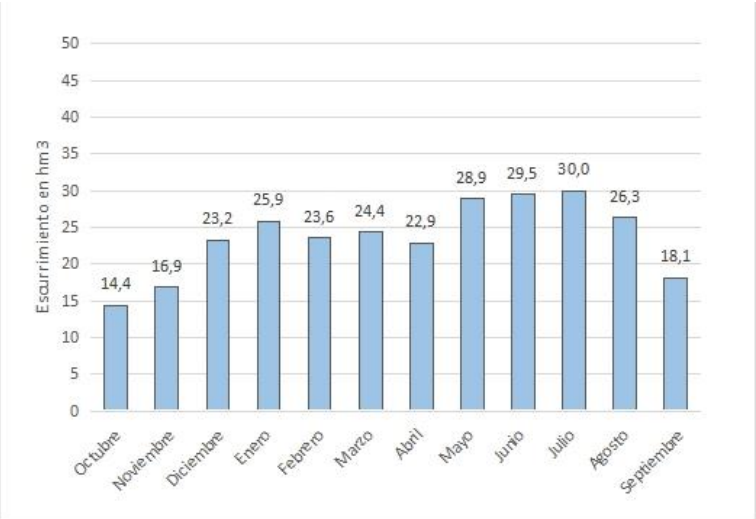


8.4.4.2. Año normal

El "año normal" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento normal, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiendo a los ciclos 2003 a 2005, 2007 a 2010, 2013/14 y 2015 a 2017.

La oferta para un año normal se encuentra caracterizada en la Ilustración 61, con un módulo anual medio de 9 m³/s, un derrame anual de 284 hm³.

Ilustración 61 Hidrograma año Normal - Sistema de Arroyo

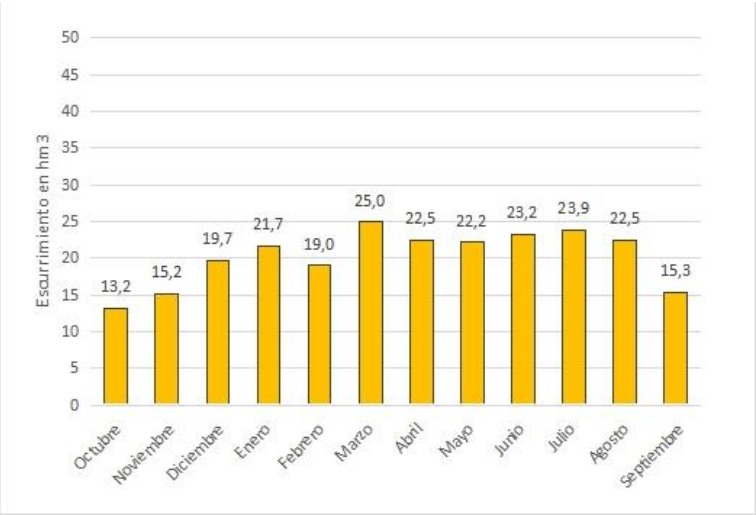


8.4.4.3. Año sequía

El "año sequía" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de sequía, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiendo a los ciclos 2010 a 2013, 2014/15, 2017 a 2021.

La oferta para un año normal se encuentra caracterizada en la Ilustración 62, con un módulo anual medio de 7,7 m³/s, un derrame anual de 244 hm³.

Ilustración 62. Hidrograma año Sequía – Sistema de Arroyo



8.4.5. Caracterización de la oferta hidrológica de Los Arroyo de Cordillera Frontal

Dada la ausencia de serie de datos consistentes, lo suficientemente extensas sobre los diversos causes que conforma este aporte, como ser los Ríos Las Tunas y Santa Clara y arroyos La Carrera, De Los Tábanos, Novillo Muerto, Villegas, De Las Cuevas, Olmo, Grande, Las Pircas, Manzano, Del Cepillo, Alvarado, Del Rosario, Yaucha, Cruz de Piedra y Aguanda, es que los datos han sido estimados, por el Departamento de Investigación y planificación hídrica de la Dirección de Gestión Hídrica del Departamento General de Irrigación, mediante un modelo de precipitación escorrentía desarrolla en el Software WEAP y contrastado con datos de aforo sobre estos arroyos y canales de riego que se derivan de estos, correspondiente al Sistema de Información Hidrometeorológica (SIH) de dicha institución.[68]

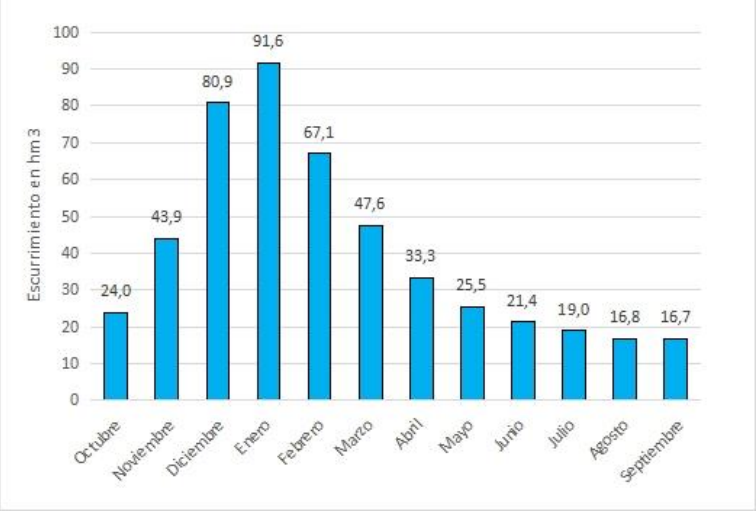
[68] Informe del Balance Hídrico del Río Tunuyán Superior e Inferior Balance 2016 – Departamento General de Irrigación.

Sobre el cual se adoptó igual criterio que para las circunstancias anteriores, en cuanto al espacio temporal considerado, ciclos hidrológicos adoptados para la caracterización de los valores medios.

8.4.5.1. Año abundante

La oferta para un año abundante se encuentra caracterizada en la Ilustración 63, con un módulo anual medio de 15,5 m³/s, un derrame anual de 487,9 hm³.

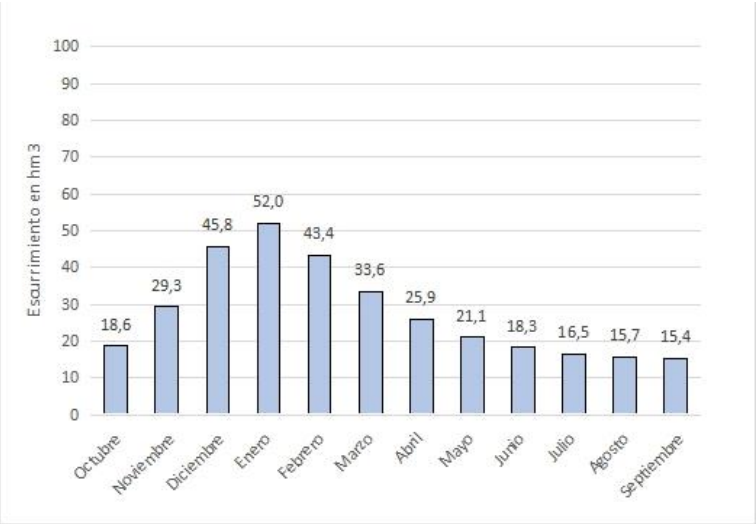
Ilustración 63.Hidrograma año Abundante – Arroyos de Cordillera Frontal



8.4.5.2. Año normal

La oferta para un año normal se encuentra caracterizada en la Ilustración 64, con un módulo anual medio de 10,6 m³/s, un derrame anual de 335,6 hm³.

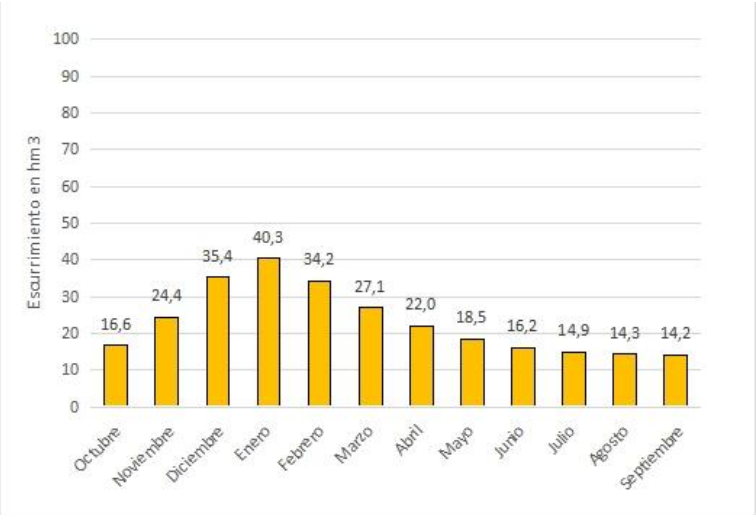
Ilustración 64 Hidrograma año Normal - Arroyos de Cordillera Frontal



8.4.5.3. Año sequía

La oferta para un año de sequía se encuentra caracterizada en la Ilustración 65, con un módulo anual medio de 8,8 m³/s, un derrame anual de 278,1 hm³.

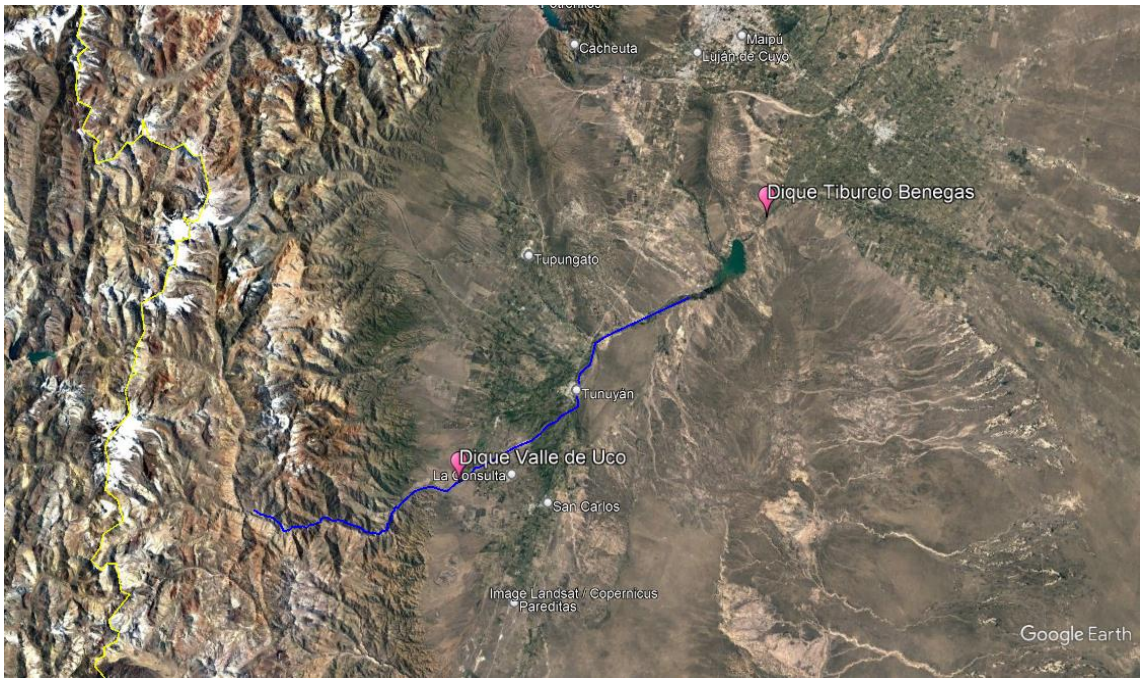
Ilustración 65. Hidrograma año Sequía - Arroyos de Cordillera Frontal



8.4.6. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación

El río Tunuyán dispone de un conjunto de infraestructura que permiten el aprovechamiento de este, compuesta de dos diques Derivadores y un embalse regulador. La primera infraestructura que se ubica a lo largo de su recorrido corresponde al dique Derivador Valle de Uco situado aguas arriba de la zona cultivada del Tunuyán Superior, y próximo a la localización de la estación de aforo de Valle de Uco.

Ilustración 66. Obras Hidráulicas de Almacenamiento y Derivación situadas sobre el río Tunuyán



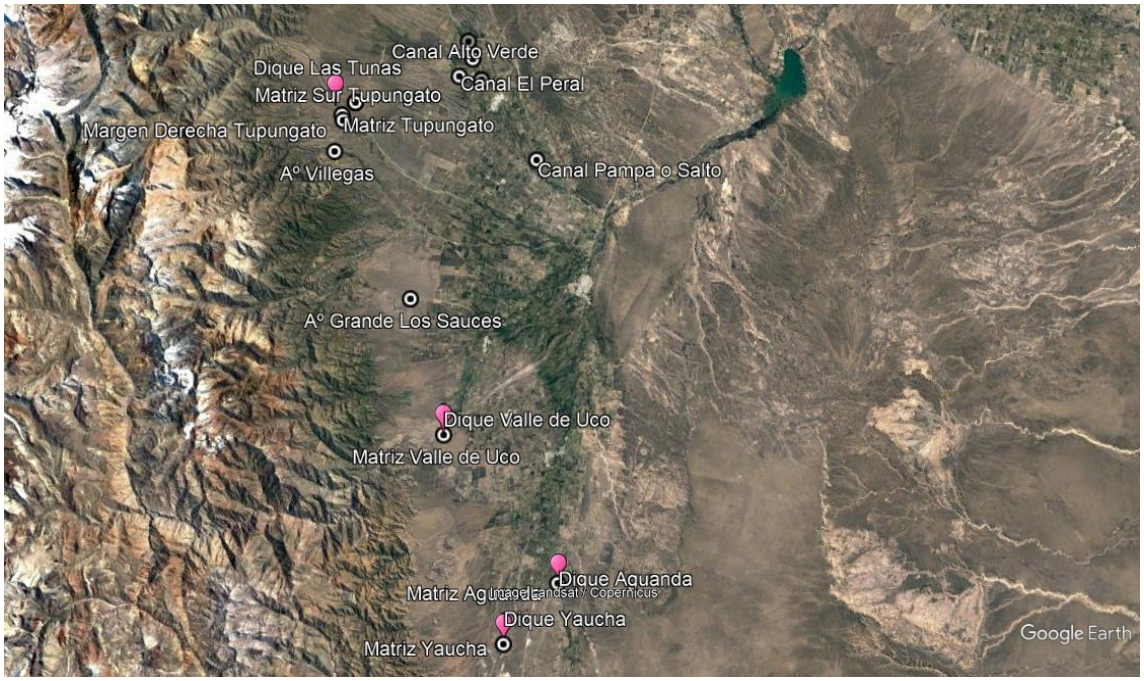
El dique derivador Valle de Uco, es un azud del tipo móvil, que distribuye parte de las aguas del río para irrigar una superficie aproximada de 19.250,5 ha, las que conformar un sector importante del oasis productivo del Tunuyán Superior, su caudal máximo de derivación es de 14,5 m^3/s.

Este dique deriva las aguas del río Tunuyán hacia su margen izquierda a través del Canal Gran Matriz Valle de Uco. Una vez que el agua ingresa al sistema de canales, se encuentra con un descargador lateral que actúa como limitador del caudal haciendo que no se supere el caudal de diseño de los canales. Pasando la estructura de desareno hay una Estación de Aforo de sensor automático, perteneciente a la red (SIH), en la cual se mide en tiempo real toda el agua que finalmente se deriva para la subcuenca del Tunuyán Superior.

Aguas abajo de la subcuenca del Tunuyán Superior y al oeste de la ruta Nacional N°40 se sitúa el embalse regulador El Carrizal, de una capacidad de 276 hm^3 y una superficie de espejo de agua es de 2.240ha en su nivel máximo.

El embalse El Carrizal posee una capacidad tal, que permite hacer una regulación del tipo estacional, pudiendo ser aprovechada tanto por la subcuenca del Tunuyán Superior como para del Tunuyán Inferior, mediante un aprovechamiento coordinado de la derivación de las aguas del río.

Ilustración 67 Diques de derivación y estaciones de aforo red primaria Tunuyán Superior



Es otro azud derivador corresponde al dique Tiburcio Benegas, ubicado aguas abajo del dique regulador El Carrizal y de la estación de aforo Sardinas, el cual colecta el agua erogada del Embalse El Carrizal y la conduce a la red de canales de la subcuenca del Tunuyán Inferior. Por margen derecha se deriva el Canal matriz Reducción Los Andes, en tanto que por margen izquierda lo hace el canal Gran Matriz San Martín.

En la subcuenca del Tunuyán Superior y con el objeto de materializar el aprovechamiento de los río y arroyos nivales que se originan sobre la vertiente este de la cordillera Frontal, se han desarrollado una serie de diques derivadores y tomas que dan origen a diversos canales que abastecen el oasis productivo, de los cuales se destacan los diques Las Tunas, El Sauce, Yaucha y Aguanda. Los dos primeros forman parte de la infraestructura de riego de la zona norte del oasis productivo del Tunuyán Superior, en tanto que los dos últimos forman parte de la infraestructura de riego de la zona sur de dicho oasis.

El dique Las Tunas se ubica el río homónimo, siendo este la principal fuente de abastecimiento hídrico superficial sobre el área rural del departamento de Tupungato, juntamente con cinco vertientes denominadas El Sauce, El Peral, Ancón, Alto Verde y Anchayuyo.

Aproximadamente a unos 15 Km aguas abajo de la confluencia del arroyo Santa Clara y el arroyo Las Tunas, se encuentra emplazado el Dique derivador Las Tunas, que permite derivar hasta 8 m3/s. El dique está constituido por un azud derivador, con posibilidades para derivar total o parcialmente las aguas del río hacia el canal Matriz Tupungato.

El dique El Sauce posibilita la derivación de agua del Arroyo homónimo, para el abastecimiento de riego al Distrito El Peral, en el Departamento de Tupungato.

El dique derivador Yaucha, se ubica sobre el arroyo homónimo, y permite captar las aguas del arroyo hacia un canal aductor, para el abastecimiento de las zonas irrigadas. Este dique es del tipo “toma tirolesa”, captando sus aguas a partir de una reja de fondo.

El dique derivador Aguanda, forma parte del sistema de riego del arroyo Aguanda, y del cual se deriva el canal matriz con una longitud revestida de 26,9 Km.

Los regímenes de escurrimiento de ambos arroyos son diferentes en primavera (octubre noviembre), de esta manera el arroyo Yaucha presenta un aumento de caudal importante, alcanzando sus picos en diciembre, dando lugar a excedentes de caudales no aprovechados en el sistema. El Arroyo Aguanda comienza los aumentos de caudales más tarde que el Yaucha (noviembre-diciembre), y mantiene caudales importantes hasta el otoño con excedentes que tampoco son aprovechados. La situación anterior ha dado lugar a plantear los llamados "trasvases" entre ambos arroyos. Hay que tener presente que el caudal derivado está limitado por la capacidad de conducción de los canales matrices y, por lo tanto, los excedentes continúan su curso por los arroyos correspondientes; luego se unen para dar lugar al Arroyo San Carlos, que entrega las aguas al Río Tunuyán para ser regulados en el Embalse El Carrizal.

8.4.6.1. Operación del sistema regulado del río Tunuyán

Como fue expuesto, el sistema regulado del río Tunuyán se encuentra compuesto de dos diques derivadores, de los cuales se abastece parte de la infraestructura de riego del Tunuyán Superior y la totalidad de la infraestructura del Tunuyán Inferior. El total del agua que se distribuye en estos dos azudes derivadores, es la suma de los caudales que el río Tunuyán trae de alta montaña (Estación de Valle de Uco), más el aporte de los caudales del "Sistemas de Arroyo" que recibe el río, antes de confluir en El Carrizal.

Lo importante sobre este punto de distribución es que, del total de los caudales derivados del río, el 82% está destinado al Tunuyán Inferior y el 18% al Superior. Con esta proporción (18/82), se pagó la obra del Dique El Carrizal por parte de los usuarios, en la década de 1970. Esta proporción responde a similar proporción de superficie empadronada entre las dos zonas de riego.

Tanto la Subcuenca del Tunuyán Superior como la del Inferior, hacen uso de la capacidad de regulación del embalse El Carrizal, mediante una operación coordinada entre ambas. Este particular manejo ocurre ya que, durante la primavera, los caudales del río son bajos por falta de deshielos y al Tunuyán Superior le corresponde tomar el 18% del total de aportes, lo que no es suficiente para sus cultivos. Por lo tanto, toma un porcentaje mayor del 18% del caudal del río circulante en esos meses. Esto es posible ya que, en esa época, el Tunuyán Inferior es dotado con el volumen almacenado en el embalse, el que se encuentra en sus niveles máximos.

Por el contrario, en épocas de verano, con altos caudales en el río, el 18% que le corresponde al Superior son superiores a sus necesidades, por lo que "devuelve" (tomando un porcentaje menor al 18%) los volúmenes utilizados de más en primavera, al Tunuyán Inferior, época en la que las reservas del embalse se encuentran en sus valores mínimos.

8.4.6.2. Operación de embalse

Su comportamiento histórico presenta un ciclo anual de embalse caracterizado por dos máximos y dos mínimos. El primer máximo tiene lugar entre los meses de febrero y abril, como consecuencia de los elevados caudales afluentes de los meses de diciembre y enero. El segundo a fines del período de corta de los canales para su mantenimiento, en los meses de junio y julio, durante el cual todo el afluente se embalsa.

En lo que respecta a los picos de embalse mínimo, el primero se registra a inicios del mes de noviembre, al final de la estación primaveral y previa a la llegada de la crecida nival. En tanto que el segundo, menos pronunciado, antes de la corta anual para la mantención del sistema de distribución.

Además del efecto de regulación de tipo estacional, el embalse El Carrizal permita la atenuación de las crecidas de carácter aluvial de la cuenca media del Río Tunuyán, que inundarían las áreas cultivadas situadas en las márgenes del río.

8.4.7. Obras Hidráulicas de conducción de la subcuenca Tunuyán Superior

La red de conducciones y canales de la subcuenca del Tunuyán Superior es compleja dada la diversidad de tomas y diques de derivación que existen, producto de la geografía y disposición de los cauces, formando distintos subsistemas que abastecen a determinadas zonas de dicho oasis productivo.

8.4.7.1. Red de canales derivada del dique Valle de Uco

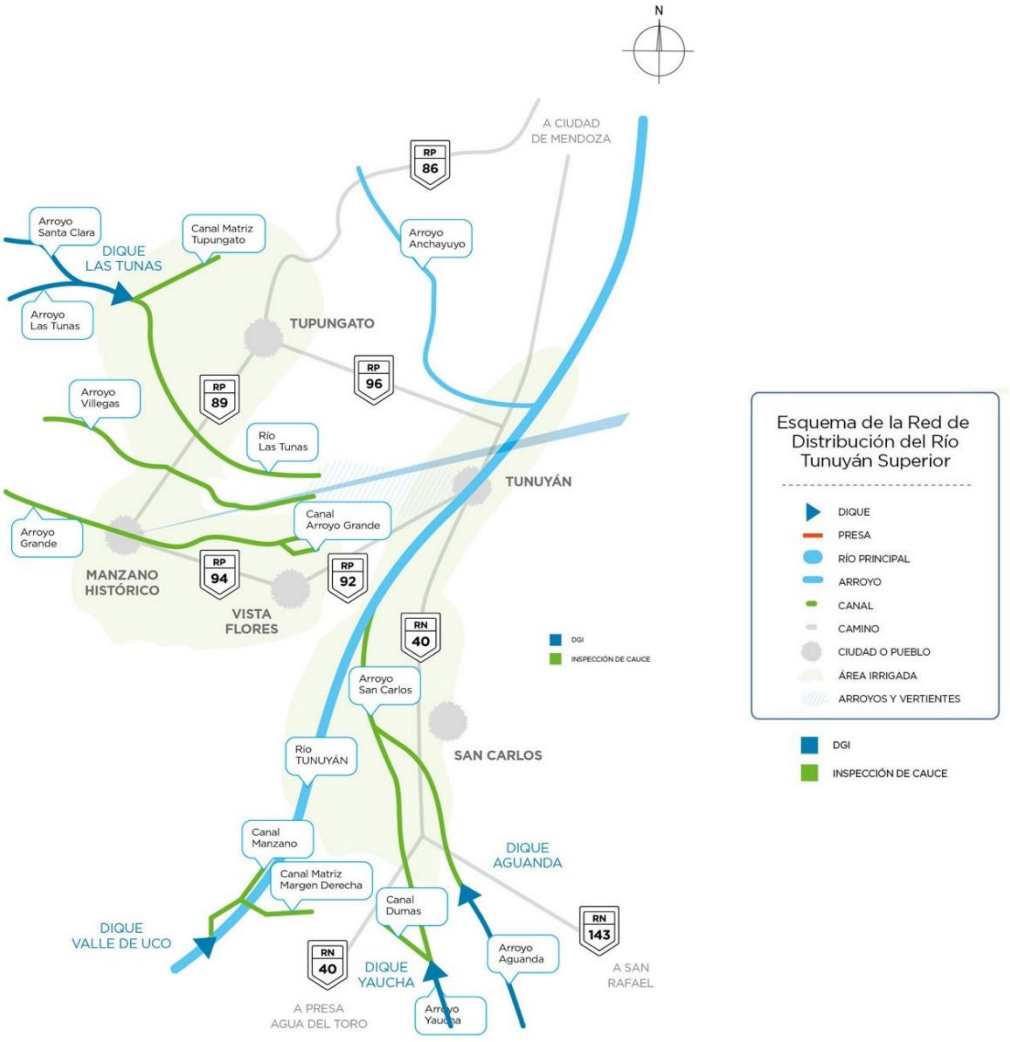
El Canal Matriz Valle de Uco distribuye el agua mediante partidores de hoja móvil, lo que permite una partición automática de acuerdo a la superficie irrigadas de cada canal. El Canal Manzano es el primero que se deriva del Matriz, que corre paralelo al río sobre su margen izquierda; este canal sigue en dirección

al norte repartiendo el agua en varias hijuelas que la llevan a los cultivos del sector oeste de Vista Flores (Departamento de Tunuyán).

Un kilómetro aproximadamente aguas abajo del partidor de este canal, el Matriz se divide, mediante hoja móvil, en dos: el Canal Matriz Margen Izquierda y el Canal Matriz Margen Derecha. Los canales Melocotón, Vista Flores y Rincón derivan del primero sirviendo al sector ubicado inmediatamente al oeste del río, en los distritos de Vista Flores y La Primavera, del departamento de Tunuyán. El segundo, después de atravesar el lecho del río por un sifón, deriva sus aguas hacia los canales Uco, Quiroga, Elvira Bustos, Consulta y Cañada de Las Rosas, que la distribuyen en el sector comprendido entre el río y el arroyo San Carlos.

Independiente al río Tunuyán, y situados al norte del dique Valle de Uco, se encuentra el sistema del arroyo Grande y el sistema del arroyo Villegas.

Ilustración 68 Esquema de la red de distribución de agua de riego – Tunuyán Superior



8.4.7.2. Red de canales de los Arroyos Yaucha y Aguanda

En la zona comprendida entre los arroyos Yaucha y Aguanda, se encuentra una red de canales independientes del río Tunuyán. Del arroyo Yaucha se deriva la Rama Pareditas y la Rama Yaucha, sobre la margen derecha del arroyo, y el Canal Dumas sobre la margen izquierda.

Del arroyo Aguanda, al este del anterior, se deriva un canal matriz con partidores automáticos del cual nacen los canales Rama de Afuera, Rama Leyton y Canal Centro y Villa, que irrigan todo el sector adyacente al oeste del arroyo. Además de estos arroyos principales, existen otros de menor importancia que atienden a las pequeñas zonas de cultivo, son: Arroyo Salamanca, Lagunita, Junes, Negro y San Carlos.

8.4.7.3. Red de canales de Tupungato

En el valle de Tupungato se encuentra igualmente una red de canales derivados del río de Las Tunas, mediante un dique derivador de igual nombre del cual se desprende el Canal Matriz Tupungato que culmina en una cámara desarenadora; aguas arriba de esta se ubica la toma para la margen derecha, desde donde nace el Canal Matriz Tupungato que recorre el piedemonte al oeste del valle, derivando del mismo los Canales Matriz Sur y Matriz Este.

Del Canal Matriz Sur, que es revestido, se derivan en un partidor automático el Canal Esquina y el Canal Pampa. A través de estos dos cauces, con sus hijuelas derivadas, se riega toda la zona sur de Tupungato. Por el Canal Matriz Este se dota, exclusivamente con refuerzo de verano, la zona de arroyos y vertientes de Tupungato, este cauce tiene un sector revestido. Por el mismo se sirve a los canales Sauce, Peral, Alto Verde y Ancón.

8.4.7.4. Estado actual de la infraestructura

El total de extensión de la red de distribución del oasis productivo del Tunuyán Superior es de 1.496 km, contemplando entre red primeria, red secundaria y red terciaria, de la cual se encuentra impermeabilizada en la actualidad 207,5 km, es decir aproximadamente un 14%.[69]

La eficiencia de conducción alcanza el valor medio del orden 84 % aproximadamente y resulta de un promedio ponderado de las eficiencias de cada una de zonas de riego del oasis, en acuerdo con las mediciones y estimaciones efectuadas en el marco del Balance del río Tunuyán Superior del 2016 y su actualización del año 2020.

8.4.8. Obras hidráulicas de conducción de la subcuenca Tunuyán Inferior

Excepto por dos pequeños canales (Hijuela Ovalle e Hijuela Gallo) que toman agua directamente desde el Río Tunuyán, toda la red de riego del Sistema del Tunuyán Inferior nace en el dique derivador Tiburcio Benegas, ubicado aproximadamente 10 km aguas abajo del embalse El Carrizal.

Entre el Embalse El Carrizal y el Dique Tiburcio Benegas, solo se extrae agua de la estación de bombeo Gallo y del Canal Ovalle. Luego desde el Dique Tiburcio Benegas se deriva la dotación de aguas para riego de la mayor parte de la zona de riego correspondiente al Tunuyán Inferior. Este dique suministra agua a los canales: Matriz Reducción Los Andes (margen derecha) y el Gran Matriz San Martín (margen izquierda).

El total de extensión de la red de distribución del Tunuyán Inferior es de 2.361 km, contemplando entre red primeria, red secundaria y red terciaria, de la cual se encuentra impermeabilizada en la actualidad 336,2 km, es decir aproximadamente un 14%.[70]

La eficiencia de conducción alcanza el valor medio del orden 81,9% aproximadamente y resulta de un promedio ponderado de las eficiencias de cada una de zonas de riego del oasis, en acuerdo con las mediciones y estimaciones efectuadas en el marco del Balance Hídrico del río Tunuyán Inferior del 2016 y su actualización del año 2020.

8.4.9. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales

8.4.9.1. Subcuenca del Tunuyán Superior

Tunuyán tiene una planta de tratamiento perteneciente a AYSAM que atiende a la ciudad cabecera de Departamento; para una población servida aproximada de 16.700 habitantes; el tratamiento es en lagunas secundaria cuyo vuelco estimado de alrededor de 4.677 m^3/día se deriva a melgas de infiltración que ocupan una superficie de 80 Ha, y sus efluentes previos un incompleto tratamiento, vuelcan al río Tunuyán cuando egresa de la cuenca.

San Carlos tiene una planta de tratamiento de efluentes perteneciente a AYSAM con una laguna que procesa aproximadamente 2.022 m3/día proveniente de una población servida de alrededor de 7.721 habitantes de la zona urbana. Los efluentes se derivan a una zona de A.C.R.E. de aproximadamente 50 Ha de una capacidad total de 100 Ha. Actualmente la planta está siendo renacionalizada.

[69] Dirección de Ingeniería – Departamento General de Irrigación
[70] Dirección de Ingeniería - Departamento General de Irrigación.

Ilustración 69 Esquema de la red de distribución de agua de riego – Tunuyán Inferior

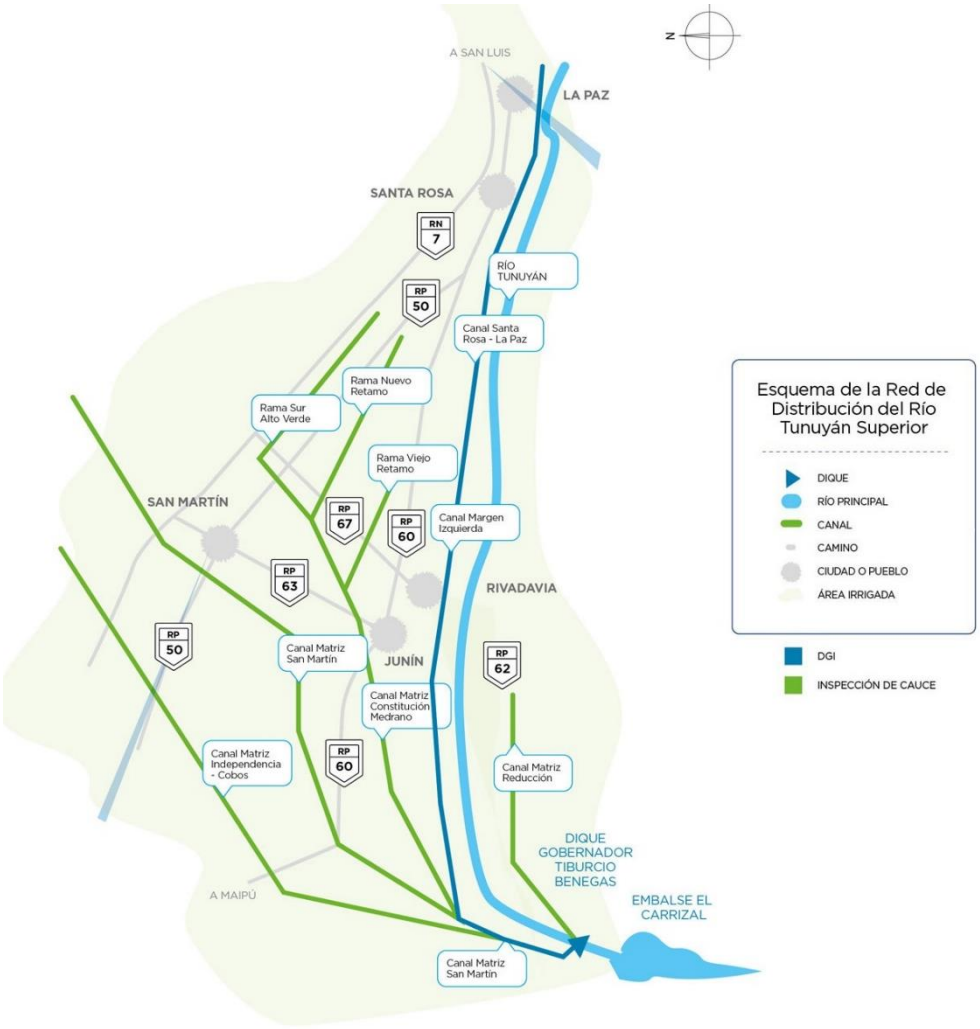


Tabla 26. Plantas Depuradoras Cloacales Subcuenca Tunuyán Superior[71]

Planta	Operador	Tipo de Tratamiento	Población servida (hab.)	Vol. Diario tratado m3/día	Destina Final
San Carlos	AySAM	Primario - Laguna	7.221	2.022	Reuso en propiedad privada
Tunuyán	AySAM	Secundario - Lagunas	16.704	4.677	Vuelco al río Tunuyán
Colonia Las Rosas	AySAM	Primario - Biodigestor	103	29	Peines de infiltración
Vista Flores	Cooperativa Eléctrica	Secundario - Lodos Activados	6.187	1.732	Reuso en propiedad privada
Tupungato	Municipalidad Tupungato	Secundario Biodiscos-Aireación extendida	13.097	3.667	Vuelco A°Sauce y posterior riego
			43.312	12.127	

8.4.9.2. Subcuenca del Tunuyán Inferior

El servicio cloacal es coincidente con las áreas urbanas más densamente pobladas. Los centros urbanos en la Subcuenca del Tunuyán inferior que se encuentran abastecidos con el servicio de colectores

[71] Dirección de Gestión Ambiental – Departamento General de Irrigación

cloacales son San Martín, Junín, Rivadavia, Palmira, Barriales, La Libertad, Los Otoyanes, Mirador, La Paz, Ingeniero Giagnoni y Santa Rosa.

Tabla 27. Plantas Depuradoras Cloacales Subcuenca Tunuyán Inferior[72]

Planta	Operador	Tipo de Tratamiento	Población servida (hab.)	Vol. Diario tratado m3/día	Destino Final
San Martín	AySAM	Secundario - Lagunas	56.757	15.892	ACRE
Rivadavia	AySAM	Secundario - Lagunas	25.454	7.127	Reúso en propiedad pprivada
Palmira	AySAM	Secundario - Lagunas	12.882	3.607	Reúso en propiedad privada
Junín	AySAM	Secundario - Zanja de oxidación	5.761	1.613	Reúso interno
La Paz	AySAM	Primario - Lagunas	2.650	742	Infiltración
Santa Rosa	AySAM	Secundario - Lagunas	825	231	Infiltración
La Libertad	Municipalidad Rivadavia	Secundario - Lodos Activados	1.071	300	Infiltración
Ing. Giagnoni	Municipalidad Junin	Secundario - Lodos Activados	2.578	722	No funciona, infiltración
Los Otoyanes	Municipalidad Junin	Secundario - Lodos Activados	571	160	Infiltración
Rodriguez Peña Barrio San Cayetano	Municipalidad Junín	Secundario - Lodos Activados	768	215	Reúso interno
La Central	Unión vecinal	Secundario - Lodos Activados	1.031	289	Reuso interno e infiltración
Los Campamentos	Unión Vecinal	Secundario - Lodos Activados	946	265	Sin funcionar, infiltración
Los Barriales	Unión vecinal	Secundario - Lagunas	3.094	866	Reúso interno
			114.388	32.029	

En el área de influencia del río Tunuyán Inferior revisten importancia los vuelcos de origen cloacal de la ciudad de San Martín sobre los cauces Gral. Contreras - Sta. Rita - La Laguna y de la ciudad de Rivadavia sobre el río Tunuyán.

8.5. Cuenca del río Diamante

8.5.1. Descripción general de la hidrografía del río Diamante

El río Diamante nace en la cordillera de los Andes en la laguna homónima, en el oeste de la provincia de Mendoza, y desde su naciente en el distrito de Pareditas de San Carlos hasta confluir con el río Desaguadero en el este de la provincia, para formar el río Salado (límite con la provincia de San Luis), recorre una distancia de 338km.

La cuenca del río Diamante tiene una superficie aproximada de 11.000 km² y comprende parte del territorio de tres departamentos: San Carlos, San Rafael y General Alvear. En el departamento de San Carlos, la cuenca del río Diamante abarca 5.100 km², no presenta asentamientos poblacionales y se extiende por el oeste y el sur del distrito de Pareditas. En el departamento de San Rafael, la cuenca se extiende sobre los distritos 25 de Mayo, Cuadro Benegas, Las Paredes, Ciudad, Rama Caída, El Cerrito, Cuadro Nacional, Cañada Seca, Goudge, La Llave y Monte Comán. Por último, en el departamento de

[72] Dirección de Gestión Ambiental de los Recursos Hídricos – Departamento General de Irrigación

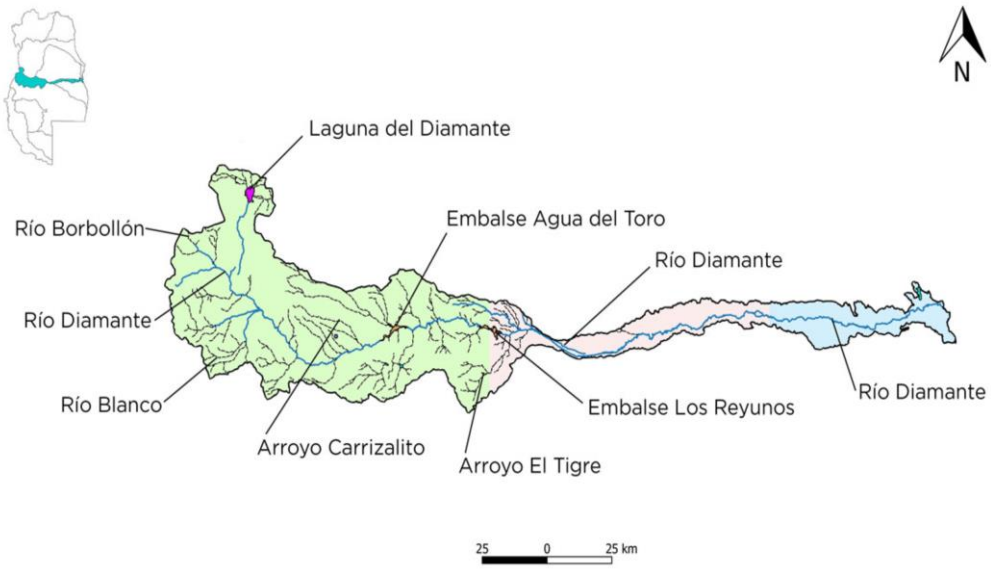
General Alvear, la cuenca del mencionado río ocupa una pequeña porción correspondiente al distrito de Bowen.

Los escurrimientos superficiales del río Diamante, están constituidos principalmente, por el resultado de la fusión de las nieves y glaciares de la cordillera de Los Andes, aunque en la zona media de la cuenca, durante los meses de verano, recibe aportes hídricos debido a las cortas pero intensas precipitaciones pluviales de origen convectivo, aunque estos últimos no dominan la oferta hídrica.

La cuenca denominada imbrífera o de captación, se encuentra comprendida entre las siguientes coordenadas geográficas: meridianos 70° 02' a 68°26' de longitud oeste y los paralelos 34°04' y 34°50' de latitud sur. El frente cordillerano se extiende por 73 km, del cual se destaca la zona de la "Rinconada" como gran acopiadora de nieve y donde nace el principal afluente del río Diamante. La superficie de la cuenca de aporte es de 5100 km2, su perímetro es de 486km y su rango de altura va desde los 5100 hasta los 900 m.s.n.m.

Desde su origen en la Laguna del Diamante, el río es franqueado por los Escoriales del Maipo hasta la altura del puesto Plomo, desde allí el río toma dirección sur hasta la confluencia con el río Borbollón, siendo este el afluente más importante que posee el río Diamante, en este trayecto el río recibe pocos aportes. Aguas abajo de la confluencia con el río Borbollón, el curso fluvial cambia de dirección hacia el sur-este, recibiendo por margen derecha el aporte de dos importantes ríos, el Negro y el Blanco, y de menor jerarquía los aportes de los arroyos Morado, Las Aucas y Colorado; por su margen izquierda. Después de recibir este último afluente, el río Diamante describe una amplia curva hacia el noreste y sigue cortando por su margen izquierda las aguas intermitentes de los arroyos Potrerillos, Imperial, de la Ciénega y Carrizalito, y las perennes del arroyo Hondo, al que vierten sus similares La Faja y Tábanos.

Ilustración 70. Hidrografía general del río Diamante[73]



8.5.2. Caracterización de la oferta hidrológica del río Diamante[74]

El río Diamante, debido a sus características termonivales, presenta un régimen de escurrimientos simple basado en un pico de caudales que se registra en los meses de diciembre/enero y en una época de estiaje durante los meses de junio/julio.

Los caudales del río Diamante han sido medidos sistemáticamente a partir de 1917 en la estación de aforo Los Reyunos, la cual se ubicaba aproximadamente en la actual ubicación de la presa El Tigre. La construcción del sistema de presas generó entonces la instalación de una nueva estación de medición: la estación La Jaula, situada aguas arriba de la presa Agua del Toro (150 m río abajo del puente de la antigua

[73] Aquabook (2016) – Departamento General de Irrigación
[74] Balance Hídrico Río Diamante 2022 – Departamento General de Irrigación.

Ruta Nacional N°40, hoy Ruta Provincial). En la actualidad, la estación La Jaula (Latitud: 34º 40' 6,90"; Longitud: 69º 18' 58,60") es la que se toma como referencia para evaluar los aportes producidos por la cuenca del río Diamante.

La particularidad de la estación La Jaula, es que por su ubicación, la misma no registra la totalidad de los aportes, dado que aguas abajo de la misma, el río recibe el aporte del arroyo Carrizalito por margen izquierda, al igual que los del arroyo Hondo, el cual desemboca directamente sobre el vaso de la presa Agua del Toro, como así también todos los aportes no permanentes de escurrimientos superficial de origen pluvial que se producen entre la presa de Agua del Toro y la presa de Los Reyunos. Por tal motivo, el DGI y particularmente la Subdelegación de aguas del río Diamante ha efectuado desde octubre de 1981 una estimación de los aportes recibidos en el sistema de presas. Dicha estimación se realiza mediante un análisis de balance en el cual se tiene en consideración los volúmenes que son erogados por la presa el Tigre y la variación de las reservas en el sistema.

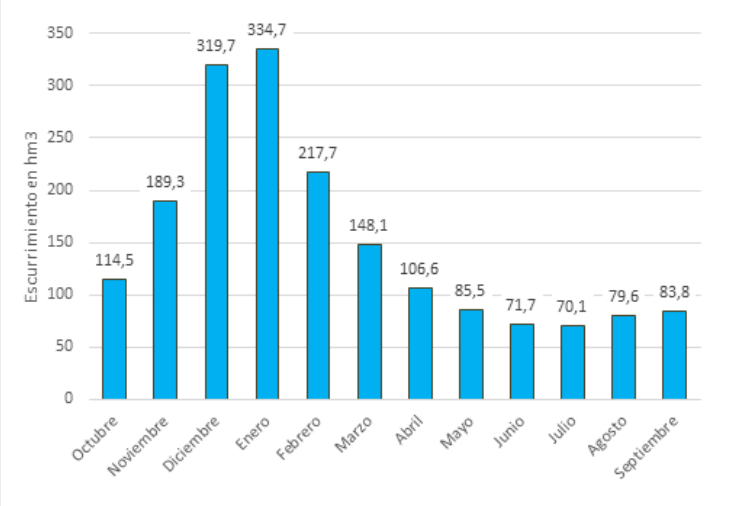
En tal sentido la caracterización de la oferta ha sido realizada sobre la base de los aportes calculados con la metodología expuesto, tomando como punto de cierre la presa El Tigre, para el espacio temporal comprendido entre (2000 – 2021).

8.5.2.1 Año abundante

El “año húmedo” ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento húmedo, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiente a los ciclos 2002/03 y 2005/06.

La oferta para un año húmedo se encuentra caracterizada en la Ilustración 71, con un módulo anual medio de 57,75 m³/s, un derrame anual medio de 1821,3 hm³.

Ilustración 71 Hidrograma Año Abundante del Río Diamante

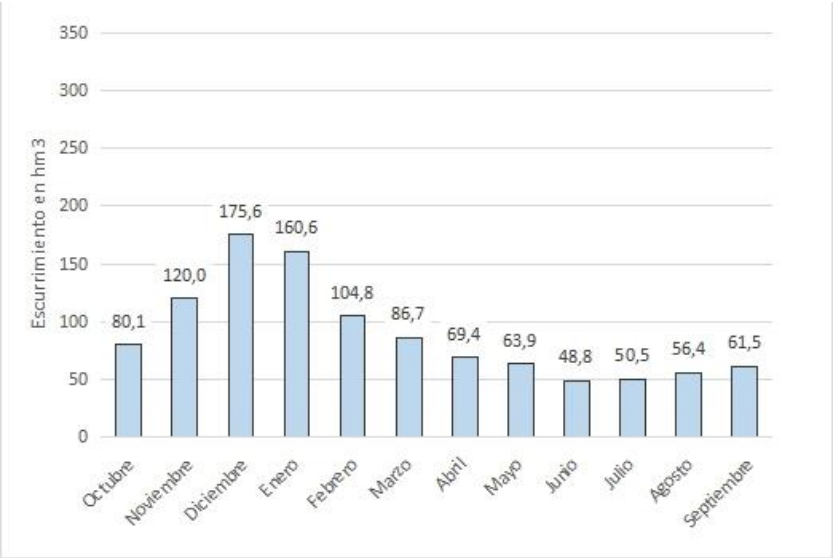


8.5.2.2 Año normal

El “año normal” ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento Normal, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiente a los ciclos 2001/02; 2003 a 2005; 2006 a 2009; 2011 a 2013 y 2015 a 2017.

La oferta para un año normal se encuentra caracterizada en la Ilustración 72, con un módulo anual medio de 34,19 m³/s, un derrame anual medio de 1.078,3 hm³.

Ilustración 72 Hidrograma Año Normal del Río Diamante

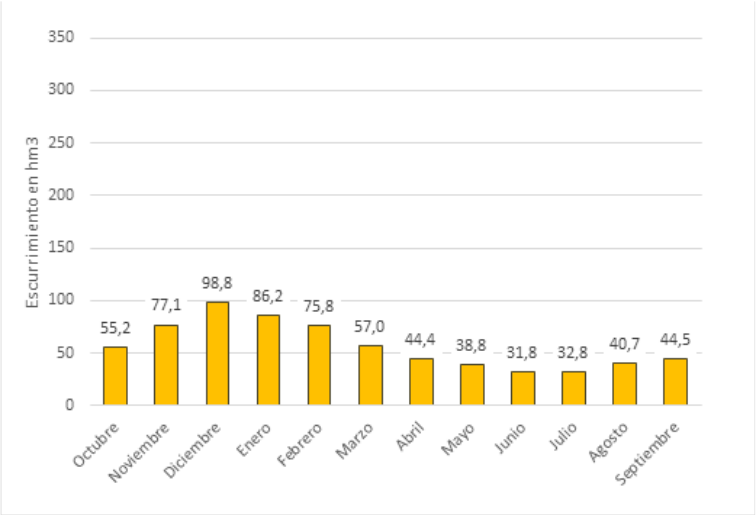


8.5.2.3 Año de sequía

El "año seco" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de año Seco, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondientes a los ciclos 2010/11; 2014 a 2015; 2017 a 2020.

La oferta para un año seco se encuentra caracterizada en la Ilustración 73, con un módulo anual medio de 21,66 m^3/s, un derrame anual medio de 683,1 hm^3.

Ilustración 73 Hidrograma Año de Sequía del Río Diamante



8.5.3. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación

El río Diamante cuenta actualmente con tres presas: Agua del Toro, Los reyunos y El tigre. La presa de cabecera del sistema es Agua del Toro que se caracteriza por ser de tipo arco con doble curvatura construida en hormigón simple y con una capacidad de almacenamiento original de 380 hm^3. En la actualidad, como consecuencia de la acumulación de embanque, el almacenamiento alcanza aproximadamente los 280 hm^3.

Aguas abajo se ubica la presa Los reyunos, la cual es de materiales sueltos con núcleo impermeable, presenta espaldones filtrantes y posee una capacidad de almacenamiento de 256 hm^3. En forma seguida a esta presa, se encuentra la presa El tigre que forma el contraembalse compensador diario de la Central Los Reyunos. Esta última presa también es de materiales sueltos con núcleo impermeable y espaldones

filtrantes, pero su tramo central es del tipo de gravedad de hormigón simple y alcanza una capacidad de almacenamiento de 8 hm^3.

En función de lo expuesto, se puede decir que el sistema de presas del río Diamante posee actualmente una capacidad de almacenamiento máxima de 543 hm^3, un volumen mínimo normal (nivel de los embalses que permite un funcionamiento normal de las turbinas) de 220 hm^3, y un volumen mínimo de turbinado (nivel de los embalses debajo de los cuales las turbinas no pueden funcionar) de 175 hm^3, en tanto que las válvulas de riego permiten lograr prácticamente el vaciado de los embalses. A su vez cabe desatacar que el volumen de la franja de operación normal establecida en el contrato de concesión con la Hidroeléctrica Diamante S.A. es en la actualidad de 323 hm3 (543 hm^3-220 hm^3). Considerando estos parámetros técnicos y relacionando los mismos con el módulo del río Diamante, podemos establecer que la capacidad de regulación bajo una operación normal del sistema alcanza aproximadamente un 30% del mencionado módulo.

El agua erogada en la presa El tigre es captada e ingresada a la red de riego en el azud de derivación Galileo Vitali. Dicho azud se ubica aproximadamente unos 5 km aguas abajo de la mencionada presa y da origen sobre la margen derecha del río al Canal Matriz del río Diamante, cuya capacidad máxima de conducción efectiva es de 57 m^3/s.

Ya en la parte baja del río y aproximadamente 50km aguas abajo del azud Galileo Vitali, se encuentra el azud Vidalino, siendo este de una estructura de mucha menor envergadura que la del Galileo Vitali y da origen sobre la margen derecha del río al Canal Matriz Vidalino, el cual abastece aproximadamente 3.100 ha del distrito de Monte Comán.

8.5.3.1 Operación embalses

En relación a la operación de los embalses se puede distinguir dos situaciones opuestas de operación, una frente a años moderadamente abundantes a extraordinariamente abundantes y otra frente a años sequía. En la primera de ellas, y dada la sobre oferta del río que se produce frecuentemente en los meses de diciembre y enero, se pueden observar los siguientes aspectos: 1)- incremento del volumen almacenado durante el periodo de máximo aporte; 2)- dado que la infraestructura de riego posee una capacidad de conducción limitada (57 m3/s) y con el objeto de no provocar erogaciones en el río que no sean aprovechadas (cuando la capacidad de almacenamiento está colmada), es que se incrementan las dotaciones de riego fuera de los periodos de máxima demanda (primavera y otoño); 3)- reducción del periodo de corta (periodo en cual se realizan los trabajos de mantenimiento sobre la infraestructura de riego); 4)- en el caso de haber alcanzado la capacidad de almacenamiento de los embalses, se realizan erogaciones programadas en el cauce del río Diamante durante el periodo de máximo aporte; 5)- se incrementa el caudal de las erogaciones que se producen en el cauce del río durante el periodo de corta y 6)- durante el mes de mayo se suele incrementar la dotación antes del inicio del periodo de corta, con el objeto de fortalecer el último riego, como así también satisfacer necesidades de los cultivos de invierno y labores culturales.

En tanto que durante los años secos se destacan los siguientes aspectos de operación: 1)- con el objeto de fortalecer el periodo de mayor necesidad se recortan las dotaciones durante los meses de baja demanda; 2)- con el objeto de que el agua almacenada permita realizar erogaciones razonables durante la primavera y también fortalecer la dotación durante el periodo de máxima demanda, se aumenta el periodo de corta; 3)- A partir de febrero se reduce fuertemente la erogación y 4)- en los años muy críticos el volumen embalsado a fin de temporada puede ser menor que el de inicio de temporada.

8.5.3.2 Derivaciones en el dique Galileo Vitali

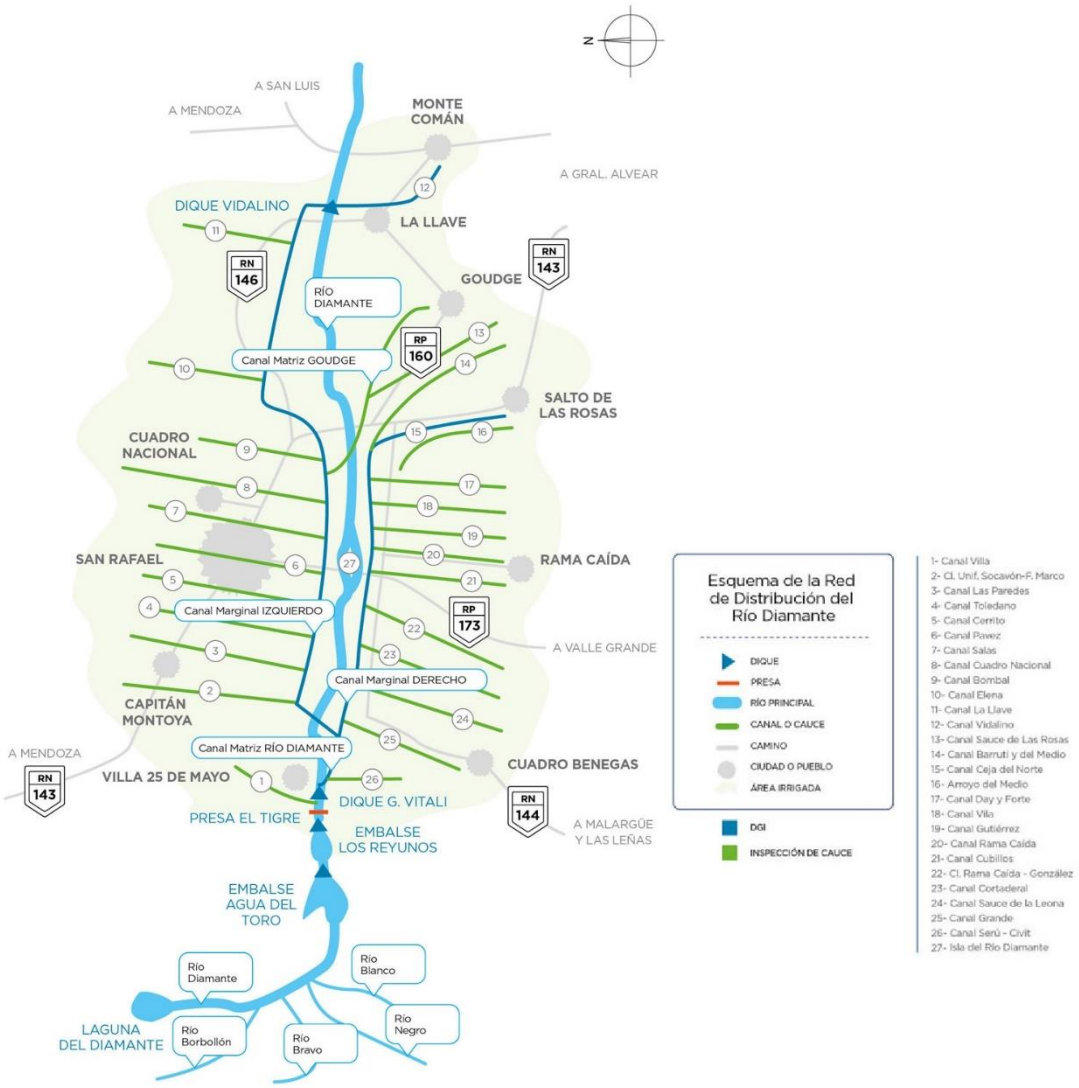
Se observa que las características generales de las derivaciones en el Dique Galileo Vitali son similares a las características de las erogaciones del embalse El Tigre. Las cortas anuales comienzan a principios del mes de junio y terminan a principios de agosto en rasgos generales, y su duración se puede extender en función del grado de sequía presentada en el año hidrológico.

A lo largo de este periodo de corta y con objeto de dar mayor garantía de abastecimiento al servicio de abastecimiento poblacional, se mantiene una dotación mínima en el sistema primario de conducción, salvo durante el mes de Julio donde se produce un corte total sobre del sistema, dotando a las plantas potabilizadoras desde el cauce del Río Diamante, mediante la utilización de tomas de carácter precario o temporarias situadas a lo largo del cauce natural del Río.

8.5.4. Obras hidráulicas de conducción

El recurso agua es distribuido en el área irrigada por el río Diamante por un sistema primario que consta de un canal principal, denominado canal Matriz río Diamante sobre el que se encuentra instalada la central de paso Los Coroneles y desde donde se abastece al canal Serú Civit, la hijuela El chilcal y la toma para el emprendimiento San Rafael Arcángel. El canal Matriz se divide en dos canales, que completan el sistema primario, el canal Marginal Izquierdo y el canal Marginal Derecho. Del primero de estos se abastecen los canales secundarios ubicados en general al norte del río, con excepción de los canales Sauce de Las Rosas, Matriz Goudge. Del canal Marginal Derecho se derivan el resto de los canales que riegan al sur del río Diamante.

Ilustración 74 Esquema de la red de distribución de agua de riego – río Diamante



Es de destacar que aguas arriba del Dique Galileo Vitali, a la salida de la Presa El Tigre, y desde una toma directa del río, se deriva el Canal Villa que irriga la estancia Los Reyunos y la zona de la Villa 25 de Mayo.

Tanto el canal Matriz río Diamante como el canal Marginal Derecho se encuentran revestidos en hormigón en toda su longitud, en tanto que el canal Marginal Izquierdo está revestido hasta la derivación de la Hij. Nº2 del Canal Elena y desde allí se encuentra excavado en terreno natural hasta su finalización.

El total de extensión de la red de distribución del oasis productivo del Rio Diamante es de 2.628 km, contemplando entre red primeria, red secundaria y red terciaria, de la cual se encuentra impermeabilizada en la actualidad 249 km, es decir aproximadamente un 9 %.

Tabla 28 Extensión de la red riego del río Diamante[75]

Nivel de Red	Longitud de Conducción		
	Total	Revestido	%
Red Primaria	82	64	78%
Red Secundaria	286	91	32%
Red Terciaria	2260	94	4%
Total	2628	249	9%

La eficiencia de conducción alcanza el valor medio de 72 % y resulta de un promedio ponderado de las eficiencias de cada una de zonas de riego del oasis, en acuerdo con las mediciones y estimaciones efectuadas en el marco del Balance del río Diamante del 2016 y su actualización del año 2020.[76]

8.5.5. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales

Un alto porcentaje de la población de la ciudad de San Rafael, cuenta con acceso al servicio de recolección y tratamiento de efluentes domiciliarios, siendo provisto por la empresa AYSAM SAPEM. Siendo la principal planta el establecimiento Depurador Cuadro Nacional ubicado en calle Intendencia s/n, en el cual se tratan diariamente un 12.700m^3.

Estos efluentes poseen un reúso agrícola, dentro de un predio del Ejército Argentino en forma contigua a la actual localización de la planta de tratamiento, conformando el principal A.C.R.E del Departamento de San Rafael, con una superficie irrigada de 250hs.

Otra planta de tratamiento se denomina 25 de Mayo e irriga un ACRE de 6 ha ubicado en la localidad que lleva el mismo nombre.

Tabla 29. Plantas Depuradoras Cloacales Cuenca río Diamante[77]

Planta	Operador	Tipo de Tratamiento	Población servida (hab.)	Vol. Diario tratado m3/día	Destino Final
Cuadro Nacional	AySAM	Secundario Lagunas.	45.357	12.700	Reúso propiedad privada
Unidad Penitenciaria El Cerrito	Provincia Mendoza	Secundario Lodos Activados	421	118	Reúso interno
Villa 25 de Mayo	Municipalidad San Rafael	Secundario - Lagunas	1.571	440	Reúso interno
			47.349	13.258	

8.5.6. Desagües y drenajes

En la zona sistematizada para riego del río Diamante existe una red de desagües y drenajes que en general se encuentra vinculada. Es importante diferenciar la existencia de desagües que responden a la evacuación del agua excedente superficial aplicada a las parcelas, ya sea de origen pluvial o excedentes de riego, con drenajes, cuya función es el abatimiento de la napa freática a los efectos del saneamiento del suelo.

Estas conducciones forman en general sistemas combinados de desagües y drenajes que luego conducen el agua colectada o bien a tomas de cauces de riego que utilizan el agua de desagües y/o drenajes, o bien al cauce del Río Diamante o a cañadas naturales que terminan desaguando en el Río Diamante o en el Río Atuel.

Es así que en el oasis irrigado del río Diamante hay varios subsistemas o zona de riego que se abastecen a partir de estos aportes, como por ejemplo los canales Resolanas, Retamito e hijuela Española, Arroyo Medio y Ciénegas del Torán, hijuela Los Claveles e hijuela La Morenina.

Los aportes que recargan el agua subterránea de este primer nivel y que posteriormente drenan por las conducciones efectuadas para tal fin y que son aprovechados para riego, no se encuentran debidamente

[75] Subdelegación de aguas del río Diamante – Departamento General de Irrigación.
[76] Informe del Balance Hídrico del río Diamante 2016 – Departamento General de Irrigación
[77] Dirección de Gestión Ambiental de los Recursos Hídricos – Departamento General de Irrigación

determinados, pero si se observa que, en rasgos generales, posee cierta relación con el agua distribuida desde río diamante, los cuales, a lo largo de estos años de bajo aportes, ha impacto fuertemente, disminuyendo notoriamente los niveles freáticos, como así también los caudales drenados.

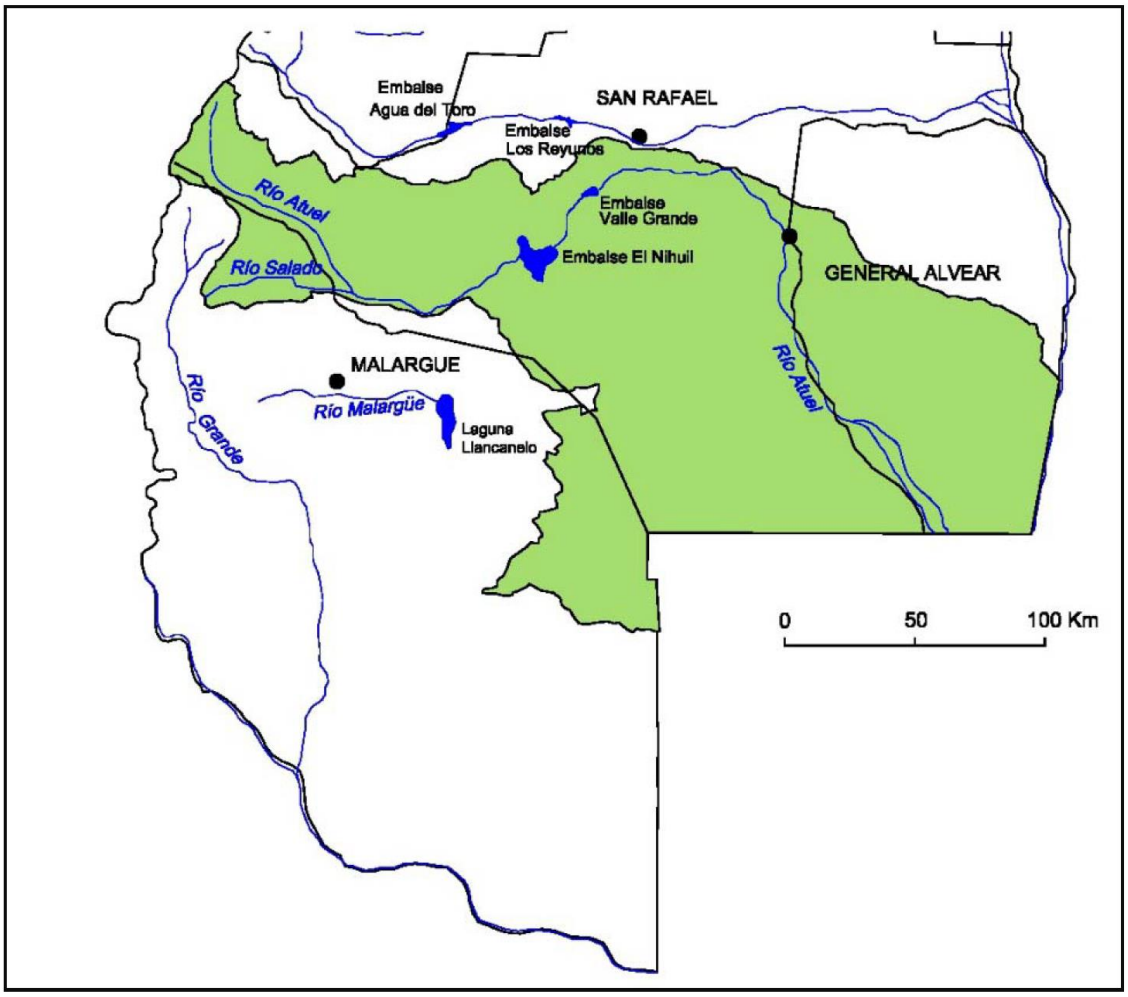
8.6. Cuenca del río Atuel

8.6.1. Descripción general de la hidrografía del río Atuel

La cuenca del río Atuel se extiende al sur de la provincia de Mendoza abarcando principalmente la mitad sur del departamento de San Rafael, un sector del noreste y otro al noroeste del departamento de Malargüe y la mitad sur del departamento de General Alvear.

El río Atuel desemboca intermitentemente en el río Salado, es de régimen nival aunque recibe también aportes pluviales y tiene una longitud aproximada de 600 km. La cuenca se ubica entre los paralelos 34º y 35º de latitud sur, y entre los meridianos de 70º y 67º 30' de longitud oeste.

Ilustración 75. Hidrografía general del río Atuel[78]



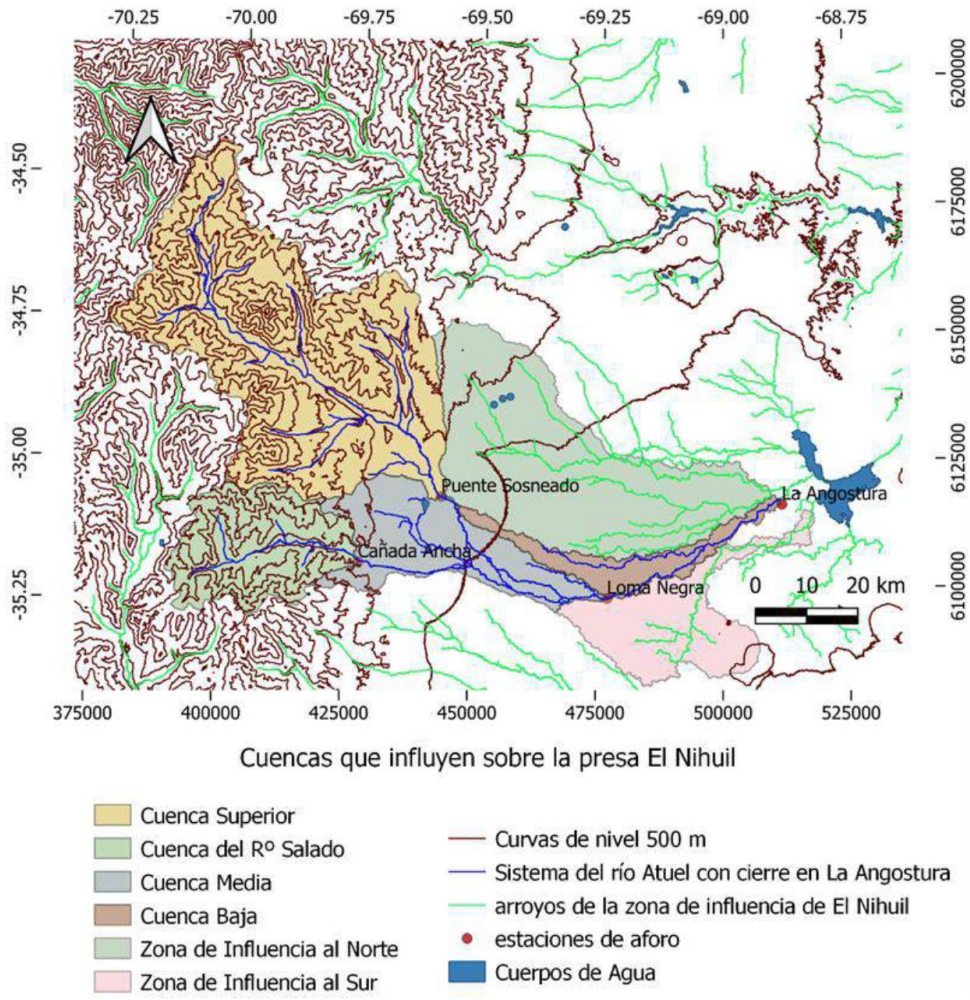
La cuenca hidrológicamente activa se encuentra en la región oriental, donde las precipitaciones pluvionivales de origen orográfico varían entre 600 y 800 mm anuales, que alimentan a ríos y arroyos de una desarrollada red imbrífera. En la región occidental, por el contrario, con un régimen pluviométrico del orden de los 250 mm anuales, el río es prácticamente alóctono.

El río Atuel nace en la laguna del mismo nombre, a la altura de 3500 m.s.n.m., en la cordillera de Los Andes. A lo largo de su recorrido, el cauce atraviesa distintos relieves y desciende hacia el sur. El valle del Atuel comienza a ensancharse a medida que se escapa de la cordillera principal, hasta la desembocadura del arroyo de las Lágrimas. En este tramo, recibe una cantidad importante de afluentes como el Pajaritos

[78] Aquabook (2016) – Departamento General de Irrigación.

y el Oscuro, entre los cuales se encuentra la planta de concentración de azufre de SOMINAR (Sociedad minera argentina) abandonada en la actualidad. La cuenca superior del río Atuel abarca una extensión de 3979 km^2.

Ilustración 76. Esquema Hidrológico Cuencas Activas del río Atuel[79]



Desde El Sosneado, el río Atuel se expande hasta originar en la planicie (depresión de los Huarpes) dos brazos encerrando un paraje denominado La Isla y capta los caudales del río Salado en el sitio de las Juntas. Este sector de la cuenca es un área de alumbramientos (emergencia) e infiltraciones de agua que toman contacto con una serie de bañados y esteros que se encuentran en la margen izquierda del río.

Una vez atravesada la depresión de los Huarpes, el Atuel ingresa nuevamente en un ambiente montañoso, perteneciente al bloque de San Rafael, donde la sierra Pintada es el núcleo. En este tramo, llamado Cañón del Atuel, el río ha trazado un cauce angosto que inicia su recorrido aguas abajo del dique El Nihuil, a lo largo de 60 km, terminando a la altura del distrito de Las Malvinas.

Posteriormente el río avanza por el borde de la llanura cuyana, circulando por un terreno de escasa pendiente. Característica que ha provocado que, el río formara en el pasado una multitud de brazos entrecruzados (sistema anastomosado), antes de atravesar el límite pampeano, desembocando en el río Salado.

[79] Informe Balance Hídrico de los Río Atuel y Malargüe 2022 – Departamento General de Irrigación

8.6.2. Caracterización de la oferta hidrológica del río Atuel[80]

El río Atuel al igual que el resto de los ríos de la provincia, presenta un régimen de escurrimiento simple, dado a sus características termonivales, basado en un pico de caudales que se registra en los meses de diciembre/enero y en una época de estiaje durante los meses de junio/julio.

El río Atuel posee diversas estaciones de aforo situadas aguas arriba del embalse el Nihuil, en la parte alta de la cuenca, como por ejemplo "Puente Sosneado" y "Cañada Ancha", sobre los ríos Atuel y Salado respectivamente, y aguas debajo de La Junta (confluencia del río Salado) "Loma Negra" y "La Angostura". Las cuencas con cierre en esas estaciones pueden verse en la ilustración 77.. También se observa que existe cierta complejidad en los aportes y eventualmente drenajes, en la zona próxima a El Nihuil.

La siguiente Tabla muestra un resumen de los derrames en la cuenca de aporte al embalse, en las distintas estaciones de aforo, y los obtenidos por diferencia de embalse en la presa El Nihuil, en el periodo 2000-2021.

Tabla 30 Balance de Subcuencas y entradas y salidas al embalse El Nihuil

Caudal y derrame medio	Cañada Ancha	Puente Sosneado	Loma Negra	La Angostura	Afluentes a El Nihuil
Caudal (m^3/s)	8,6	33,0	30,7	33,2	30,8
Derrame (hm^3)	271	1043	968	1049	972

Se pude observar que la suma de los derrames en Puente Sosneado y Cañada Ancha es muy superior (36%) al derrame en Loma Negra, estación ubicada aguas debajo de esta. La diferencia con La Angostura es del 25%. Esta diferencia se analizará algunas líneas más abajo.

Entre Loma Negra y La Angostura los derrames anuales se incrementan en 81 hm^3. Sobre esta base, se deduce que un 8% del derrame en La Angostura se produce por aportes, predominantemente pluviales, entre ambas estaciones. Por otra parte, entre La Angostura y el ingreso al embalse El Nihuil el derrame se reduce en 77 hm^3, un 7% respecto de los valores en La Angostura. Esta pérdida, en una longitud de solo 8 km, se debe tanto a infiltración, como a derivaciones laterales en esta zona de dirección de drenaje poco definida.

Cabe destacar que los ingresos a El Nihuil son muy similares a los valores registrados en Loma Negra.

En tal sentido la caracterización de la oferta ha sido realizada sobre de los aportes o ingresos a el embalse el Nihuil, calculados mediante un análisis de balance en el cual se tiene en consideración los volúmenes que son erogados y la variación de los volúmenes almacenados por la presa, en el cual se ha considerado una variación temporal comprendido entre (2000 – 2021).

8.6.2.1 Año abundante

El "año abundante" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento húmedo, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiente a los ciclos 2001 a 2003; 2005 a 2007.

La oferta para un año húmedo se encuentra caracterizada en la

Ilustración 77, con un módulo anual medio de 46,96 m³/s, un derrame anual medio de 1480,99 hm³.

8.6.2.2 Año normal

El "año normal" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento Normal, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiente a los ciclos 2003 a 2005; 2007 a 2010; 2012/13; 2015 a 2017.

La oferta para un año normal se encuentra caracterizada en la Ilustración 78, con un módulo anual medio de 28,33 m^3/s, un derrame anual medio de 893,33 hm^3.

[80] Balance Hídrico Río Diamante 2022 – Departamento General de Irrigación.

Ilustración 77. Hidrograma Año Húmedo del Río Atuel

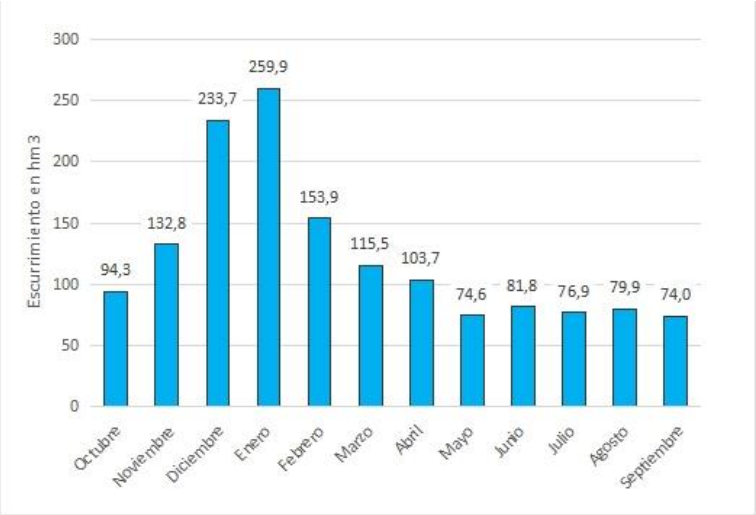
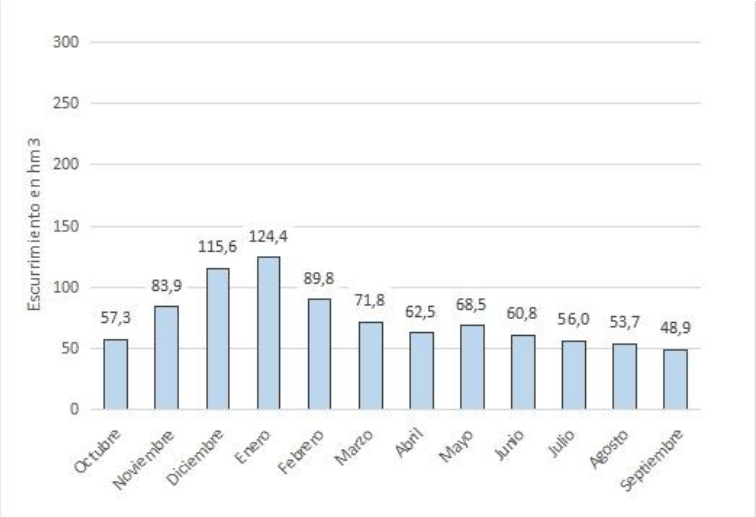


Ilustración 78. Hidrograma Año Normal del Río Atuel

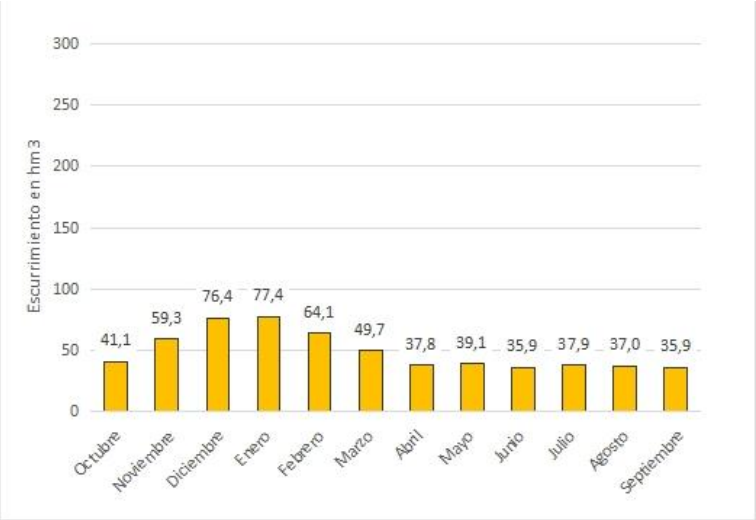


8.6.2.3 Año de sequía

El "año de sequía" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de año seco, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondientes a los ciclos 2010 a 2012; 2013 a 2015; 2017 a 2020.

La oferta para un año seco se encuentra caracterizada en la Ilustración 79, con un módulo anual medio de 18,76 m³/s, un derrame anual medio de 591,62 hm³.

Ilustración 79 Hidrograma Año de Sequía del Río Atuel



8.6.3. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación

Río Atuel posee una serie de presas, todas ellas situadas en el tramo medio del río, cuando este atraviesa la zona de serranía denominado como Cañón del Atuel, el cual tienen la característica topográfica de tener un descenso de 580 m en aproximadamente 45 km, lo cual resulta beneficioso para el aprovechamiento energético. A lo largo del mencionado cañon se construyeron los embalses El Nihuil, Aisol, Tierras Blancas, y el compensador Valle Grande, acompañados de las respectivas centrales hidroeléctricas Nihuil I, Nihuil II, Nihuil III y Nihuil IV.

La presa El Nihuil, es presa de hormigón de gravedad, y en la actualidad tiene una capacidad de almacenamiento 218,4 hm^3 a la cota 1251 m s.n.m., de los cuales 198,4 hm^3 son útiles. La presa tiene en su margen derecha un aliviador de crecidas. Y sobre margen izquierda, se encuentra la obra de toma que conduce los caudales hacia la central hidroeléctrica Nihuil I, la cual posee cuatro turbinas Francis de eje vertical con una potencia unitaria de 18,56 MW, para un salto de 158 m y un caudal de 11, 75 m^3/s.

La presa Aisol, también es del tipo de hormigón de gravedad y se encuentra inmediatamente aguas abajo de la restitución de la central Nihuil I. La cota de coronamiento de la presa es a los 1067,50 m s.n.m., genera un pequeño embalse de 0,71 hm^3 y deriva por margen derecha mediante una toma la central Nihuil II. Esta central posee características similares a la anterior, es de tipo exterior y posee seis turbinas Francis, con un caudal instalado de 78 m^3/s, cuya potencia unitaria de cuatro de ellas es de 21,28 MW y las dos restantes de 25,60 MW.

La presa Tierras Blancas, también de hormigón, posee un pequeño embalse de 0,89 hm^3 y sobre margen derecha se encuentra la obra de toma que conduce los caudales a la central Nihuil III. Esta central tiene dos turbinas Francis de eje vertical con una potencia unitaria de 26 MW. A la salida de la restitución de esta central comienza la presa compensadora Valle Grande.

La presa Valle Grande es de hormigón de contrafuerte tipo Noetzli Alcorta, y le sigue en dimensión a la presa El Nihuil. La cota de coronamiento es de 815,65 m s.n.m. Originalmente tenía una capacidad de regulación de 168 hm^3, con un volumen útil de 162,20 hm^3, pero la acumulación de material fino ha disminuido su volumen útil a 141,8 hm^3 según la última batimetría. Al pie de la presa se encuentra la central Nihuil 4 que se caracteriza por poseer una turbina tipo Kaplan con una potencia unitaria de 25 MW.

En el distrito de Las Malvinas del Departamento de San Rafael, a 50,4km de la presa Valle Grande donde se ubicaba la antigua toma del Canal Izuel, actualmente se emplaza el dique derivador del Canal Marginal del Atuel, habilitado en el año 2009. Respecto al diseño posee una parte móvil, configurado mediante cuatro compuertas con capacidad de evacuación ante un caudal aluvional máximo de 216 m^3/s (54 m^3/s por compuerta), y una parte de tipo fusible ubicado en la zona central de cauce principal del río Atuel sobre margen izquierda del dique derivador, con una capacidad total para evacuar una creciente de 1.376m^3/s.

Aguas abajo y sobre el límite departamental entre San Rafael y General Alvear se ubica el dique derivar Rincón del Indio, habilitado en septiembre de 1950 y en esa instancia cubrió una sentida necesidad de la zona, ya que la antigua forma de captación se hallaba expuesta a las crecientes del río. A partir de la habilitación del canal Marginal del Atuel, el dique solo se ha utilizado para derivar caudales mínimos que amortigüen las variaciones que se producen en la cabecera del canal Marginal del Atuel, principalmente en los años secos. El dique recibe los caudales de escurrimiento del cauce del río que afloran en la obra de cabecera del canal Marginal del Atuel y los del arroyo Aguaditas, en Villa Atuel.

8.6.4. Obras hidráulicas de conducción

El área de riego del río Atuel comprende una zona muy extensa de aproximadamente 1.200km², abarcando los departamentos de San Rafael, Alvear y Malargüe. Su red de conducción, por lo tanto, es muy extensa midiendo entre canales primarios y secundarios unos 545 km de longitud (212 y 333 km respectivamente), estando distribuida a lo largo de todo el recorrido del río, y siendo abastecidos en la mayoría de los casos mediante obras de tomas directas.

El total de extensión de la red de distribución del oasis productivo del Rio Atuel es de 2.445 km, contemplando entre red primeria, secundaria y terciaria, de la cual se encuentra impermeabilizada en la actualidad 136,3 km, es decir aproximadamente un 17 %.

La eficiencia de conducción alcanza el valor medio de 80 %, en correspondencia con los antecedentes y con los estudios realizados por el Departamento General de Irrigación y resulta de un promedio ponderado de las eficiencias de cada una de zonas de riego del oasis, efectuadas en el marco del Balance del río Atuel del 2016 y su actualización del año 2022.

Los canales La Junta, El Sosneado y Coihueco – concesión Bombal, son los únicos que se sitúan aguas arriba de la presa El Nihuil y de la estación de aforo La Agostura, en tanto que el resto de las obras de conducción se ubican aguas abajo del Sistema de Aprovechamiento Hidroeléctrico del río Atuel.

El canal La Junta, irriga el paraje denominado La Junta y se encuentra sobre la margen derecha del río Salado, situado inmediatamente después del cruce con el ferrocarril que une El Sosneado – Malargüe. En el año 2014 se construyó una obra nueva que posibilita la regulación de caudales con sección de aforo calibrada. El canal El Sosneado se abastece mediante una precaria toma directa ubicada sobre la margen izquierda del río Atuel, a 5.000 m aguas arriba del cruce de éste con la Ruta Nacional Nº 40. Y posee un recorrido de 7,5 km aproximadamente y dispone de una sección de aforo calibrada en su inicio. El Canal Coihueco posee una toma directa sobre margen derecha del río Atuel, aguas arriba del puente de la ruta 40. Al igual que el canal anterior posee una precaria infraestructura, con una obra de regulación de caudales ubicado a 1 km aguas abajo de la toma sobre el río. En la misma obra posee una sección de aforo calibrada.

El canal Boers y Kraft es la primera toma, después del Sistema de Aprovechamiento Hidroeléctrico del río Atuel, ubicada a 13 km aguas abajo del dique Valle Grande. El canal que provee la dotación es un cauce pequeño de 0,06 m³/s y tiene una longitud total de 2,5 km. A continuación, se ubica el Canal Matriz Arroyo, el cual se deriva en la zona aledaña a la Ruta Nacional Nº 173, 18,1km aguas abajo de la presa Valle Grande, en el paraje Rincón del Atuel (dentro del Camping Movimiento Familiar Cristiano).

El canal matriz Correa y el canal matriz Perrone nacen desde la misma obra de toma, situada en la zona denominada Rincón del Atuel, a 21,2 km de la presa Valle Grande, el canal Correa se deriva a margen izquierda he irriga el paraje de Calle Larga, en tanto que el canal Perrone lo hace sobre margen derecha del río, irrigando el distrito de Las Malvinas.

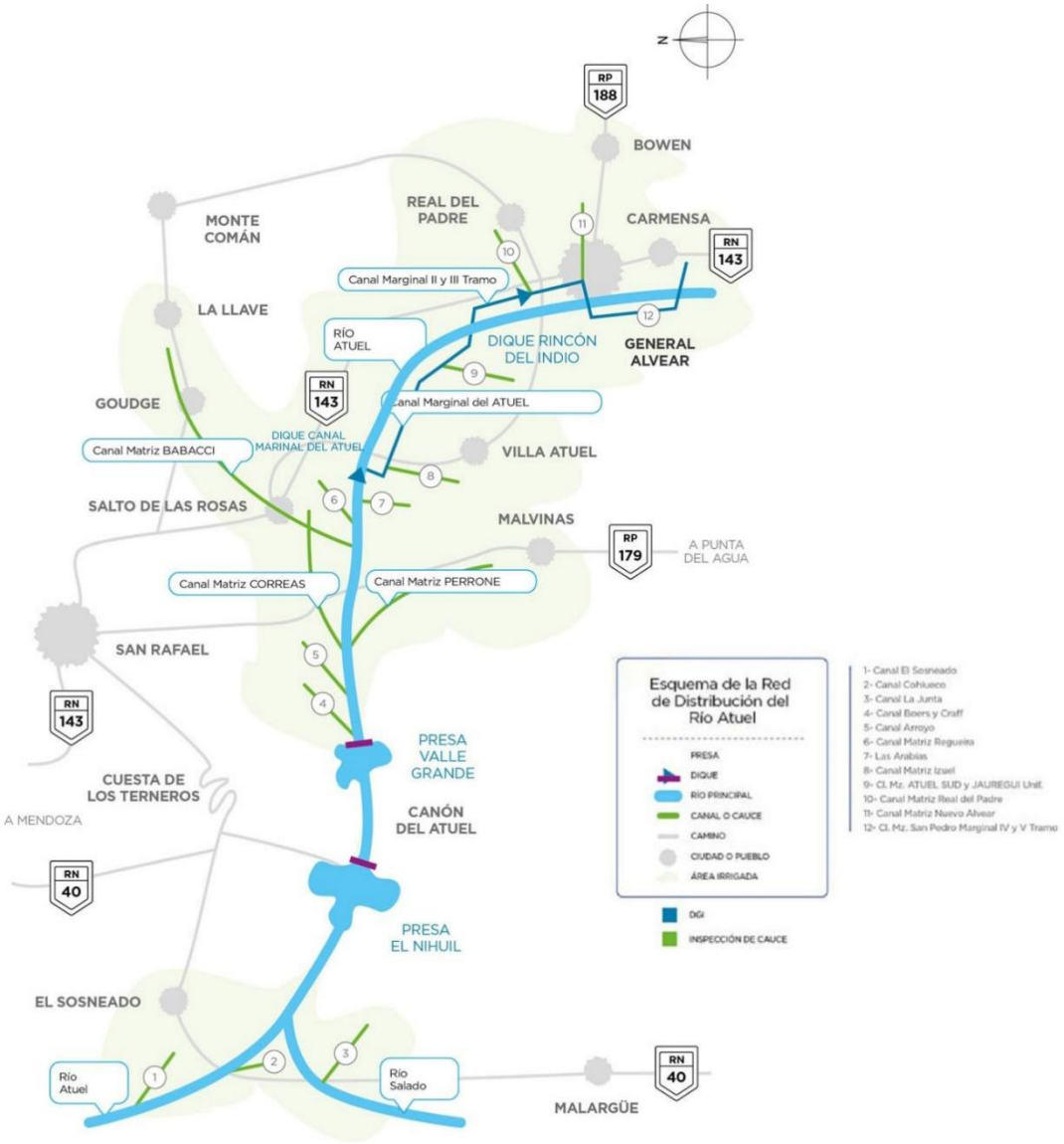
El canal matriz Babacci, y sus ramas derivadas, conducen el agua de riego desde el río Atuel hasta los parajes de colonias Elena Colomer, La Llave Norte, Sur, Gelman y La Llave Nueva, con un recorrido en sentido sudoeste – noreste de aproximadamente 25,8 km de longitud sin incluir ramas e hijuelas. Su toma se ubicada sobre la margen izquierda del río, 33 km aguas abajo de la presa de Valle Grande.

El canal matriz Regueira, se deriva directamente del cauce del río, mediante un azud construido en roca, situado a unos 37,5 km aguas abajo de la presa Valle Grande.

El canal concesión Las Arabias es un pequeño que riega una sola propiedad, con un desarrollo de aproximadamente de 2 km y capacidad de conducción menor de 0.12 m³/s, ubicado a la altura de paraje

denominado como Puente de Hierro o Amarillo, sobre la Ruta Provincial Nº 179 a 40 km aguas abajo de la presa Valle Grande.

Ilustración 80. Esquema de la red de distribución de agua de riego – río Atuel



Agua debajo de esta última toma, nace el canal Marginal del Atuel, el cual tiene por finalidad el transporte y la distribución del agua del resto de la infraestructura de riego, desde la antigua toma del canal Izuel (50,4km agua abajo del dique Valle Grande) hasta el canal San Pedro, situado al sur de la ciudad de General Alvear. El caudal máximo transportado por este canal es de 55 m^3/s en la obra de toma, siendo su desarrollo de tipo telescópico, ya que a medida que deriva agua, disminuye su sección y por ende su capacidad de conducción.

8.6.5. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales

La principal planta de tratamiento de efluentes cloacales ubicada en la cuenca del río Atuel, es la perteneciente a la ciudad de General Alvear, siendo provisto por la empresa AYSAM SAPEM. Ubicada en calle Presidente Illia 529 de la ciudad de General Alvear, en el cual se tratan diariamente 6.139m^3.

Tabla 31. Plantas Depuradoras Cloacales Cuenca río Atuel[81]

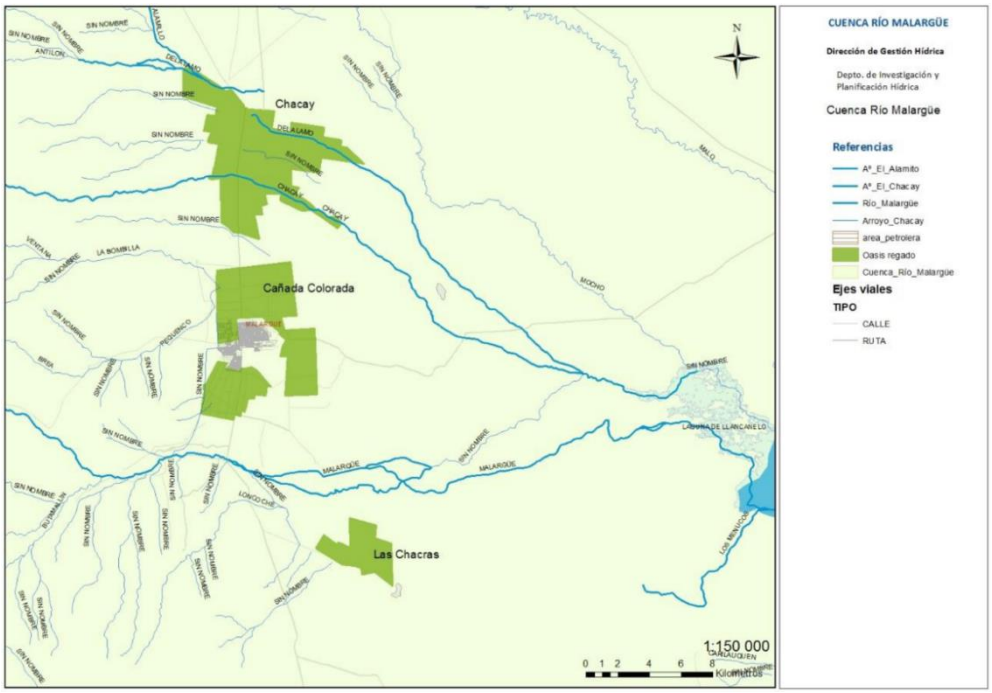
Planta	Operador	Tipo de Tratamiento	Población servida (hab.)	Vol. Diario tratado m3/día	Destino Final
General Alvear	AySAM	Primerio Lagunas	21.925	6.139	Reúso en propiedad privada
Bowen	COSPAC	Secundario Lagunas	4.950	1.386	Reúso interno
El Nihuil	Municipalidad San Rafael	Secundario Lagunas	103	30-200[82]	Reúso e infiltración
Cañón del Atuel	Sin operador	Secundario Lagunas	2.571	140-1300	Infiltración
Real del Padre	Cooperativa Rural	Primario Lagunas	2.062	577	Infiltración
Los Molles	Privado	Secundario – lodo activado		365	No está en operación
Valle de Las Leñas	Privado	Secundario – planta compacta		28	Reúso interno
			31.611	9.995	

8.7. Cuenca del río Malargüe

8.7.1. Descripción general de la hidrografía del río Malargüe

El río Malargüe es un curso de agua que recorre el sur de la provincia de Mendoza, Argentina. Se origina en el lago Malargüe sobre la cordillera de los Andes a una altura de 2500 msnm, recorre el departamento Malargüe y desemboca en la laguna de Llancanelo, siendo su principal afluente.

Ilustración 81 Red Hidrográfica del río Malargüe[83]



[81] Dirección de Gestión Ambiental de los Recursos Hídricos – Departamento General de Irrigación
[82] El Nihuil y Cañón del Atuel, tienen volúmenes dispersos, correspondientes a temporada baja y alta
[83] Informe Balance del Río Malargüe 2016 – Departamento General de Irrigación

La cuenca del río Malargüe constituye la única endorreica de la provincia y ocupa una superficie total de 11.146 km2. La misma comprende el departamento del mismo nombre y una pequeña parte del departamento de San Rafael. La longitud aproximada del río es de 73 km desde su nacimiento en el río Torrecillas hasta la Laguna de Llancanelo.

El río Malargüe nace al pie del cerro Cabecera del Colorado, con el nombre de Arroyo Colorado. 10 Km aguas abajo, a la altura del Puesto Navarro recibe el aporte de las aguas del Arroyo Torrecillas, adoptando a partir de este punto la denominación de río Malargüe. A lo largo de su recorrido el río recibe el aporte de numerosos arroyos, entre ellos, los arroyo Lagunitas y Agua Hedionda que lo hacen por margen derecha Aguas abajo y por la margen izquierda, recibe los aportes de los arroyos de los Terremotos y Negro. Por esta misma margen se produce la confluencia del Arroyo Pincheira o de las Minas con el río Malargüe. Este arroyo es uno de los tributarios más importantes que tiene el río. Después de esta confluencia, el río recibe los aportes de los arroyos Seco, El Suncho y Llano Grande.

Por margen derecha, aguas abajo la Ruta Nacional N° 40, y después de la última toma directa, el río Malargüe recibe los aportes del arroyo Loncoche, que es el último afluente importante del río. El caudal resultante después de las derivaciones recién expuestas, escurre aguas abajo con dirección sureste hasta llegar a la Laguna de Llancanelo.

El llamado Bajo de Llancanelo es producto del hundimiento por compensación cuando se elevaron los Andes. Se ubica aproximadamente a 1.280 msnm y ocupa una superficie de 370 km². A éste aportan sus aguas el río Malargüe y los arroyos Álamo, Mocho, El Chacay y Malo, además de las vertientes de aguas permanentes que forman los Pozos de Carapacho, los Menucos y el arroyo Carilauquén.

Además de los caudales del río Malargüe, la cuenca homónima cuenta con una serie de ríos y arroyos de menor jerarquía que participan de la oferta hídrica que alimenta la Laguna de Llancanelo. Estos arroyos son: Butamallín, Chacay, Álamo, Mocho y Malo.

8.7.2. Caracterización de la Oferta Hidrológica del Río Malargüe

Río Malargüe tiene un régimen simple, con un máximo de caudales en la temporada estival debido al origen termonival de los escurrimientos. La determinación de las ofertas se obtiene del estudio de los caudales de los años hidrológicos registrados en la Estación de Aforos La Barda (Latitud: 35°33'10.62"S; Longitud: 69°40'56.56"O), de acuerdo a los datos oficiales de la Secretaría de Infraestructura y Políticas Hídricas (SIyPH) de la Nación.

La determinación de las ofertas (normal y seca) se obtiene del estudio de los caudales de los años hidrológicos registrados para la serie de tiempo modelada (2000-2021).

8.7.2.1 Año abundante

El “año Húmedo” ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento húmedo, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiente a los ciclos 2000 a 2002 y 2004/5.

La oferta para un año abundante, se encuentra caracterizada en la Ilustración 82, con un módulo anual medio de 16,87 m³/s, un derrame anual medio de 531,9 hm³.

8.7.2.2 Año normal

El “año normal” ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de año normal, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiente a los ciclos 2003 a 2005; 2006 a 2009; 2011 a 2013 y 2015 a 2018.

La oferta para un año normal, se encuentra caracterizada en la Ilustración 83, con un módulo anual medio de 9,12 m³/s, un derrame anual medio de 287,5 hm³.

8.7.2.3 Año de sequía

El “año Seco” ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de año seco, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, correspondiente a los ciclos 010/11; 2013 a 2015 y 2017 a 2020.

La oferta para un año de sequía, se encuentra caracterizada en la Ilustración 84, con un módulo anual medio de 5,37 m³/s, un derrame anual medio de 169,4 hm³.

Ilustración 82. Hidrograma Año Abundante del Río Malargüe

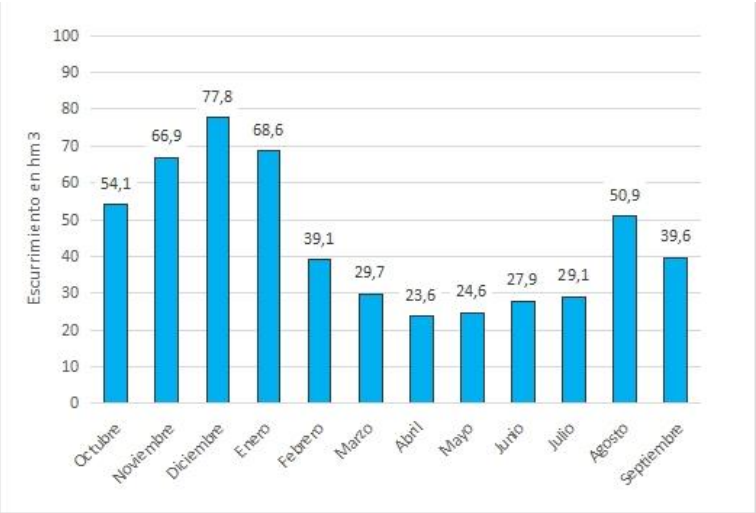


Ilustración 83. Hidrograma Año Normal del Río Malargüe

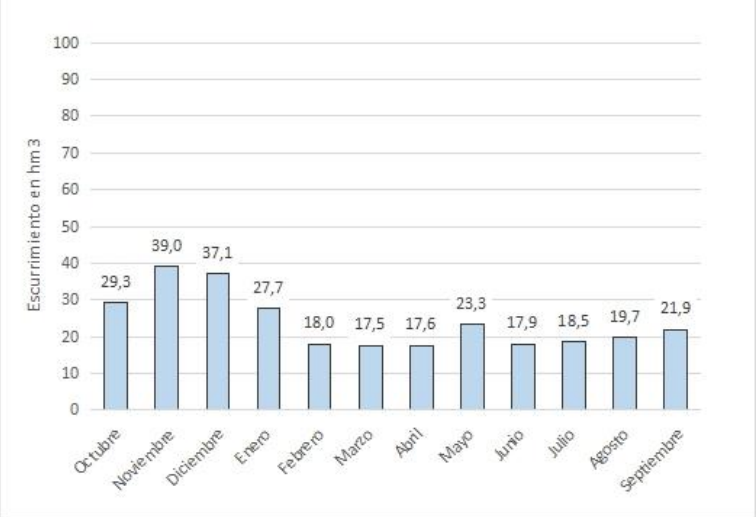
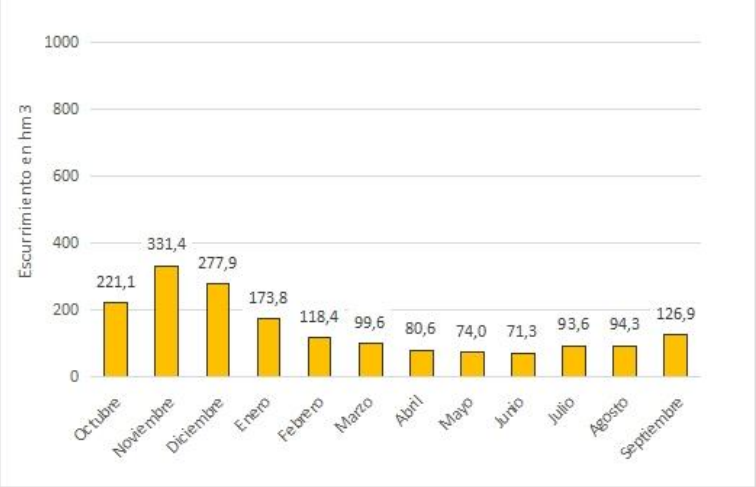


Ilustración 84. Hidrograma Año de Sequía del Río Malargüe



8.7.3. Caracterización de la oferta hidrológica del Arroyos[84]

El arroyo El Chacay, es el desagüe de la sierra de las Aguadas y de Alguarás; corre en sentido noroeste-sureste y parte al este hasta diseminarse en unos extensos bañados, quedando, no obstante, su curso, para unirse con los arroyos Álamo y Mocho antes de entrar a la laguna de Llancanelo.

Los arroyos Brea, Pequenco y Durazno son tres arroyos secos, que se juntan al norte de la población de Malargüe, a unos 3 km y se pierden en los bañados que quedan al sur del arroyo Chacay.

El arroyo del Álamo está formado por los arroyos de Mallín Largo, Manzanos y Antillón, que vienen desde los cerros del oeste (Nucos, Rodeo Viejo, Corrales y del Medio). Corre con ligera dirección sudeste y, al naciente de la estancia El Chacay, recibe por su izquierda al arroyo Alamillo, cuyo cauce corre paralelo al del Álamo, pero al norte. Se junta luego su cauce con el del arroyo Chacay ya descripto.

Sobre ambos arroyos no existe estructura de medición, no existiendo información en el Departamento General de Irrigación.

8.7.4. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación

El río Malargüe no dispone de infraestructura de regulación, la principal obra hidráulica la conforma el dique derivador Blas Brisoli, donde se deriva el canal Cañada Colorada que abastece el área agrícola central, y a la ciudad propiamente dicha. El dique se ubica 4,5 km al oeste de la ruta Nacional N°40 y unos 8 km al sur de la ciudad de Malargüe.

Agua abajo del dique Blas Brisoli, y siguiendo la traza del río Malargüe, nacen también dos tomas directas sobre el río: la primera sobre margen izquierda para el abastecer el área antiguamente explotada por industrias Grassi (actualmente fuera de servicio), y la segunda lo hace sobre margen derecha, y que abastece zona bajo riego denominada como Las Chacras. Posteriormente el río Malargüe sigue su curso, para desembocar en la Laguna Llancanelo.

8.7.5. Obras hidráulicas de conducción

La principal obra de conducción corresponde al canal Cañada Colorada el nace en el dique derivador Blas Brisoli y que dota a la principal zona irrigada, actuando como un canal de carácter primario, y del cual se desprender una serie de conducciones de segundo y tercer orden.

Otros subsistemas de menor magnitud lo formar las obras que dotan a las zonas irrigadas denominadas como Las Chacras y El Chacay o Estancia La Bandera. En el primer caso la misma se deriva de una toma directa ubicada en el cauce del río Malargüe 1,5km aguas abajo de la ruta Nacional N°40, en tanto que en segundo caso corresponde a derivaciones efectuadas en forma directa sobre los arroyos El Chacay y El Alamito.

El total de extensión de la red de distribución del oasis productivo del Rio Malargüe es de 101 km, contemplando entre red primeria, secundaria y terciaria, de la cual se encuentra impermeabilizada en la actualidad 13,06 km, es decir aproximadamente un 13 %.

La eficiencia de conducción alcanza el valor medio de 90 % y resulta de un promedio ponderado de las eficiencias de cada una de zonas de riego del oasis, en acuerdo con las mediciones y estimaciones efectuadas en el marco del Balance del río Diamante del 2016 y su actualización del año 2022.[85]

8.7.6. Plantas de tratamiento de efluentes cloacales

La ciudad de Malargüe es la única cabecera de Departamento que no dispone a la fecha, del servicio de recolección y tratamiento de efluentes domiciliarios, debiendo destacar que parte de la red se encuentra ejecutada y la planta en proceso de ejecución.

[84] Análisis de vulnerabilidad ambiental del acuífero de la laguna de Llancanelo, en el área del bloque de concesión Llancanelo – Chiodi Victoria.
[85] Informe del Balance Hídrico del río Malargüe 2016 – Departamento General de Irrigación

Ilustración 85. Esquema de la red de distribución de agua de riego – río Malargüe



8.8. Cuenca del Río Grande

8.8.1. Descripción general de la hidrografía del río Grande

El río Grande es un curso de agua localizado en el departamento Malargüe en el sur de la provincia de Mendoza, Argentina. El río Grande es el más caudaloso de todos los ríos de la provincia. Desde sus nacientes, corre con rumbo aproximado norte-sur, luego vuelca sus caudales hacia el sudeste. El río Grande se forma en la confluencia de los ríos Tordillo y Valenzuela, a la salida de la quebrada de La Estrechura, a la latitud del paso Potrerillos., desemboca en la confluencia con el río Barrancas formando así el río Colorado en el límite con la provincia del Neuquén.

Tiene una longitud total de 275 km y es el río más caudaloso de Mendoza, con un caudal de 107 m^3/s.

Aguas arriba del pueblo de Bardas Blancas, el río pasa por una estrecha garganta entre rocas volcánicas.

Este río dispone de una amplia cuenca de recolección que presenta 7.700 km, en la cuenca alta y 230 km de frente andino. Se verifican altas precipitaciones níveas. Sus cordones montañosos son los de menor elevación en la provincia, aunque comprenden los valles que más nieve acopian debido a los vientos húmedos provenientes del anticiclón del Pacífico.

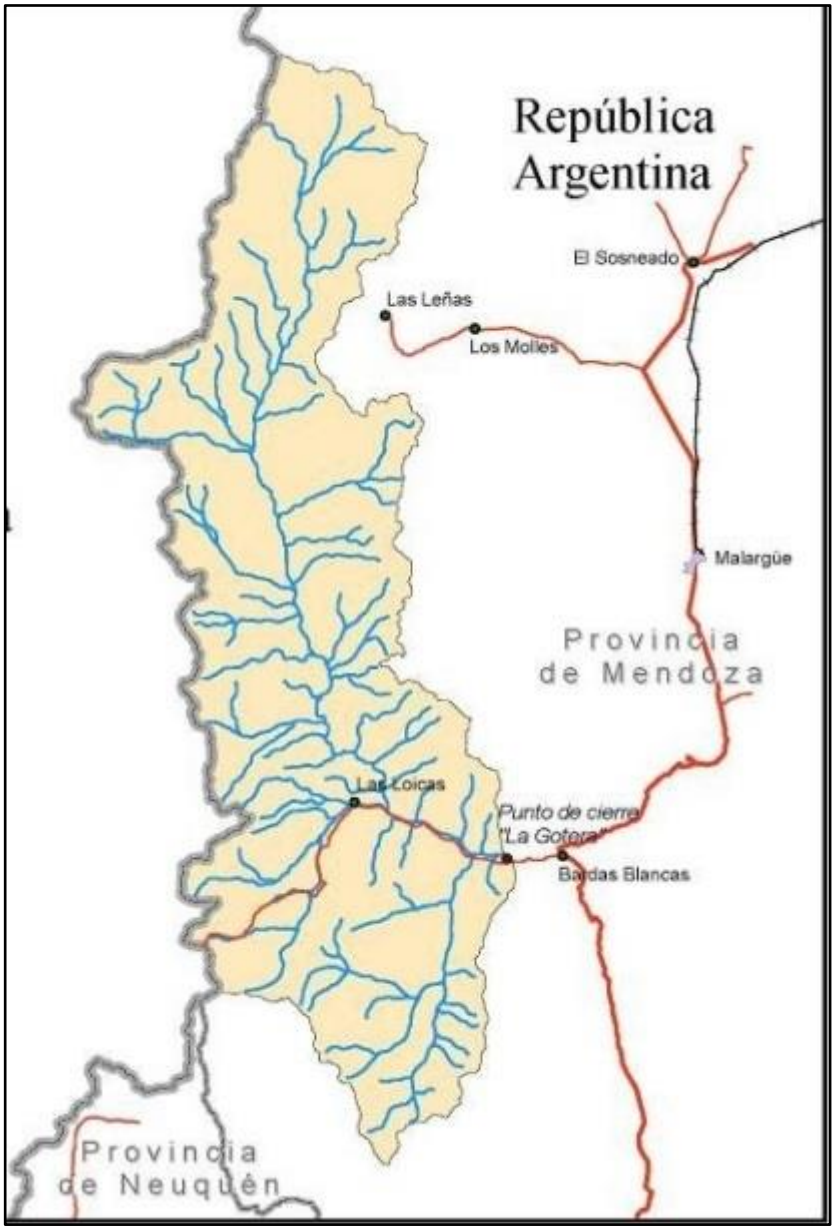
Limita al norte, con la divisoria de aguas del Atuel. Se extiende desde la cordillera principal, a unos 4700 m, hasta el cerro Risco Plateado (4999 m). El límite oeste, está constituido por las altas cumbres de la cordillera principal, aproximadamente desde el paso de Las Damas, hasta el paso del Guanaco, en un frente cordillerano de unos 130 km.

El límite este se extiende desde el Risco Plateado hasta la cuchilla de Los Entumidos y sigue compartiendo la divisoria con el Atuel, con elevaciones superiores a los 4000 m. Luego de la cuchilla, pasando por el

cerro Torrecillas (3771 m), cerro Lagunita (3588 m), hasta la cuchilla del Infiernillo, con altitudes superiores a los 3600 m.

Desde el cerro Marguira hasta el cerro Negro del Chacay-co (3006 m), la divisoria posee dirección este, y constituye el límite sur de la cuenca del río Malargüe. Del cerro Negro del Chacay-co, la divisoria adquiere rumbo norte sur hasta el punto de cierre sobre el puente, en Bardas Blancas. El límite sur, que separa aguas entre el Grande y el Barrancas, se extiende desde la cordillera principal, hasta el cordón de Mary, con el cerro de nombre homónimo (3626 m),

Ilustración 86. Red Hidrográfica del río Grande[86]



Sus principales afluentes son:

El río Tordillo está formado por los arroyos El Yesero, o del Quesero, o La Línea y del Perdido. El primero, drena las aguas provenientes del faldeo oriental de la cordillera principal; su afluente principal por margen derecha es el arroyo Las Choicas. El segundo, recibe los aportes provenientes del contrafuerte divisorio del Atuel; por margen izquierda, recibe dos importantes afluentes como son los arroyos Vega Florida y

[86] A*provechamiento integral del rio grande presa y central hidroeléctrica Portezuelo del Viento. Gobierno de la provincia de Mendoza - ministerio de Infraestructura, Vivienda y Transporte - subsecretaría de Obras Públicas*

del Burro. Ambos arroyos, el Perdido y La Línea, corren por valles estrechos, hasta su confluencia, a partir de la cual el valle alcanza mayor amplitud, y recibe por margen izquierda el arroyo del Portezuelo. Hacia aguas abajo, el río Tordillo alcanza Valle Hermoso, de origen glaciar, flanqueados por amplias terrazas fluvioglaciares. En este sitio, el Tordillo se encuentra aforado.

El río Cobre, drena las aguas que provienen de los glaciares Cordillera Principal; posee un frente andino de aproximadamente 20 km. Posee una marcada dirección noroeste-sureste y desemboca en el Tordillo en Valle Hermoso.

Antes de la finalización del Valle Hermoso, recibe dos afluentes por margen derecha: los ríos Santa Elena y de las Carga. Luego, penetra en un estrecho cañón, denominado Quebrada de La Estrechura. A la salida de la quebrada recibe los aportes del río Tiburcio, para confluir a escasa distancia de este, con el río Valenzuela.

El río Valenzuela es individualmente, el más importante de todos los afluentes del Grande. Drena las aguas de fusión, aportadas por el flanco oriental de las altas cumbres de la cordillera principal. Sus afluentes más importantes son los arroyos Los Baños y El Punilla. Este río se encuentra aforado.

Desde su origen, hasta la desembocadura del río Chico, el Grande recibe el aporte por margen derecha de importantes cauces que bajan directamente de la cordillera principal, tales como: los ríos Montañés y Montañesito, los arroyos El Yeso, El Seguro y Los Ángeles. Por Margen izquierda: los arroyos de la Pampa, Infiernillo, de la Totora, Calqueque, Yesero, de los Morros y Cari Lauquen.

El río Chico, posee una importante cuenca y drena las aguas provenientes del cerro Campanario y la zona de paso El Pehuenche. Los afluentes que se destacan son los arroyos: Pichí-Trolón, Callao, Overas, Cajón Grande, Cajón Chico, Guanaco, Pehuenche, Pomar, Laguna y Loicas, formando una profusa red de avenamiento. El río Chico se encuentra aforado. A partir de esta altura, el río Grande, define un nuevo rumbo sur-sureste.

En el tramo comprendido por la desembocadura del Chico y Bardas Blancas, el Grande recibe dos afluentes importantes por margen derecha como son el arroyo Leones y el Río Poti-Malal. Por margen izquierda, los más importantes son el arroyo Piedra Hernández y Chacay-co. El Poti-Malal, que se encuentra aforado recibe los aportes provenientes de las sierras de Mary, que constituye el divorcio de las aguas con la cuenca del río Barrancas.

8.8.2. Caracterización de la oferta hidrológica del Río Grande

El río Grande en estación de aforo La Gotera (35º52’ de latitud sur y 69º53’ de longitud oeste), próximo a la localidad de Bardas Blancas., posee sus caudales mensuales mayores, con la secuencia: diciembre, noviembre, enero y octubre, sus aportes provienen de la fusión nival y de la precipitación pluvial. La secuencia de ocurrencia de los caudales, lo clasifican como un río con régimen simple de alimentación sólida, nival de montaña, subespecie nival mitigado; pero, el caudal de octubre, distorsiona la categorización realizada debido a la influencia de las lluvias de primavera, que adelantan la curva de crecientes.

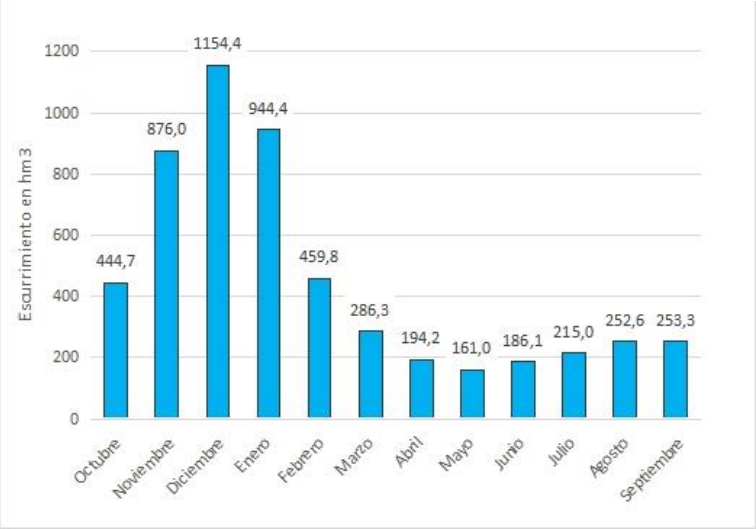
La determinación de las ofertas (abundante, normal y sequía) se obtiene del estudio de los caudales de los años hidrológicos registrados para la serie de tiempo modelada (2000-2021).

8.8.2.1 Año abundante

El “año Abundante” ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento húmedo, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas (salvo una interrupción entre 07/2013 al 06/2016), corresponden a los ciclos 2002/3, 2005 a 2007.

La oferta para un año abundante se encuentra caracterizada en la Ilustración 87, con un módulo anual medio de 172,11 m^3/s, un derrame anual medio de 5427,8 hm^3.

Ilustración 87 Hidrograma Año Húmedo del Río Grande

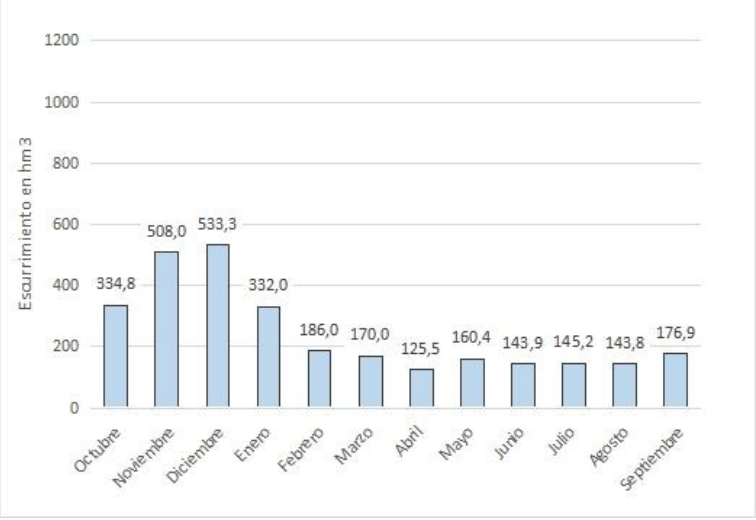


8.8.2.2 Año normal

El "año normal" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de año normal, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas (salvo una interrupción entre 07/2013 al 06/2016) y corresponden a los ciclos 2000 a 2002; 2003 a 2005; 2007 a 2010 y 2011/12.

La oferta para un año normal se encuentra caracterizada en la Ilustración 88, con un módulo anual medio de 93,85 m³/s, un derrame anual medio de 2959,7 hm³.

Ilustración 88. Hidrograma Año Normal del Río Grande



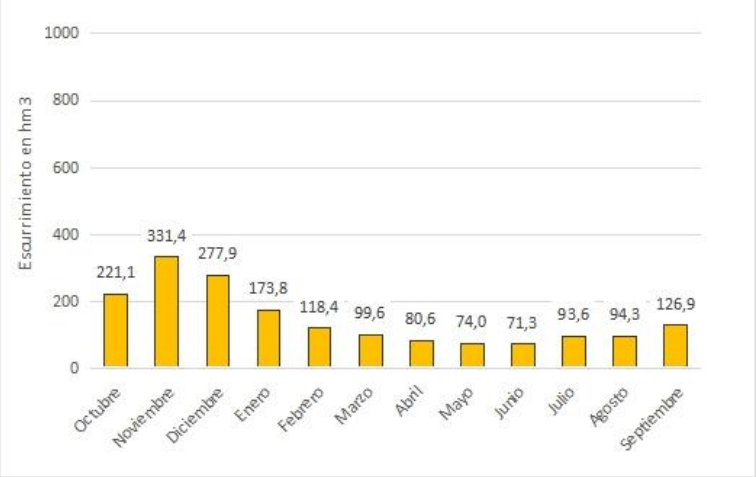
8.8.2.3 Año de sequía

El "año Seco" ha sido calculado como el promedio de los valores mensuales, de los años hidrológicos que tuvieron un comportamiento de año seco, en caudal y volumen anual, en las dos últimas décadas, (salvo una interrupción entre 07/2013 al 06/2016) y corresponde a los ciclos 2010/11; 2016 a 2021.

La oferta para un año de sequía se encuentra caracterizada en la

Ilustración 89, con un módulo anual medio de 55,90 m³/s, un derrame anual medio de 1762,7 hm³.

Ilustración 89. Hidrograma Año de Sequía del Río Grande



8.8.3. Obras hidráulicas de almacenamiento y derivación

El río Grande no dispone de infraestructura de regulación, sin embargo, existen importantes estudios para la realización del denominado proyecto: APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL RIO GRANDE PRESA Y CENTRAL HIDROELÉCTRICA PORTEZUELO DEL VIENTO

8.9. Observaciones: Agua superficial

- El DGI elabora un pronóstico de la oferta hídrica todos los años que sirve de base para la planificación anual. Esta metodología se base en la vasta experiencia que tiene el DGI administrando el recurso obteniendo resultados de muy buena calidad.
- Mediante la implementación del concepto de Cuenta de Agua se busca que todas las Inspecciones de Cauce de cada cuenca reciban la misma cantidad de agua. Con este concepto se busca obtener un criterio de equidad en la distribución hídrica entre los usuarios además de permitir flexibilizar la distribución primaria. Como la distribución del agua se hace en base a la oferta hídrica de cada año y la capacidad de regulación de los ríos es limitada, solo se puede realizar ajustes estacionales limitados de los volúmenes distribuidos.
- Los volúmenes de agua distribuidos para otros usos, como el Abastecimiento Poblacional o el Uso Público se hacen usando la misma red de riego (primaria y secundaria) interactuar las Subdelegaciones y las Inspecciones de Cauce. la superposición de usos en la misma red de distribución podría generar inconvenientes con respecto a la capacidad de conducción de los sistemas y con respecto a la temporalidad de las demandas.
- La Organización Meteorológica Mundial ha establecido pautas para la determinación del Índice de Caudal Estandarizado (SDI). El Departamento de Hidrología del DGI sigue estas directrices para calcular el Índice de Caudales Estándar (ICE) y ha aplicado específicamente estas pautas para su aplicación con los derrames anuales, dando como resultado el Índice de Derrame Estándar (IDE). El DGI cuenta con registros históricos muy extensos que permiten calcular estos índices de forma adecuada y obteniendo resultados consistentes. Se considera que este criterio es muy bueno para la clasificación y evaluación hidrológica de los ríos.
- La información presentada para la descripción de las cuencas, tanto la red de drenaje como los datos para la caracterización hidrológica son muy abundantes, por lo menos para los principales ríos de la provincia, donde se encuentran las principales obras de regulación y captación.

- La información hidrológica de cauces secundarios o tributarios a los principales no siempre cuenta con series de datos muy extensas o completas. Se sugiere analizar la forma de avanzar en el conocimiento de estos sistemas sobre todo si se realiza alguna captación sobre ellos o si su aporte a los cauces principales es de relevancia.
- Los registros de caudales en sistemas de desagües o drenajes no siempre cuentan con series de registros muy extensas, se sugiere analizar la forma de avanzar en el conocimiento de estos sistemas.
- Se recomienda profundizar los trabajos relacionados con el conocimiento de la eficiencia de conducción en todos los sistemas de distribución de agua, sobre todo teniendo en cuenta el bajo porcentaje de impermeabilización de la red. Esta información permitirá mejorar la distribución hídrica y la planificación de obras de impermeabilización.
- Sobre la Cuenca del Rio Mendoza:
    - El sistema de distribución de agua entre la presa Potrerillos y el Dique Cipolletti es complejo por la cantidad de usuarios de agua que se deben abastecer en ese tramo.
    - Se hace referencia a que según estudios previos a la construcción del embalse Potrerillos, la infiltración en el tramo hasta el Dique Cipolletti seria entre 10% y 15%. Es importante mejorar el conocimiento del porcentaje de la infiltración ya que influye directamente en la recarga de los acuíferos y es un dato fundamental para la planificación de la cuenca.
    - La ocurrencia de eventos aluvionales que escurren en este tramo del rio, así como también el funcionamiento del Canal Cacique Guaymallén como colector aluvional puede genera problemas para el abastecimiento de agua a alguno de los usos, en particular el abastecimiento a plantas potabilizadoras. Se sugiere analizar este tema de manera de mejorar la garantía del servicio.
    - Si bien no se presenta información en detalle se sugiere analizar alternativas para la utilización del caudal “sobrante” de la refrigeración de la Central Térmica.
    - La información disponible sobre la operación del embalse Potrerillos y del Dique Cipolletti es muy completa y permite analizar en detalle el funcionamiento del sistema.
- Sobre la Cuenca del Rio Tunuyán:
    - Se recomienda mejorar el conocimiento del “Sistema de Arroyos” del cual solo se cuenta con información general. Esto es importante ya que este sistema tiene aportes muy relevantes al Rio Tunuyán y abastece a una importante cantidad de hectáreas de riego. Además, es importante para conocer la relación entre el agua subterránea y el agua superficial en la cuenca.
    - La cuenca cuenta con una cantidad importante de sistemas de distribución y diques derivadores. Si bien es un sistema complejo en líneas generales se cuenta con buena información para conocer cómo funciona el sistema.
    - Solo aquellas hectáreas que riegan desde el Dique Valle de Uco forman parte de un sistema regulado. Las otras no cuentan con regulación, por lo tanto, la distribución del agua se hace en función de la oferta y no hay posibilidad de realizar un ajuste en función de las demandas de los cultivos. Esta situación debería analizarse para avaluar alternativas de optimización de los sistemas de distribución.
    - El sistema de distribución de agua en esta cuenca es muy complejo ya que está compuesto por varios sistemas independientes que confluyen en el Rio Tunuyán a la salida del sistema, antes del Dique Carrizal.
    - La capacidad de regulación por medio del embalse El Carrizal es reducida y no opera sobre la totalidad de las hectáreas de la cuenca. Esto condiciona la capacidad de gestionar el recurso hídrico sobre todo en años ricos.
- Sobre la Cuenca del Rio Diamante:
    - Si bien el sistema cuenta con 3 embalses, solo alcanza para regular el 30% del modulo del rio. Esto es una limitación para gestionar el recurso sobre todo en periodos ricos si se alcanza la capacidad máxima de almacenamiento.

- La información sobre la operación del sistema de embalses es completa y se explica adecuadamente la gestión de los embalses tanto para periodos ricos como para periodos secos.
- Esta cuenca cuenta con una red de desagües y drenajes muy importante. Algunos de estos sistemas desaguan al Rio Diamante o al Rio Atuel, otros recargan acuíferos que luego son utilizados para riego. Se recomienda mejorar el conocimiento de estos sistemas con respecto a los caudales que circulas por ellos. Esta información es muy relevante para comprender el funcionamiento de la cuenca y planificar el uso del recurso hídrico.

- Sobre la Cuenca del Rio Atuel:
  - Si bien esta cuenca cuenta con un sistema de presas y embalses, relevantes para la generación hidroeléctrica, su capacidad de regulación es poca comparada con el derrame del rio en año medio y sobre todo para periodos ricos.
  - Se recomienda avanzar en el conocimiento de los aportes que recibe el rio Atuel desde la zona de drenaje y desagüe del Rio Diamante. Esta información es relevante para entender el funcionamiento de los sistemas y para la planificación del uso del recurso.
- Sobre la Cuenca del Rio Malargüe:
  - Se recomienda establecer sistemas de medición de caudales sobre el sistema de arroyos. Esta información es fundamental para gestionar el recurso hídrico y sobre todo considerando que gran parte de las hectáreas de la cuenca se riegan desde estos cauces.
- Sobre la Cuenca del Rio Grande:
  - Se presenta una detallada descripción hidrológica sobre este rio.
  - Sobre este rio no hay en la Provincia de Mendoza infraestructura de regulación, se hace referencia a importantes estudios sobre el proyecto Aprovechamiento Integral del Rio Grande Presa y Central Hidroeléctrica Portezuelo del Viento.
  - Se recomienda avanzar en los estudios del potencial uso del agua de este rio por parte de la provincia de Mendoza.

9. CAPÍTULO NUEVE: DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

9.1. Metodología para el cálculo de la disponibilidad de aguas superficiales (ASD)

El agua superficial disponible (ASD) es el concepto de la cantidad neta de agua que es posible utilizar de un determinado depósito. ASD se define como la cantidad total de agua (Volumen de agua que entra = V_{in}) que entra en el depósito, menos todos los tipos de pérdidas (Volumen de pérdida de agua = $V_{perdidas}$). Estas pérdidas podrían ser evaporación, filtración hacia el agua subterránea o robo de agua.

El siguiente conjunto de ecuaciones explica el uso de ASD y cómo se calculó:

$$\text{Ec1: AD} = \sum_{t=1}^{n}(V_{in} - V_{perdidas})_t$$

La Ecuación 1 establece que el agua disponible en un determinado depósito es igual a todo el volumen que entra en el depósito menos todas las pérdidas de agua de ese depósito durante un período de tiempo definido. Este período se puede definir como una hora, día, mes, año, etc. El período que elija para calcular AD depende de la calidad de los datos que posea y de las proyecciones futuras que desee calcular.
Para un reservorio, el cambio en el volumen de agua durante un período de tiempo definido (ΔV) se define en la ecuación 2:

$$\text{Ec2: } \Delta V = \sum_{t=1}^{n}(V_{in} - V_{out})_t$$

En donde:
V_{in} = Toda el agua que entró en el embalse
V_{out} = toda el agua que se liberó del depósito, V_{out} se define en la ecuación 3:

$$\text{Ec3: } V_{out} = (V_{salida} + V_{perdidas})$$

En donde:
V_{salida} = Volumen de agua que se liberó/bombeó del depósito y se contó.
$V_{perdidas}$ = Volumen de agua que se perdió y no se contabilizó (evaporación, filtración, robo, etc.)
Combinando la Ecuación 2 y la Ecuación 3, se puede formar la Ecuación 4:

$$\text{Ec4: } \Delta V = \sum_{t=1}^{n}(V_{in} - (V_{salida} + V_{perdidas}))_t$$

$$\Delta V + \sum_{t=1}^{n}(V_{salida})_t = \sum_{t=1}^{n}(V_{in} - V_{perdidas})_t$$

Volviendo a la ecuación 1 obtenemos:

$$\text{AD} = \sum_{t=1}^{n}(V_{in} - V_{perdidas})_t = \Delta V + \sum_{t=1}^{n}(V_{salida})_t$$

Organizando la ecuación, obtenemos la ecuación 5:

$$\text{Ec5: AD} = \Delta V + \sum_{t=1}^{n}(V_{salida})_t$$

Por lo tanto, en la Ecuación 5, el AD del reservorio podría expresarse en función de parámetros operacionales bien medidos. Es el cambio en el volumen de agua (ΔV, calculado utilizando el nivel de agua del depósito) y las extracciones de agua del embalse (V_{salida}) durante un período definido.

Del mismo modo, es posible definir AD para el agua subterránea, donde las pérdidas podrían estar relacionadas con fugas y flujos laterales a otras regiones, cuando no existe otra información.

AD es un parámetro operacional que representa con precisión el estado hidrológico de una región. La gran ventaja de utilizar esta variable es la eliminación de la necesidad de calcular variables con altos grados de incertidumbre, como la evaporación y las filtraciones de los embalses.

9.2. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales (ASD)

General

La provincia de Mendoza se divide en 6 cuencas principales:

Mendoza, Diamante, Atuel, Malargüe, Tunuyán inferior y Tunuyán superior.

9.2.1. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Mendoza

En el río Mendoza hay 3 componentes principales, el dique Potrerillos, Dique Las Compuertas y Dique Cipolletti.

Figuras 92 y 93 presentan el esquema del sistema de abastecimiento del río Mendoza:

Ilustración 90. Esquema de abastecimiento de agua del río Mendoza.

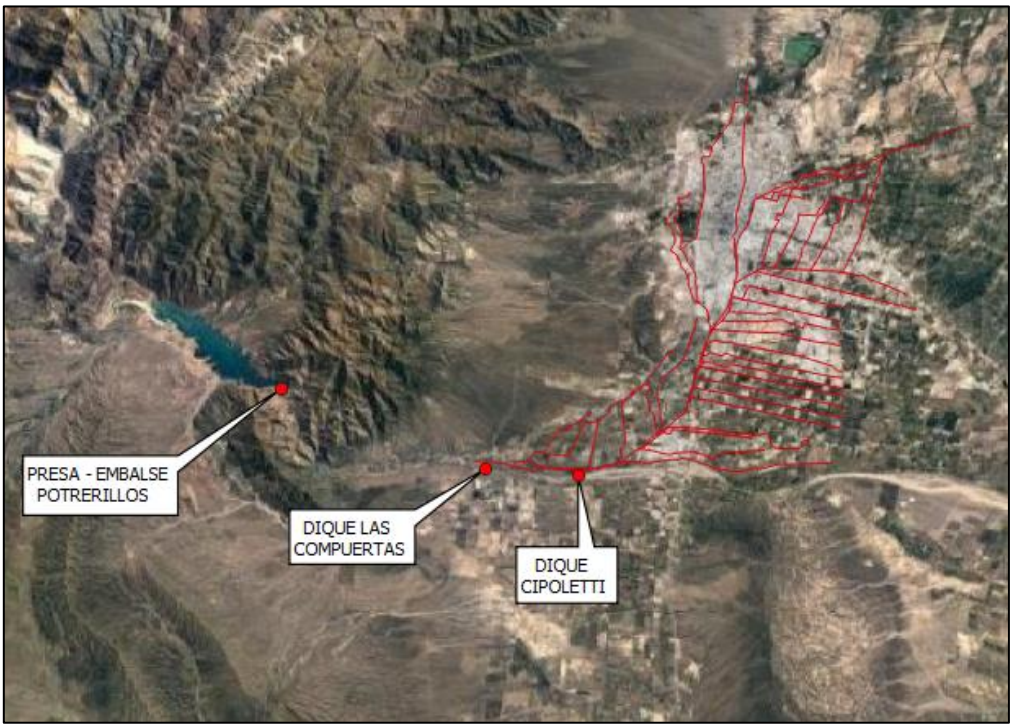
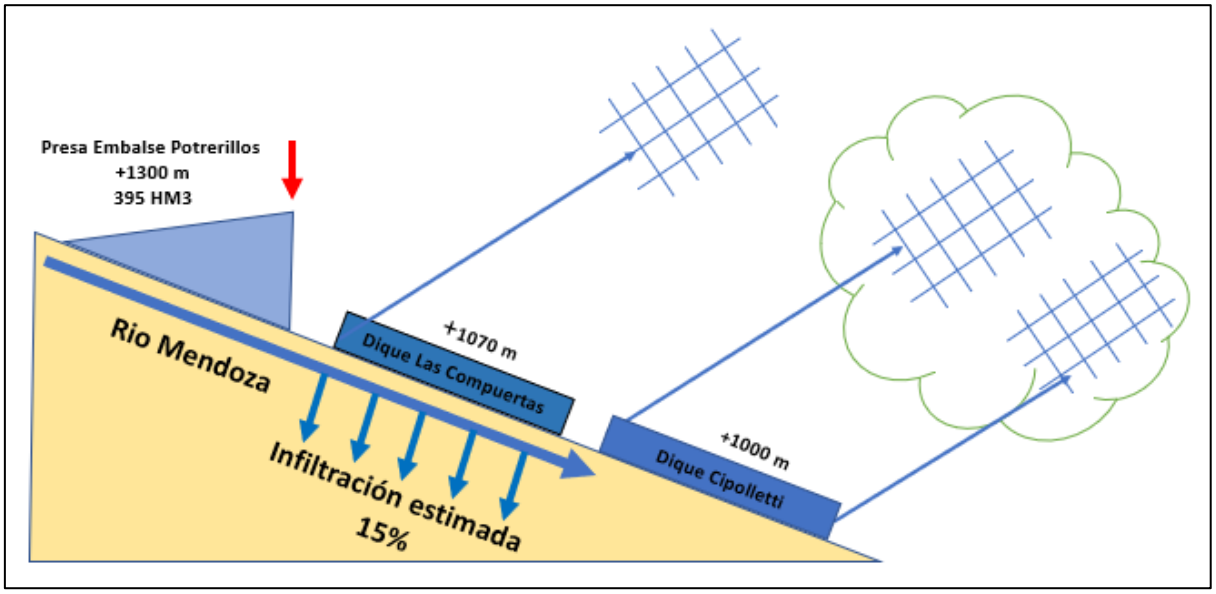


Ilustración 91. Perfil del sistema del Rio Mendoza



El dique Potrerillos es el primer componente en el esquema del río Mendoza, con un volumen operativo de 395 HM3. Ubicado a unos 20 km aguas abajo se encuentra el dique las Compuertas el cual no tiene capacidad de almacenamiento, la represa desvía el agua a YPF y a CTM (Central Térmica Mendoza).

Otros 6 km aguas abajo se ubica el dique Cipolletti, el cual tampoco tiene capacidad de almacenamiento y desvía agua hacia el canal principal que suministra el agua a los consumidores.

El agua disponible del esquema descrito debe calcularse en Potrerillos, teniendo en cuenta el 15% de pérdidas promedio por infiltración entre Potrerillos y Cipolletti. La presa Potrerillos está operando desde 2003, por lo que el cálculo del A.D. comienza en ese año.

Ilustración 92. A.D en Potrerillos

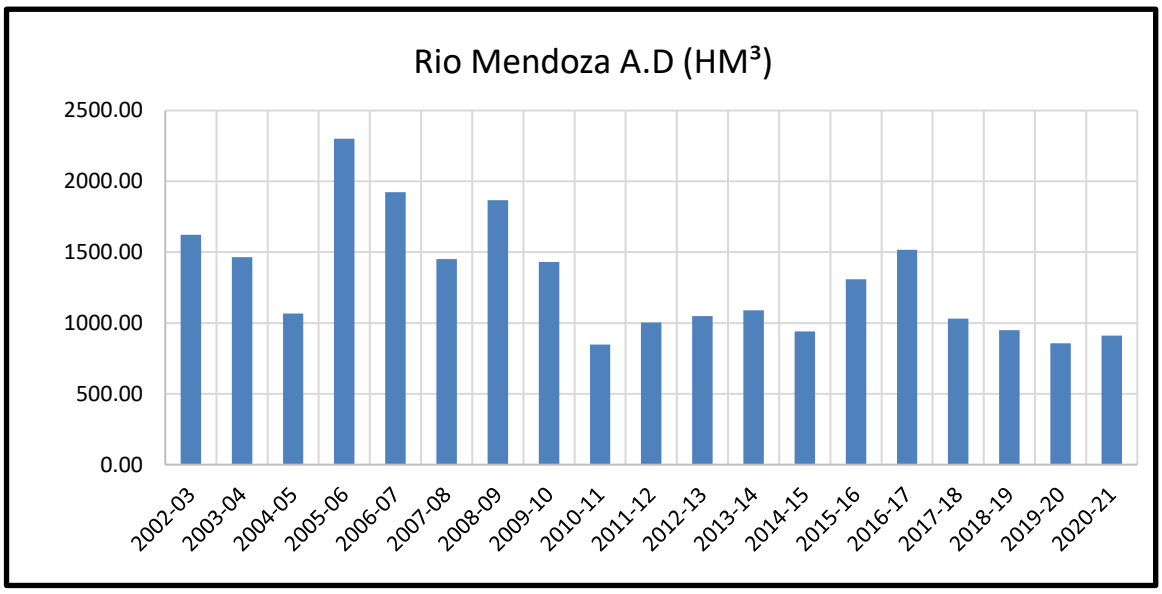


Tabla 32. A.D en Potrerillos

Año	Potrerillos DELTA V (HM³)	Potrerillos erogación (HM³)	A.D (HM³)
2002-03	178.07	1444.25	1622.32
2003-04	13.41	1450.62	1464.03
2004-05	3.45	1062.71	1066.16
2005-06	138.47	2161.72	2300.19
2006-07	18.25	1904.91	1923.16
2007-08	-2.93	1453.52	1450.59
2008-09	0.59	1866.92	1867.51
2009-10	20.31	1410.32	1430.63
2010-11	-44.28	892.83	848.55
2011-12	25.02	978.89	1003.91
2012-13	-37.52	1086.93	1049.41
2013-14	-5.05	1093.94	1088.89
2014-15	-32.18	972.35	940.18
2015-16	6.53	1302.25	1308.78
2016-17	34.64	1482.76	1517.40
2017-18	-50.61	1080.79	1030.18
2018-19	33.71	916.15	949.86
2019-20	-35.56	892.22	856.66
2020-21	20.09	889.99	910.08

9.2.2. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Diamante

En el río Diamante hay 3 componentes principales, Embalse Agua del Toro, Dique Los Reyunos y Presa El Tigre, las Figuras 95 y 96 presentan el esquema del sistema de abastecimiento del Río Diamante:

Ilustración 93. Esquema de abastecimiento de agua del río Diamante.

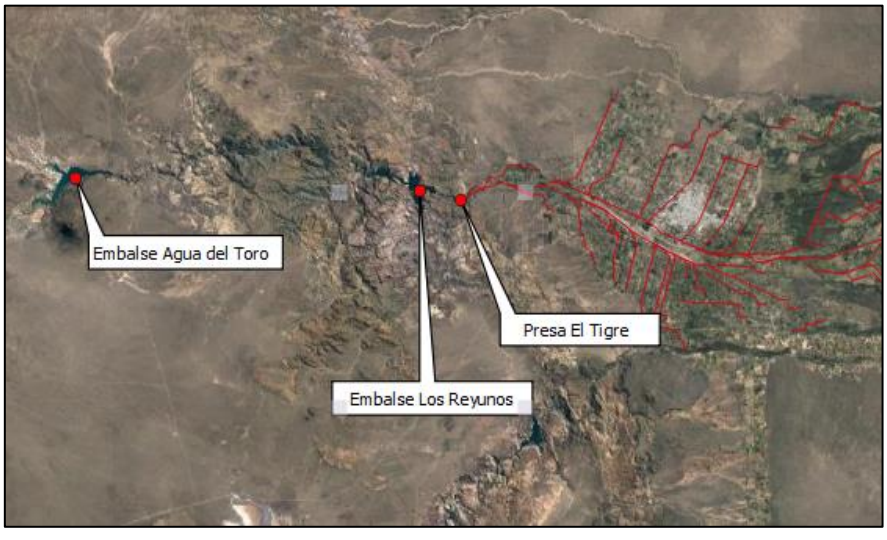
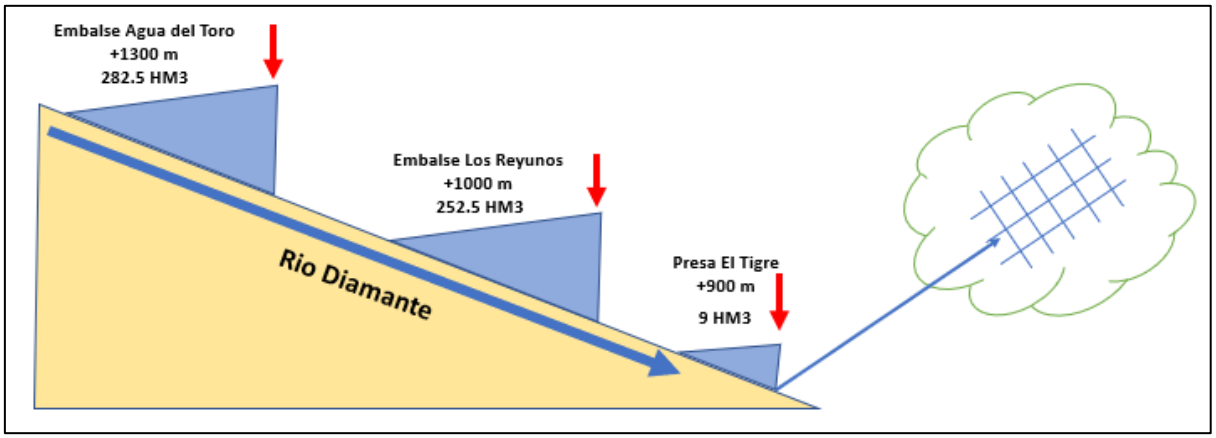


Ilustración 94. Perfil del sistema del Rio Diamante



La presa Agua del Toro es el primer componente en el esquema del río Diamante, con un volumen operativo de 282.5 HM3, a unos 43 km aguas abajo se ubica el Embalse los Reyunos con un volumen operativo de 252.5 HM3. Otros 2,7 km aguas abajo se encuentra la presa El Tigre, con volumen operativo de 9 HM3 la cual desvía el agua hacia el canal principal que suministra el agua a los consumidores.

El AD del río Diamante se calculó en la Presa El Tigre. Desde la misma no se deriva directamente agua hacía ningún uso, se hace aguas abajo desde el dique derivador Galileo Vitali las pérdidas entre estos dos puntos son insignificantes.

Ilustración 95. A.D en el Rio Diamante (Presa del Tigre)

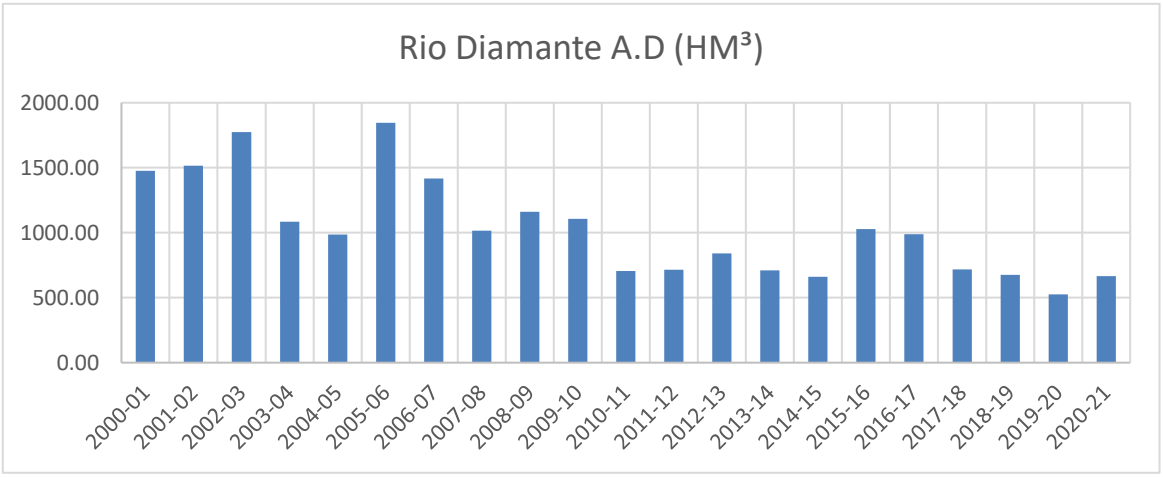


Tabla 33. A.D en el Rio Diamante

Año	Embalse Agua del Toro DELTA V (HM³)	Embalse Los Reyunos DELTA V (HM³)	Presa El Tigre DELTA V (HM³)	Presa El Tigre Erogación (HM³)	A.D (HM³)
2000-01	77.43	2.97	-0.20	1396.62	1476.82
2001-02	110.99	-118.50	-1.38	1524.91	1516.02
2002-03	-54.43	110.27	2.37	1715.36	1773.57
2003-04	26.03	-48.33	1.09	1106.80	1085.59
2004-05	-115.82	28.17	0.42	1072.01	984.79
2005-06	86.61	12.93	-0.19	1746.86	1846.21
2006-07	5.76	10.94	-2.62	1403.15	1417.22
2007-08	-99.65	-3.17	-0.27	1119.67	1016.58
2008-09	30.05	-11.01	1.56	1140.73	1161.34
2009-10	58.33	0.49	0.68	1046.22	1105.71
2010-11	-40.64	-7.65	-0.04	753.40	705.07
2011-12	-30.73	-14.08	-3.72	764.01	715.47
2012-13	64.19	0.99	2.02	772.50	839.70
2013-14	17.84	-6.76	-2.34	702.41	711.14
2014-15	-44.75	16.06	3.55	684.81	659.67
2015-16	27.09	12.20	0.71	987.10	1027.09
2016-17	39.38	-15.52	-1.83	967.44	989.47
2017-18	-58.20	-21.31	0.80	796.75	718.04
2018-19	-42.30	9.33	0.27	709.11	676.41
2019-20	-51.47	-21.66	0.80	598.21	525.88
2020-21	-22.69	41.42	-3.00	650.27	666.00

9.2.3. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Atuel

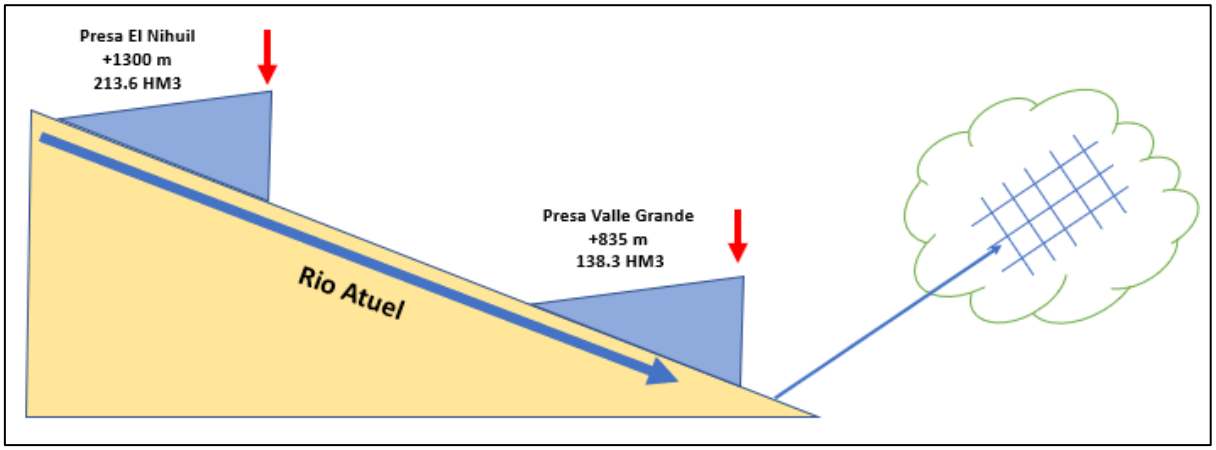
En el río Atuel hay 2 componentes principales, Presa El Nihuil y Presa Valle Grande.

Las Figuras 98 y 99 presentan el esquema de sistemas de abastecimiento del río Atuel:

Ilustración 96. Esquema de abastecimiento de agua del río Atuel.



Ilustración 97. Perfil del sistema del Rio Atuel



La Presa El Nihuil es el primer componente en el esquema del río Atuel, con un volumen operativo de 213.6 HM3. A unos 30 km aguas abajo se ubica la Presa Valle Grande con un volumen operativo de 138.3 HM3 la que desvía agua hacia el canal principal que suministra el agua a los consumidores.

Desde la presa Valle Grande no se deriva agua directamente hacia ningún uso, se hace desde un conjunto de estructuras de derivación ubicadas a lo largo del cauce del río Atuel aguas abajo de la Presa Valle. Debido a que en ese tramo, el río presenta pérdidas y ganancias que son difíciles de estimar, el A.D del río Atuel se calculó en la Presa Valle Grande.

Ilustración 100. A.D en Valle Grande

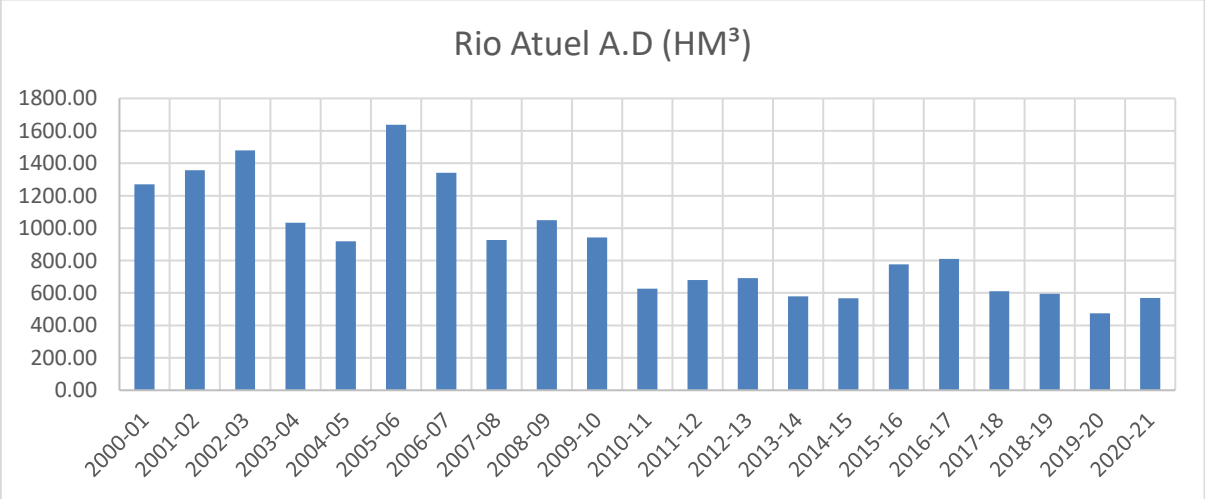


Tabla 34. A.D en Valle Grande

Año	Presa El Nihuil DELTA V (HM³)	Presa Valle Grande DELTA V (HM³)	Presa Valle Grande Erogación (HM³)	A.D (HM³)
2000-01	31.34	5.40	1232.73	1269.47
2001-02	57.34	-41.25	1341.75	1357.84
2002-03	-84.32	72.31	1491.84	1479.83
2003-04	103.72	-22.00	951.89	1033.61
2004-05	-137.66	25.20	1031.35	918.89
2005-06	140.45	-53.41	1550.44	1637.48
2006-07	-33.18	41.80	1333.38	1342.00

2007-08	-33.48	-15.26	976.16	927.42
2008-09	7.39	18.56	1022.75	1048.70
2009-10	44.34	-48.63	947.00	942.71
2010-11	-26.71	-40.39	693.81	626.71
2011-12	-5.95	15.10	671.65	680.80
2012-13	-48.61	32.26	707.92	691.57
2013-14	66.15	-25.40	538.22	578.97
2014-15	-1.58	-1.05	569.16	566.53
2015-16	34.42	-3.63	746.49	777.28
2016-17	-13.96	1.45	821.94	809.43
2017-18	-90.72	16.94	684.98	611.20
2018-19	30.79	-26.80	590.06	594.05
2019-20	-11.75	-12.12	498.01	474.14
2020-21	51.03	23.41	494.39	568.83

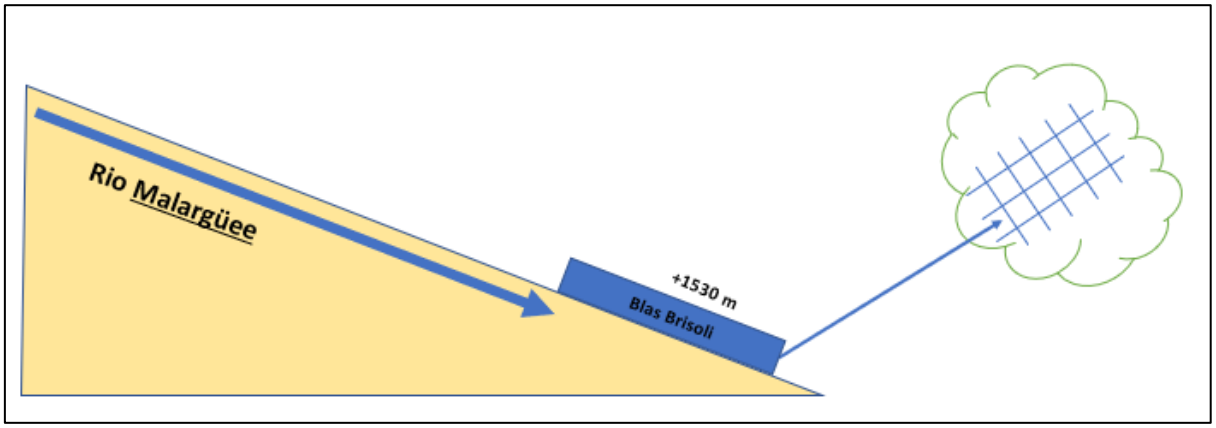
9.2.4. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Malargüe

En el río Malargüe se encuentra la presa "Blas Brisoli" que desvía agua hacia el canal principal.

Ilustración 101. Esquema de abastecimiento de agua del río Malargüe.



Ilustración 102. Perfil del sistema del Rio Malargüe



Dado que en el sistema de suministro de Malargüe solo hay una presa de desviación sin capacidad de almacenamiento, el agua disponible es el volumen que fluye en el río Medido en la estación "La Barda" 4 km aguas arriba dique Blas Brisoli, sin considerar las pérdidas del sistema entre esos 2 puntos.

Ilustración 103. Volumen anual de AD en el Rio Malargüe ("La Barda")

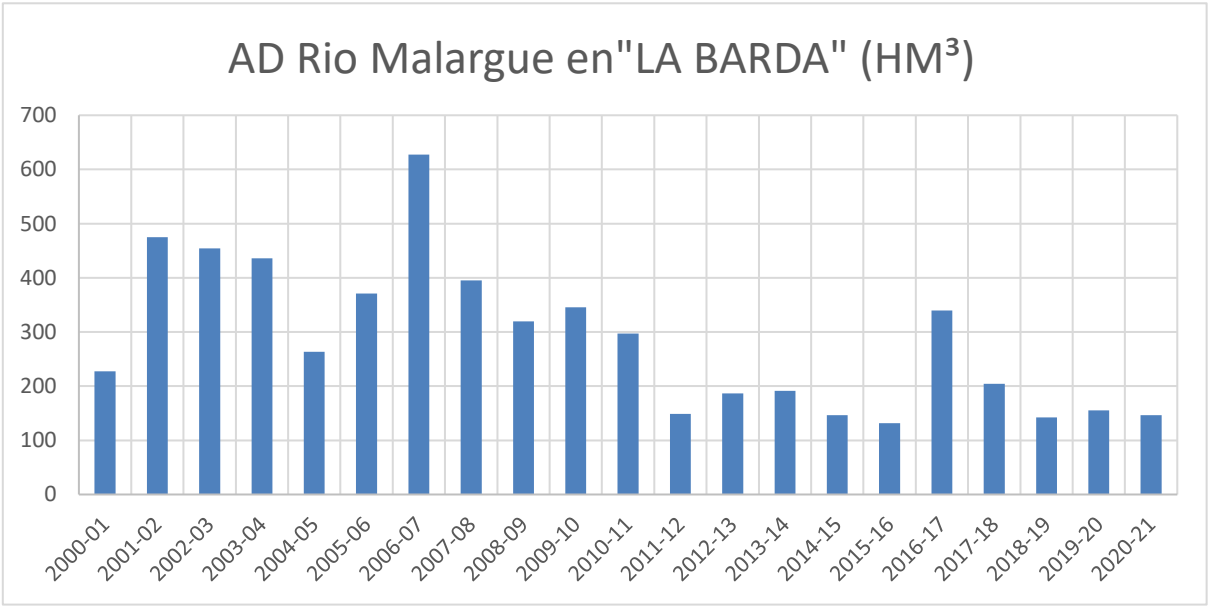


Tabla 38. A.D en el Rio Malargüe

Año	Rio Malargue A.D (HM³)
2000-01	227.423808
2001-02	475.119648
2002-03	454.287744
2003-04	435.8232
2004-05	263.16144
2005-06	370.862496
2006-07	627.480864
2007-08	395.352576
2008-09	319.556448
2009-10	345.687264
2010-11	297.135648
2011-12	148.588992
2012-13	186.859008
2013-14	191.543616
2014-15	146.146464
2015-16	131.838624
2016-17	339.548544
2017-18	204.425856
2018-19	142.26624
2019-20	155.283264
2020-21	146.511936

9.2.5. Cálculo de la Disponibilidad de Aguas Superficiales en el río Tunuyán Inferior & Superior

El río Tunuyán se divide en 2 unidades, Tunuyán Inferior y Superior. Las figuras 104 y 105 presentan el esquema de los sistemas de abastecimiento del río Tunuyán:

Ilustración 104. Esquema de abastecimiento de agua del río Tunuyán.

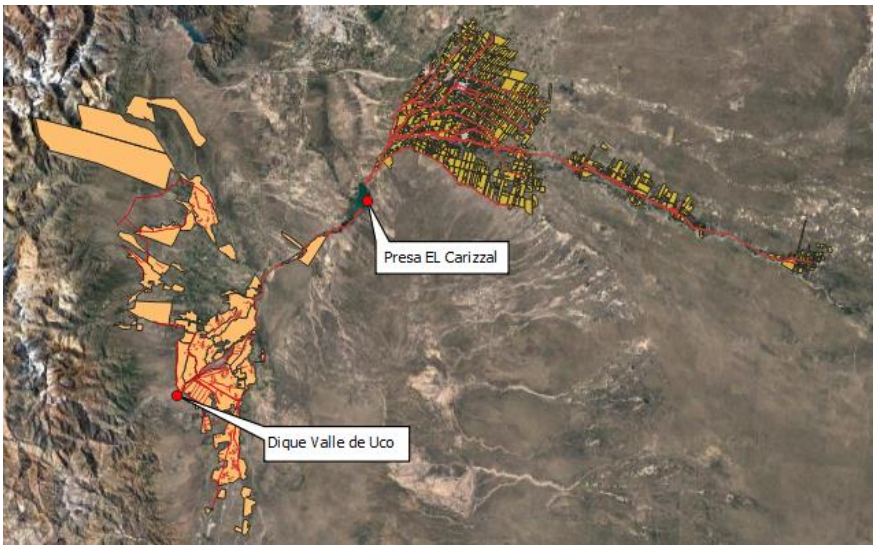
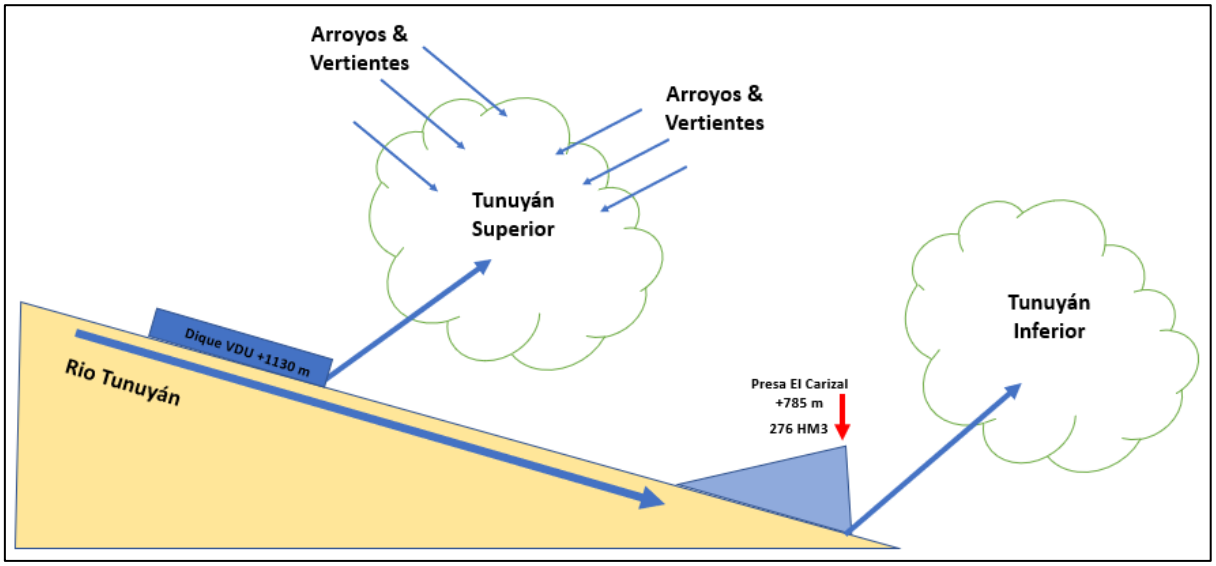


Ilustración 105. Perfil de sistema del Río Tunuyán



El Tunuyán superior recibe agua superficial del río Tunuyán y de arroyos y vertientes que ingresan en la región, ya que no hay capacidad de almacenamiento en esta área, el AD es la demanda real de agua superficial, esta demanda fue extraída del modelo WEAP, más el AD del Tunuyán inferior.

Tunuyán inferior recibe agua superficial de la presa El Carrizal con capacidad de almacenamiento de 276 HM³, por lo tanto, se calcula A.D en la presa.

Ilustración 106. A.D en Rio Tunuyán

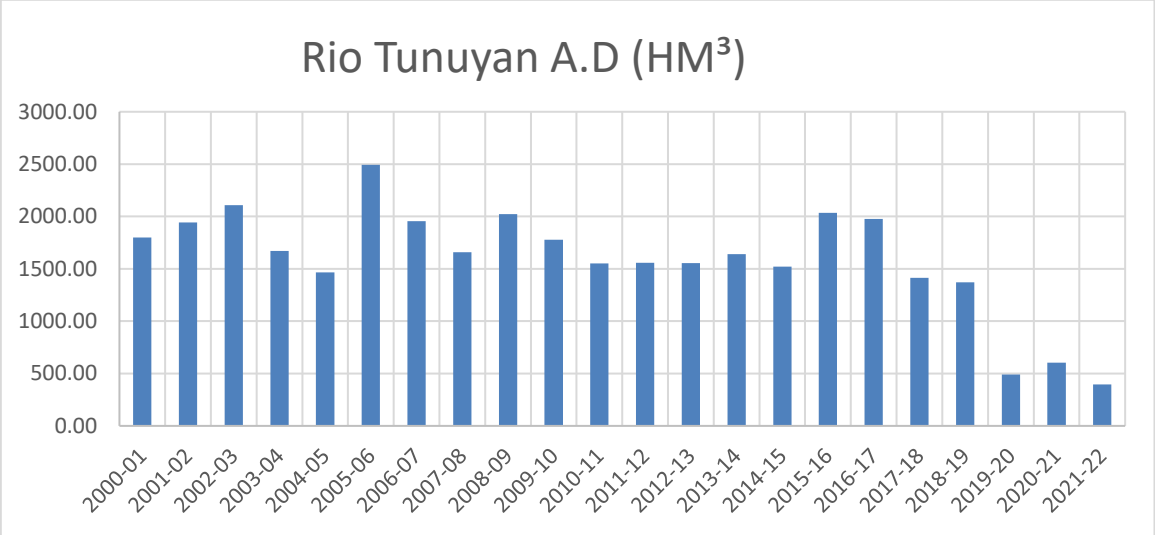


Tabla 39. A.D en Rio Tunuyán

Año	Presa EL Carrizal DELTA V (HM³)	Presa EL Carrizal erogación (HM³)	Tunuyán Superior Demanda Superficial = A.D (HM³)	A.D (HM³)
2000-01	-6.36	1241.97	562.72	1798.33
2001-02	17.47	1338.83	587.02	1943.32
2002-03	5.93	1371.03	730.43	2107.39
2003-04	13.98	907.66	750.77	1672.41
2004-05	17.18	814.02	635.38	1466.58
2005-06	-52.69	1687.04	859.13	2493.48
2006-07	5.92	1295.18	655.26	1956.36
2007-08	-23.97	1011.54	670.90	1658.47
2008-09	4.23	1205.40	811.78	2021.41
2009-10	2.96	942.05	834.18	1779.19
2010-11	1.38	604.20	946.53	1552.11
2011-12	5.39	658.43	892.99	1556.81
2012-13	-12.86	742.33	826.05	1555.52
2013-14	-6.74	835.70	809.91	1638.87
2014-15	-25.21	686.40	858.74	1519.93
2015-16	40.62	1186.30	806.91	2033.84
2016-17	-9.96	1004.24	981.48	1975.75
2017-18	-16.1	696.45	735.17	1415.52
2018-19	-26.33	668.89	728.78	1371.34

9.2.6. Disponibilidad de Aguas Rio Grande

Según el "Programa Único de Habilitación de Áreas de Riego y

Distribución de Caudales del Río Colorado", acordado en el COIRCO, a la provincia de Mendoza le corresponden un caudal medio anual de 34 m3/s de las aguas del Rio Grande.

A la fecha la provincia no ha ejecutado infraestructura alguna que le permita hacer uso de esas aguas, más allá de contar con numerosos estúdios y proyectos para ello.

Para volúmenes anuales ver capítulo 8 punto 8.8.2

Tabla 40. Agua Superficial Disponible en Mendoza

Año	Rio Mendoza A.D (HM³)	Rio Atuel A.D (HM³)	Rio Diamante A.D (HM³)	Rio Malargue A.D (HM³)	Tunuyán A.D (HM³)	Total, A.D (HM³)
2000-01		1,269	1,477	227	2,974	5,947
2001-02		1,358	1,516	475	3,349	6,698
2002-03	1,622	1,480	1,774	454	3,708	9,038
2003-04	1,464	1,034	1,086	436	2,555	6,574
2004-05	1,066	919	985	263	2,167	5,400
2005-06	2,300	1,637	1,846	371	3,855	10,009
2006-07	1,923	1,342	1,417	627	3,387	8,697
2007-08	1,451	927	1,017	395	2,339	6,129

2008-09	1,868	1,049	1,161	320	2,530	6,927
2009-10	1,431	943	1,106	346	2,394	6,219
2010-11	849	627	705	297	1,629	4,106
2011-12	1,004	681	715	149	1,545	4,094
2012-13	1,049	692	840	187	1,718	4,486
2013-14	1,089	579	711	192	1,482	4,052
2014-15	940	567	660	146	1,372	3,685
2015-16	1,309	777	1,027	132	1,936	5,181
2016-17	1,517	809	989	340	2,138	5,794
2017-18	1,030	611	718	204	1,534	4,098
2018-19	950	594	676	142	1,413	3,775
2019-20	857	474	526	155	No disponible	2,012
2020-21	910	569	666	147	No disponible	2,291

A continuación, se presentan el promedio, la mediana y la desviación estándar para cada presa y para todas en conjunto.

Tabla 41. Agua Disponible Annual en la Provincia de Mendoza: promedio, mediana y desviación estándar (HM3)

	Mendoza	Atuel	Diamante	Malargüe	Tunuyán	TOTAL
Promedio	1,296,2	901,8	1,029,4	285,9	2.317,0	5.486,3
Mediana	1088,9	809,4	989,5	263,2	2.166,8	5.399,8
Desviación Estándar	401,0	333,5	373,1	134,3	784,6	2.032,4
Capacidad de almacenamiento (CdA)	395	352	544	0	276	1.567
Promedio/CdA	3,3	2,6	1,9	--	8,4	3,5

La mediana y el promedio son muy similares. Eso es posible ya que la influencia de un año hidrológico al siguiente es muy pequeña. Cada año es independiente del resto.

La capacidad de almacenamiento en todos los sistemas es mucho menor que el volumen de ASD. En el Río Mendoza el ASD promedio (1.296,2 HM3), es 3,3 veces mayor que la capacidad de almacenamiento del sistema (395 HM3). En la Tabla 42 puede verse esta relación entre el volumen de ASD y la capacidad de almacenamiento del sistema para todos los sistemas. Al ser el ASD muy superior al volumen de almacenamiento disponible, la operación interanual se encuentra muy condicionada, siendo la capacidad de regulación del sistema, casi imposible.

9.3. Índice estandarizado para Agua Superficial Disponible (IE ASD)

Muchos índices de sequía fueron desarrollados y utilizados a lo largo de los años por meteorólogos y climatólogos de todo el mundo. El entendimiento de que un déficit de precipitación afecta los recursos hídricos como GW, el almacenamiento de embalses, la humedad del suelo, las corrientes perennes y el flujo de la corriente de manera diferente condujo al desarrollo del Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) en 1993 (McKee, Doesken and Kleist).

El índice de precipitación estandarizado es un índice ampliamente utilizado para caracterizar la sequía meteorológica en una variedad de escalas de tiempo. En escalas de tiempo cortas, el IPE está estrechamente relacionado con la humedad del suelo, mientras que, en escalas de tiempo más largas, el IPE puede estar relacionado con el agua subterránea y el almacenamiento de reservorios. Los valores IPE pueden interpretarse como el número de desviaciones estándar por las cuales la anomalía observada se desvía de la media a largo plazo. El IPE cuantifica la precipitación observada como una desviación estandarizada de una función de distribución de probabilidad seleccionada que modela los datos de precipitación sin procesar. Para la comunidad operativa, el IPE ha sido reconocido como el índice estándar

que debería estar disponible en todo el mundo para cuantificar y reportar sequías meteorológicas. IPE es más eficaz en el análisis de períodos / ciclos secos que se presentan gráficamente de color rojo (moderadamente seco a extremadamente seco). Es un índice potente y flexible, pero fácil de calibrar ya que la precipitación es la única entrada variable requerida. La Tabla 43 presenta la interpretación del índice IPE.

Tabla 42. Valores estandarizados de la escala del índice de precipitación

VALOR	INTERPRETACION
IPE > 2.0	Extremadamente húmedo
1.5 < IPE < 2.0	Muy húmedo
1.0 < IPE < 1.5	Moderadamente húmedo
-1.0 < IPE < 1.0	Normal
-1.5 < IPE < -1.0	Moderadamente seco
-2.0 < IPE < -1.5	Severamente seco
IPE < -2.0	Extremadamente seco

Es posible utilizar este índice con los valores de Agua Superficial Disponible (IE ASD) en lugar de la precipitación para intentar caracterizar la situación hidrológica. Esto es posible en Mendoza ya que la mayoría del agua proviene de deshielo y, además, no hay consumidores que, fuera de los considerados en el cálculo del ASD, afecten al mismo.

Ilustración 107. Agua Superficial Disponible Total Anual en la Provincia Mendoza. Indice Estandarizado.

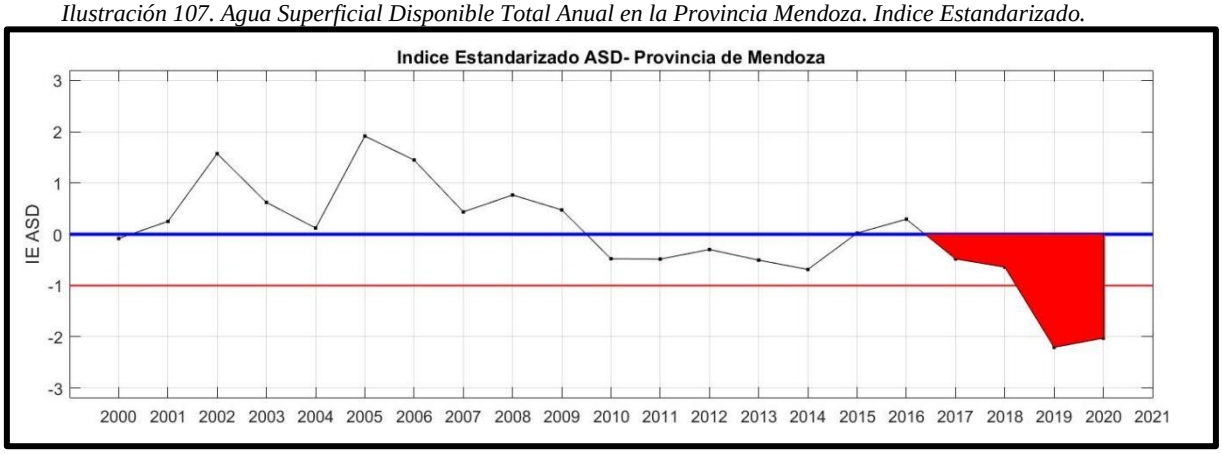
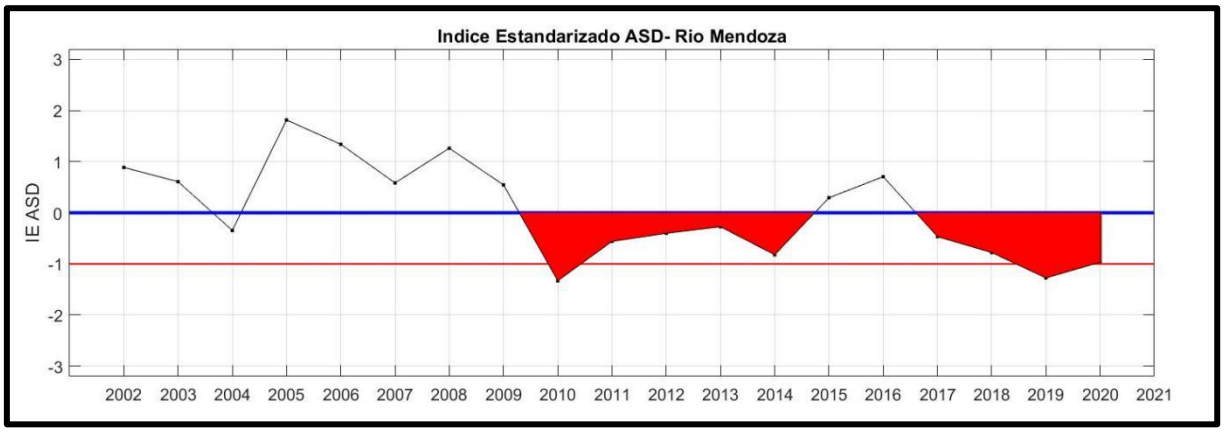
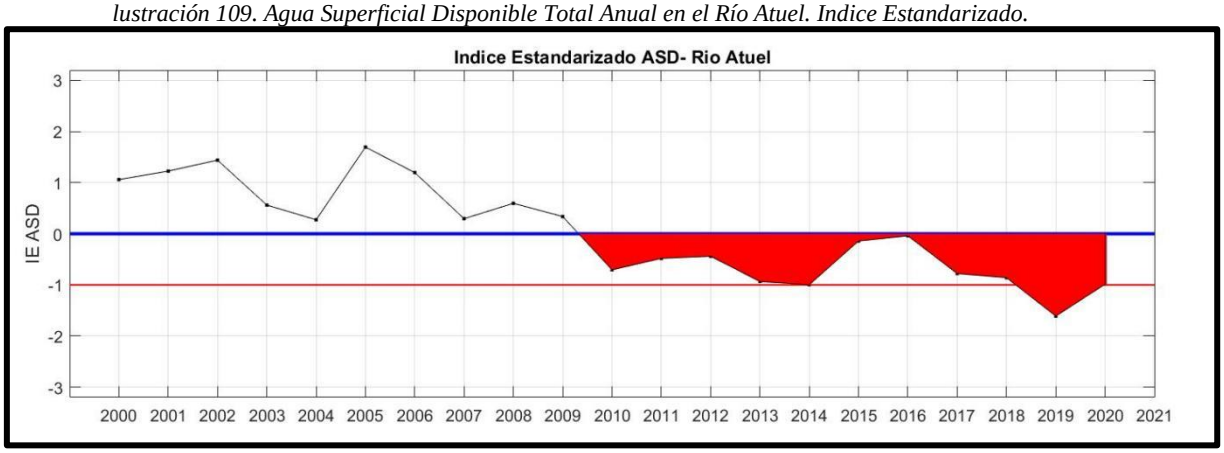


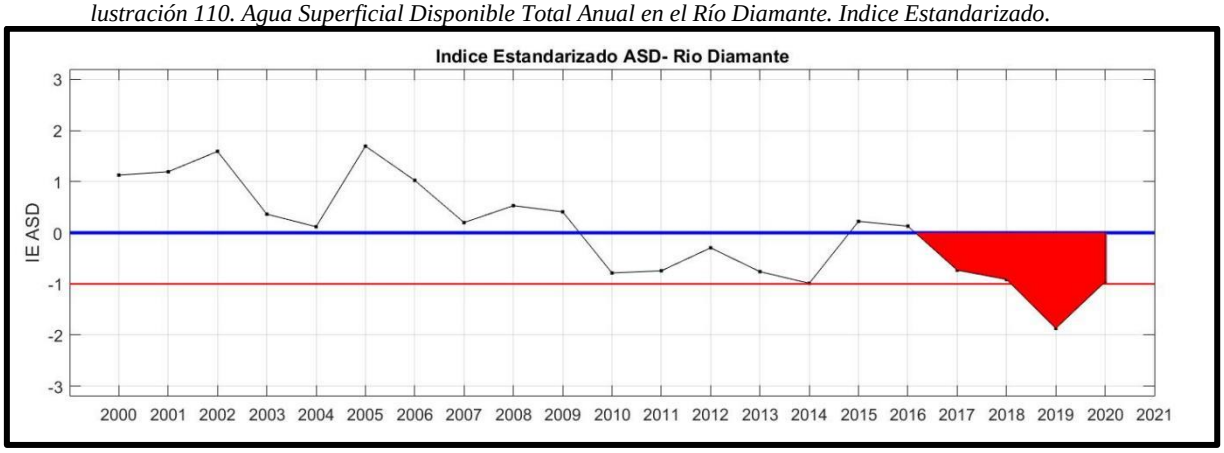
Ilustración 108. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Mendoza. Indice Estandarizado.



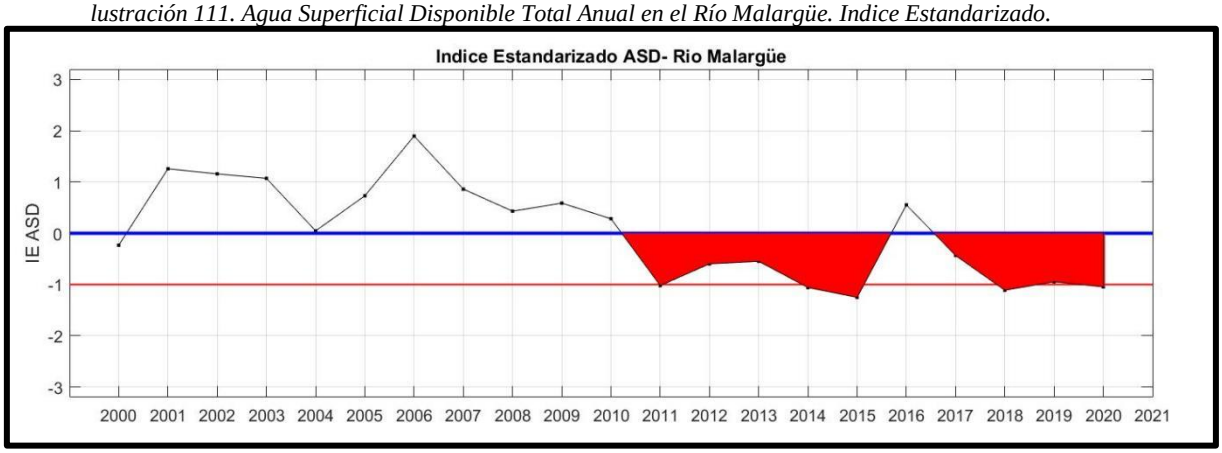
lustración 109. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Atuel. Indice Estandarizado.



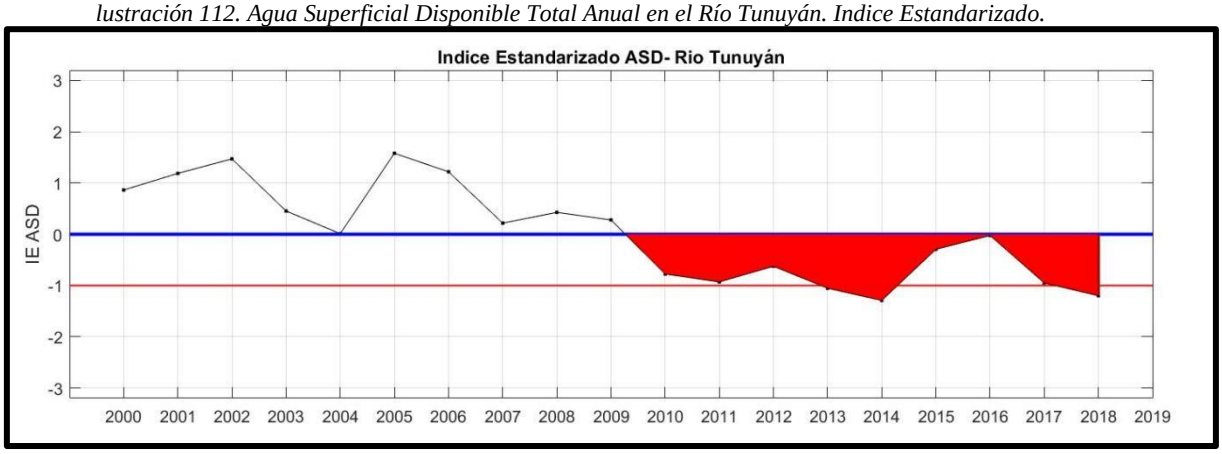
lustración 110. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Diamante. Indice Estandarizado.



lustración 111. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Malargüe. Indice Estandarizado.



lustración 112. Agua Superficial Disponible Total Anual en el Río Tunuyán. Indice Estandarizado.



En la Figuras 107 a 112, se puede ver que desde el año 2010, hay dos períodos de sequía de intensidad variable en cada una de las cuencas. El primero comienza en el año hidrológico 2010/11 y se extiende hasta 2014/15, incluyendo años moderadamente secos (-1>IE>-1.5). El segundo período comienza en el año hidrológico 2017/18 y se extiende hasta la actualidad, 2021/22. Para el AD en toda la Provincia de Mendoza, los dos últimos años este período son severamente secos (-1.5>IE>-2).

10. CAPÍTULO DIEZ. AGUAS SUBTERRANEAS

10.1 Modelo de gestión

La gestión de aguas subterráneas en la provincia de Mendoza se rige por la Ley 4.035, la Ley 4.036, el decreto reglamentario 1839/74 y la Resolución Nº 563/75 del H.T.A. El objetivo de esta normativa es proteger un recurso público finito y proponer medios de control adecuados para ese fin. Los pozos que se construyen para la extracción de aguas subterráneas están sujetos al poder de policía del Departamento General de Irrigación y al control administrativo de sus autoridades dispuesto por Resolución Nº751/17 del H.T.A.

Cualquier interesado que desee hacer uso de las aguas subterráneas para usos especiales, como el abastecimiento poblacional, la agricultura, la ganadería, la industria, etc., debe obtener un permiso de perforación antes de comenzar las obras que requieren la extracción del recurso. Dicho permiso, es otorgado por Superintendencia del Departamento General de Irrigación. Si no se cumple con los requisitos exigidos por la legislación vigente, será de aplicación el Artículo N° 21, de la Resolución N° 334/21 del H.T.A.

La gestión de aguas subterráneas por parte del Departamento General de Irrigación incluye la asignación y autorización de permisos de perforación, el control de obras, el monitoreo de acuíferos, el control del uso del agua y el proceso de caducidad o extinción de los derechos y permisos.

10.1.1. Asignación/autorización de permisos de perforación para el aprovechamiento de las aguas subterráneas:

La obtención de un permiso de perforación puede ser tramitada bajo dos modalidades: el permiso de solicitud de nuevos permisos de perforación y el permiso de perforación en sustitución de uno registrado. El primero se utiliza para obtener un permiso para una propiedad que no posee otra perforación o para reforzar la dotación en la propiedad debido a la demanda de los cultivos existentes. El segundo se utiliza para autorizar la sustitución de perforaciones registradas cuando se haya afectado la cantidad y/o calidad del recurso. Este trámite se lleva a cabo en todo el territorio de la provincia, pero se vuelve un requisito fundamental en las zonas declaradas de restricción.

10.1.1.1. Zonas de restricción

En cuanto a las zonas de restricción para la perforación de pozos en la provincia, se informa que actualmente existen tres áreas donde se han restringido los permisos para la construcción de nuevas perforaciones cuyas solicitudes no respondan a las siguientes situaciones: a) solicitudes de permisos cuyos destinos sean el abastecimiento poblacional; b) solicitudes presentadas por Inspecciones de Cauce con objeto de aumentar la dotación superficial deficiente; y c) trámites de permisos para la sustitución de una perforación registrada deteriorada en sus condiciones de extracción cuantitativa y/o cualitativa. La facultad de declarar zonas de restricción de construcción de nuevas perforaciones se hace según lo establecido en la Resolución 673/9} del H.T.A.

Las zonas de restricción vigentes para la provincia de Mendoza son:

Valle de Uco: Esta área ha sido declarada como zona de restricción para la construcción de nuevas perforaciones en la cuenca hidrológica del Río Tunuyán en su tramo superior, por un período de 5 años, según la Resolución N° 722/11 de la Superintendencia. La restricción se basa en informes del Instituto Nacional del Agua sobre el acuífero, que indican una disminución de los niveles de agua y una variación de almacenamiento negativa. La restricción ha sido prorrogada por varias resoluciones de la Superintendencia.

Margen Derecha Río Mendoza-Subcuenca El Carrizal: Mediante la Resolución N° 107/98 y sus prórrogas, se ha declarado como área de restricción para la construcción de nuevas perforaciones en la margen derecha del Río Mendoza. Al igual que en el caso anterior, la restricción se debe a la disminución de los niveles de agua observados en el acuífero. El objetivo de la restricción es mantener, conservar y preservar las aguas subterráneas.

Zona Este - Montecaseros: Esta zona ha sido declarada como zona de restricción por la Resolución N° 875/95 y ha sido prorrogada varias veces por la Superintendencia. A diferencia de los casos anteriores, la restricción en esta zona se debe a la afectación cualitativa de los acuíferos, que ha resultado en un

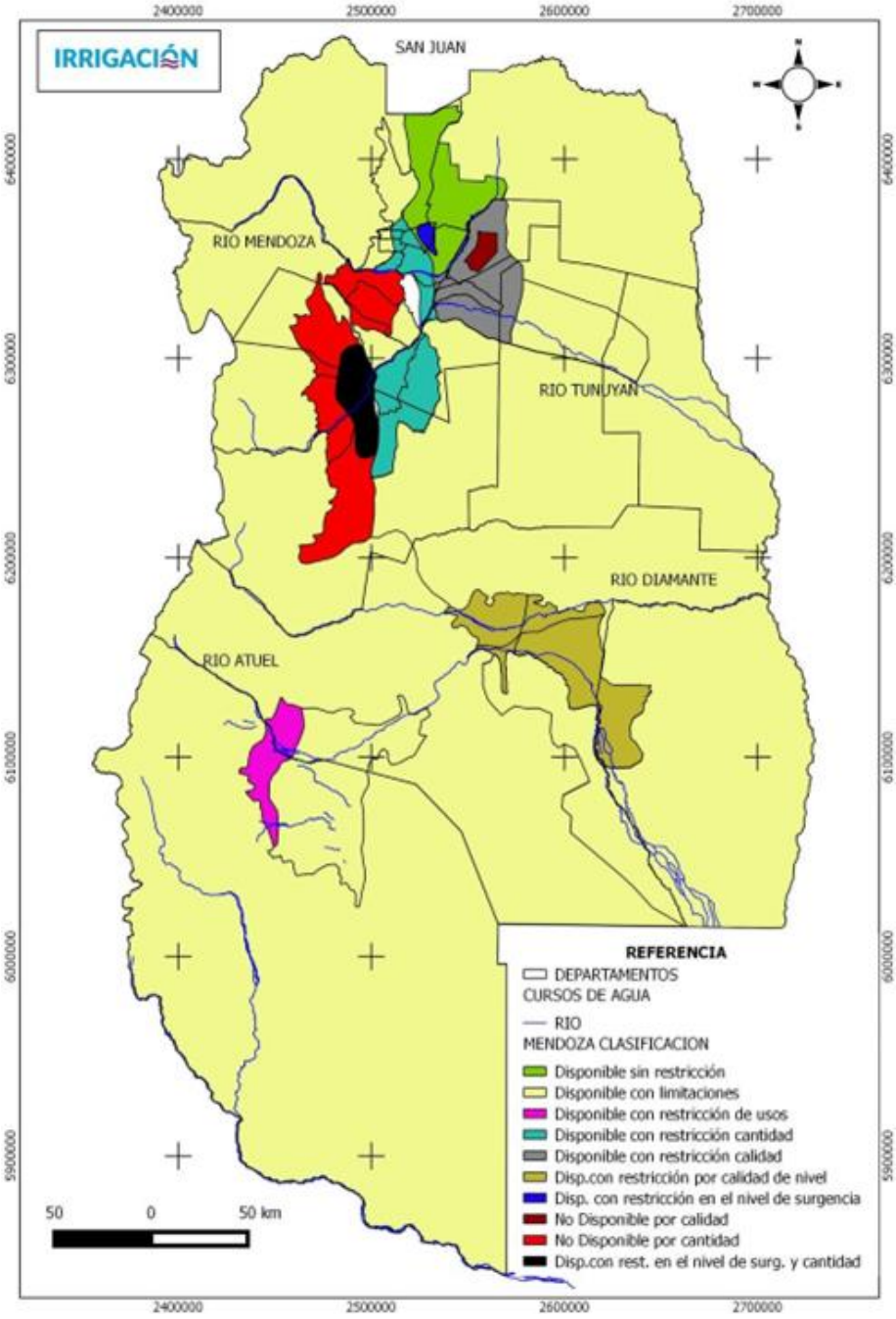
marcado incremento en la salinidad de las aguas extraídas. Esto ha disminuido la productividad de los cultivos irrigados.

10.1.1.2. Mapa de Disponibilidad

En el marco del reordenamiento de la gestión de aguas subterráneas, la Superintendencia aprobó en 2017, mediante Resolución N° 1.541/17, el "Mapa de Disponibilidad" (Ilustración 114). El objetivo de este documento es resolver futuras solicitudes de permisos de perforación en la Provincia de Mendoza, que sigue teniendo restricciones en vigor.

Para llevar a cabo la caracterización técnica de los acuíferos de la Provincia y proponer una zonificación de las distintas áreas de explotación de aguas subterráneas, la Secretaría de Gestión Hídrica (Dirección de Gestión Hídrica y Subdirección de Aguas Subterráneas) realizó un estudio de zonificación, caracterización y propuesta de clasificación de acuíferos.

Ilustración 114 Mapa de disponibilidad de Agua Subterráneas (Resolución 1541/17)



La elaboración del mapa de zonificación se basó en dos ejes principales: la caracterización hidrogeológica y la caracterización de disponibilidad. La caracterización hidrogeológica se realizó mediante la clasificación de los sistemas acuíferos de la provincia de Mendoza de acuerdo con tres propiedades características del ciclo hidrogeológico: la ubicación espacial dentro del sistema acuífero (área de recarga, tránsito y descarga), el medio sobre el cual se desarrollan (acuíferos de medios sedimentarios o fracturados) y las zonas de acuíferos libres, semiconfinados y confinados (con niveles surgentes).

Por otro lado, la caracterización de disponibilidad se basó en tres parámetros representativos y conocidos regionalmente que permiten caracterizar las reservas hidrogeológicas: la capacidad de almacenamiento, el rendimiento o caudal específico de las perforaciones que explotan sus aguas y la calidad del agua contenida. Estos parámetros se clasificaron en tres niveles cada uno (alto, medio y bajo para la capacidad de almacenamiento y el rendimiento, y buena, aceptable y deficiente para la calidad del agua) para homogeneizar las zonas identificadas en la caracterización hidrogeológica.

10.1.2. Control de Obras

De acuerdo con la Ley 4.035, Artículo 22, la administración es responsable de inspeccionar y controlar la ejecución de las obras, incluyendo cualquier modificación, trabajos de perforación, su funcionamiento y operación. La administración tiene el poder de ordenar modificaciones, rectificaciones, suspensiones, paralizaciones o demolición de las obras si no se ajustan al proyecto aprobado o si los materiales, equipos, maquinarias o motores utilizados no cumplen con las condiciones reglamentarias.

La Resolución Nº 229/94 del H.T.A, correspondiente al "Reglamento Técnico de Perforaciones y el Registro de Directores Técnicos y Empresas Constructoras de Perforaciones", regula las condiciones de construcción, controles a realizar e informes a presentar por el Director Técnico.

Bajo este marco normativo, el control de obras se refiere al control que ejerce el Departamento General de Irrigación sobre las maniobras de construcción de las perforaciones, con el objetivo de asegurar que la ejecución de los trabajos que demanden dicha construcción estén en un todo de acuerdo con el proyecto y programa de trabajo aprobados por la Subdirección de Aguas Subterráneas.

Las maniobras que se controlan incluyen la perforación exploratoria, el perfilaje eléctrico, la entubación y cementación, la limpieza y desarrollo, y el ensayo de bombeo y trabajos especiales. Para llevar a cabo cada una de estas maniobras, se requiere que se informe al D.G.I. con 48 horas de antelación el inicio de las mismas. El Director Técnico es responsable de asentar el método y/o maniobra a ejecutar en el libro de obra y de detallar los ensayos previstos en el proyecto de obra presentado.

10.1.3. Monitoreo de acuíferos

El monitoreo de acuíferos es una actividad clave en la gestión del agua subterránea que se realiza anualmente en virtud de lo dispuesto por la Ley 4.036. Consiste en evaluar las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua y su variación en relación a su estado natural y las acciones antrópicas. El monitoreo puede ser hidrológico o hidroquímico, dependiendo del dato que se quiera obtener. El Departamento General de Irrigación cuenta con redes de monitoreo de pozos que miden las variaciones en cantidad y calidad del agua en los acuíferos de la cuenca.

La medición anual de niveles estáticos es fundamental para la evaluación del estado de los acuíferos y la determinación de sus condiciones de explotación. Esta información es esencial para el control sobre el acuífero, permitiendo obtener la piezometría del mismo, determinando direcciones de flujos subterráneos, gradientes hidráulicos y profundidad del agua. La cantidad de perforaciones que integran la red de monitoreo en cada cuenca varía dependiendo del nivel de acuífero presente en la cuenca.

El Departamento General de Irrigación lleva a cabo campañas anuales de monitoreo de agua subterránea en las distintas redes y cumple con las normativas establecidas en la Resolución 673/97 y la Ley de Aguas Subterráneas N° 4.035 en cuanto a los parámetros técnicos de carácter cuantitativo y cualitativo para la declaratoria de áreas de Prohibición y/o Restricción de construcción de nuevas perforaciones. Además, la información recopilada permite evaluar la evolución de los niveles interanuales para evitar situaciones críticas que comprometan las explotaciones actuales.

La regulación del uso del agua está establecida en la ley 4.035, que establece prohibiciones para los concesionarios de agua. Estas prohibiciones incluyen no utilizar el agua para usos no autorizados, no exceder el caudal máximo autorizado, no derivar el agua sin permiso previo y no contaminar las aguas.

10.1.4. Control del Uso del Agua

El control del uso del agua implica la inspección y el relevamiento de la perforación para verificar el cumplimiento de las prohibiciones y las condiciones impuestas en la autorización del permiso. Esto incluye instalar un equipo de medición del nivel del acuífero y un caudalímetro, y desarrollar un proyecto productivo y un sistema de riego aprobado.

Además, para asignar nuevos permisos o resolver conflictos entre usuarios, es necesario hacer un análisis integral de la propiedad y evaluar tanto la oferta de agua como la demanda bruta de agua requerida por los cultivos existentes o futuros. La demanda neta y la eficiencia de aplicación son factores importantes en este proceso, ya que determinan el volumen de agua necesario para satisfacer las necesidades del cultivo y cuánta agua se pierde por infiltración. La demanda bruta se obtiene dividiendo la demanda neta por el porcentaje de eficiencia de aplicación.

10.1.5. Proceso de caducidad o extinción de los derechos y/o permisos

El proceso de caducidad o extinción de los derechos y/o permisos en relación al uso del agua subterránea está regulado por la Ley 4.035 y la Ley de Procedimiento Administrativo Nº 9.003. El Artículo 35 de la Ley 4.035 establece las causales de caducidad, como la falta de uso injustificado del agua, emplearla en usos distintos al concedido, falta de pago de tributos, cese de actividad que motivó su otorgamiento, incumplimiento reiterado, y violación reiterada de prohibiciones establecidas.

Cuando la autoridad administrativa considere que se han producido causales que justifican la caducidad del acto, debe informar al interesado, quien podrá presentar su descargo y ofrecer la prueba pertinente. La "Declaración de Caducidad de la concesión de un derecho de agua subterránea" es parte de la gestión del agua subterránea y se inicia a través del relevamiento/inspección de perforaciones.

Si se constata alguna de las causales, se inicia el procedimiento de caducidad y se notifica al permisionario/concesionario, emplazándolo por un plazo determinado a que revierta la situación. Si no hay respuesta alguna por parte del administrado o si la causal que dio origen al procedimiento de caducidad no ha desaparecido, se procede a declarar la caducidad mediante acto administrativo, lo que implica la eliminación registral del derecho y el cegado físico del pozo. En este caso, el Departamento General de Irrigación tiene las facultades suficientes para proceder al cegado de las perforaciones dentro de una propiedad privada.

10.2. Descripciones generales de los acuíferos de la Provincia - de los oasis irrigados

En este apartado se describirán los aspectos hidrogeológicos de las cuencas acuíferas en la provincia de Mendoza, que están relacionadas con los Oasis Productivos de los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel, y Malargüe (Ilustración). Estas cuencas incluyen la Cuenca Norte (Margen Derecha del Río Mendoza, Margen Izquierda del Río Mendoza y Tunuyán Inferior), la Cuenca Centro (o Tunuyán Superior o Valle de Uco), la Cuenca Sur (o de los Ríos Diamante y Atuel) y la Cuenca de Malargüe.

10.2.1. Cuenca Norte (margen Derecha y margen Izquierda del río Mendoza y Tunuyán Inferior)

10.2.1.1. Introducción. Ubicación y antecedentes

La Cuenca Norte, también conocida como la cuenca de los ríos Mendoza y la subcuenca Tunuyán inferior, tiene una extensión estimada de 22.800 km^2 y se caracteriza por presentar diferentes características en relación con el agua subterránea, lo que permite distinguir áreas según litologías, condiciones de recarga, mineralización del agua, entre otros factores. Se han establecido dos áreas distintas, aunque no están separadas por una solución continua de acuíferos: la zona noroccidental y la zona oriental.

La zona noroccidental limita al norte con una sección y una serie de lagunas que la separan del Valle del Tulum, al este con el río Mendoza, al sur con las lomadas de Lunlunta y al oeste con la Precordillera. Incluye el piedemonte cordillerano, el abanico aluvial y la llanura aluvial del río Mendoza. Se divide administrativamente en dos áreas: la Margen Derecha y la Margen Izquierda del río Mendoza.

La zona nororiental se extiende hacia el este de la zona noroccidental, hasta el río San Juan al norte, el Tunuyán al sur y el río Desaguadero al este. La región hidrogeológica continúa hasta las sierras pampeanas Occidentales, en la provincia de San Luis, que se comporta como borde de cuenca. El área nororiental

ocupa total o parcialmente tierras que corresponden a los departamentos de Lavalle, San Martín, Junín, Rivadavia, Santa Rosa y La Paz. Esta zona se la ha individualizado como Tunuyán Inferior (Ilustración 116).

Ilustración 115. Mapa de ubicación de las cuencas hidrogeológicas en explotación de la Provincia de Mendoza. Fuente DGI.

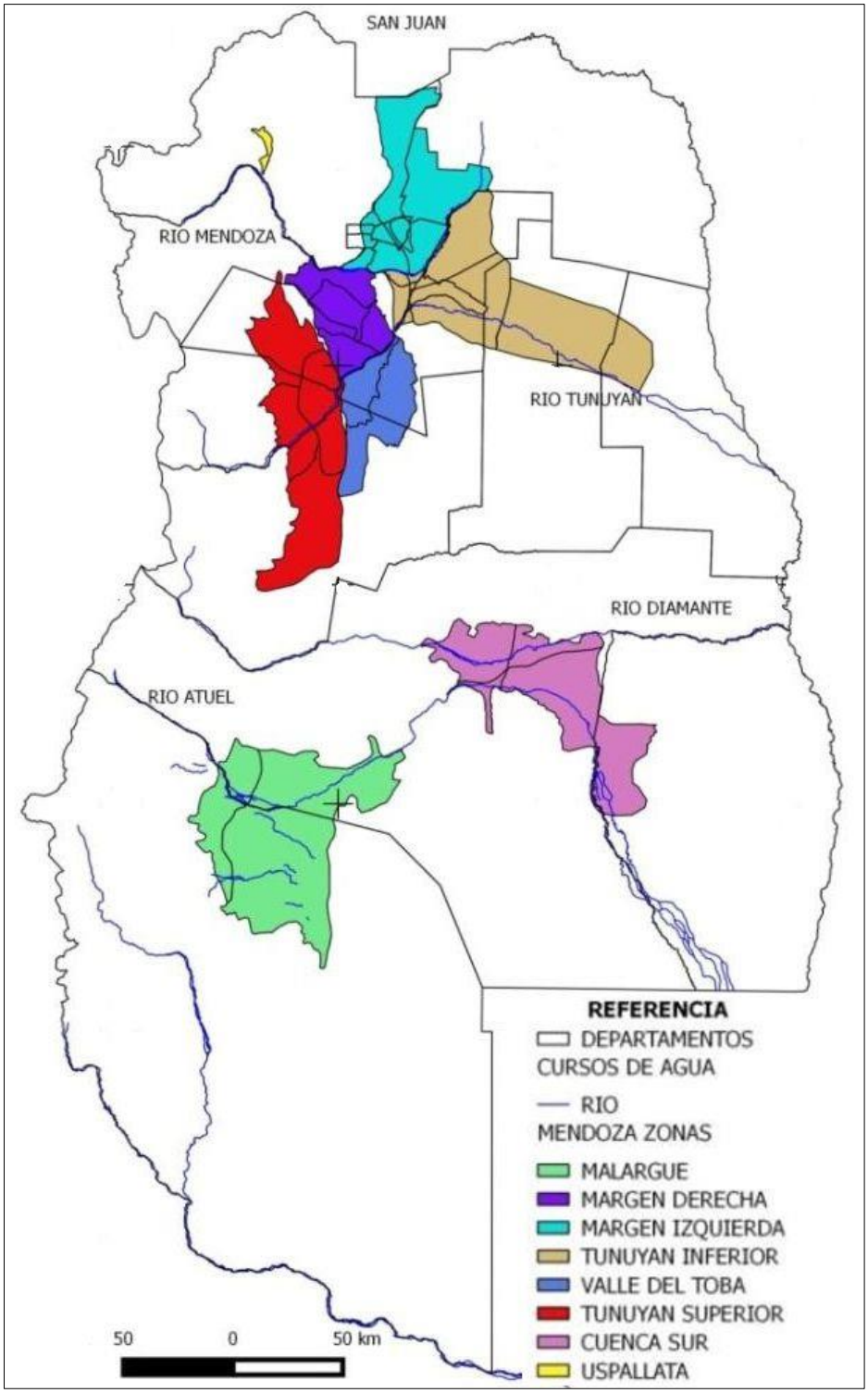
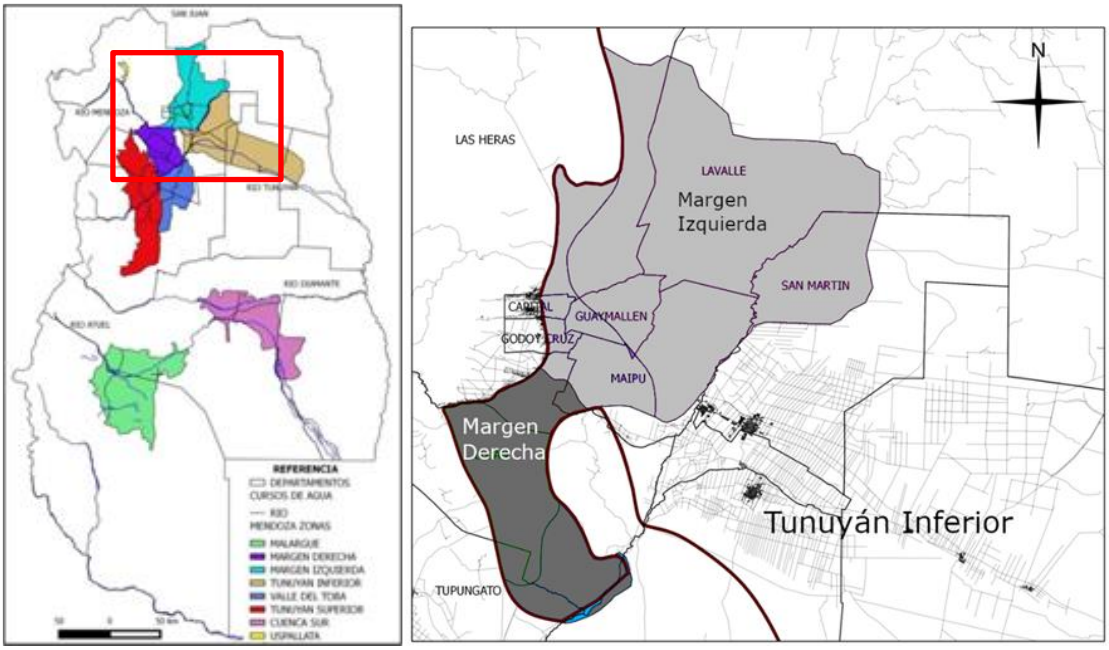


Ilustración 116. Ubicación de la Cuenca norte y la subdivisión en las áreas denominadas margen Izquierda y margen Derecha de la cuenca del río Mendoza, y en áreas nororiental del Tunuyán Inferior.

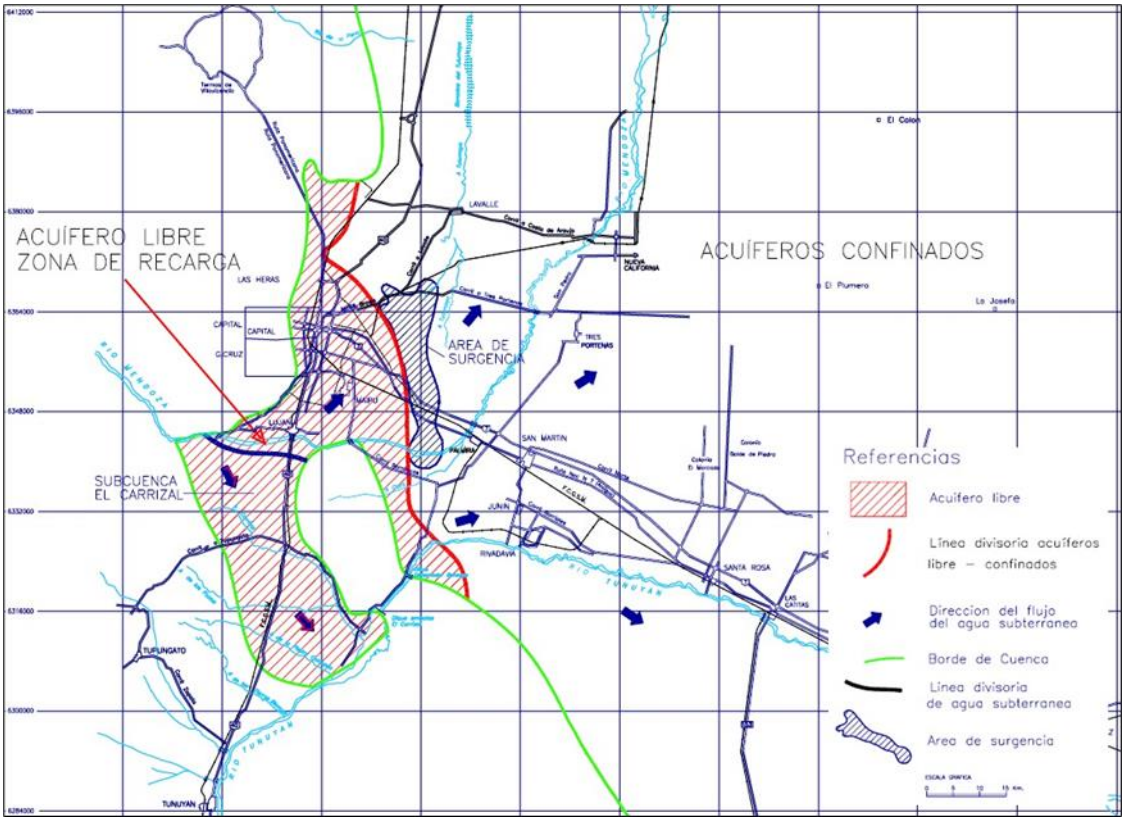


10.2.1.2. Características hidrogeológicas

En la Cuenca Norte se pueden identificar tres unidades hidrogeológicas según su permeabilidad: 1) basamento resistivo, 2) cubierta sedimentaria impermeable o poco permeable, y 3) sedimentos permeables.

La primera unidad, el basamento resistivo, consiste en rocas altamente consolidadas que han perdido su porosidad primaria debido a procesos litogenéticos. Aunque se considera la base impermeable más profunda del sistema hidrológico subterráneo, en algunos lugares puede presentar permeabilidad secundaria. Estas rocas afloran en los cordones montañosos precordilleranos y en algunos sectores pueden constituir la base o el borde impermeable de la cuenca. En el área pedemontana, el basamento resistivo se encuentra a varios miles de metros de profundidad y está oculto por la base impermeable terciaria.

Ilustración 117. Comportamiento hidrogeológico de la cuenca Norte. Fuente INA, 2000.



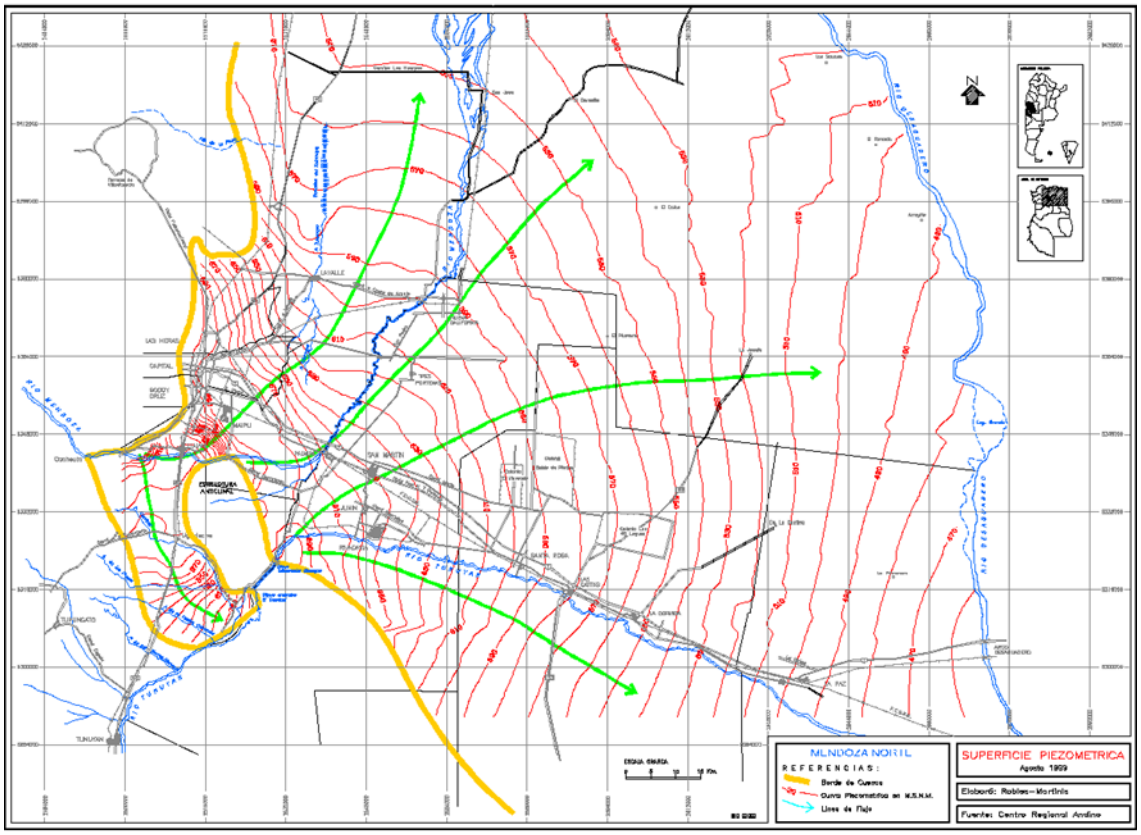
La segunda unidad, la cubierta sedimentaria impermeable o poco permeable, se compone de rocas de edad Triásica, posiblemente Jurásica o Cretácica, y también Terciaria, que debido a su litología, compactación o consolidación diagenética han perdido la mayor parte de su porosidad original. Ésta se considera la base impermeable de los acuíferos o basamento hidrogeológico, y su espesor varía entre 1.000 y 3.500 metros, siendo más gruesa en el subsuelo de la llanura pedemontana. Algunas unidades terciarias pueden almacenar y transmitir agua y conforman acuíferos de baja productividad y, generalmente, de alta salinidad. En algunas zonas donde la cubierta sedimentaria aflora, puede comportarse como permeable. Sin embargo, en otras regiones, como en el este del frente montañoso, la disminución granulométrica conlleva a un descenso marcado de la permeabilidad y a un aumento en la salinidad, lo que desmejora sus condiciones como acuífero.

La tercera unidad hidrogeológica, los sedimentos permeables, es la cuenca hidrogeológica explotada actualmente y está compuesta principalmente por sedimentos del cuaternario y en menor medida por los del terciario superior. Los depósitos cuaternarios y recientes se depositan en discordancia angular sobre los sedimentos terciarios y preterciarios en la precordillera, formando dos niveles de piedemonte con características aterrazadas. Estos niveles presentan un espesor máximo de 100 metros en conjunto. El primer nivel, situado entre 1.000 y 1.200 metros sobre el nivel del mar en el valle del río Mendoza, consiste en depósitos aterrazados correspondientes al cuaternario más antiguo. El segundo nivel, ubicado entre 800 y 1.000 metros sobre el nivel del mar, se compone de depósitos en parte aterrazados.

El funcionamiento hidrogeológico del sistema acuífero en la Cuenca Norte se puede dividir en tres zonas distintas (

Ilustración 117). La primera zona, situada al oeste de la Cuenca, es la zona de recarga de acuíferos profundos. Esta área está rellena de sedimentos gruesos que confieren una alta porosidad y permeabilidad al acuífero, lo que la convierte en una zona de acuífero libre, es decir, sin confinamiento. La recarga se produce principalmente por la infiltración de los lechos de ríos y canales, así como por los retornos de riego en áreas regadas.

Ilustración 118. Flujo de agua subterránea en la cuenca Norte. Fuente: INA, 2000.



La recarga de agua subterránea en esta zona provoca que fluya en forma radial hacia el norte y el este, alcanzando el límite entre el área de acuífero libre y la zona de acuíferos confinados.

La segunda zona del sistema acuífero se conoce como la zona de acuíferos confinados/semiconfinados, y se desarrolla a continuación de la zona libre, extendiéndose hasta las Lagunas de Guanacache al norte y el río Desaguadero al este. El agua subterránea circula hacia esta zona a través de un primer nivel de acuífero, el freático libre, que se encuentra más cerca de la superficie del terreno, y también a través de los acuíferos semiconfinados y confinados que se encuentran a mayor profundidad.

Anteriormente, tanto las Lagunas de Guanacache como el río Desaguadero actuaban como colectores y drenes de la Cuenca. Sin embargo, actualmente se encuentran secos, a excepción de años con derrames excepcionales. Es importante destacar que el acuífero freático se encuentra salinizado y prácticamente sin explotación, y que las infiltraciones que ocurren en los canales y retornos de riego pierden su calidad al mezclarse con el agua salina del primer nivel.

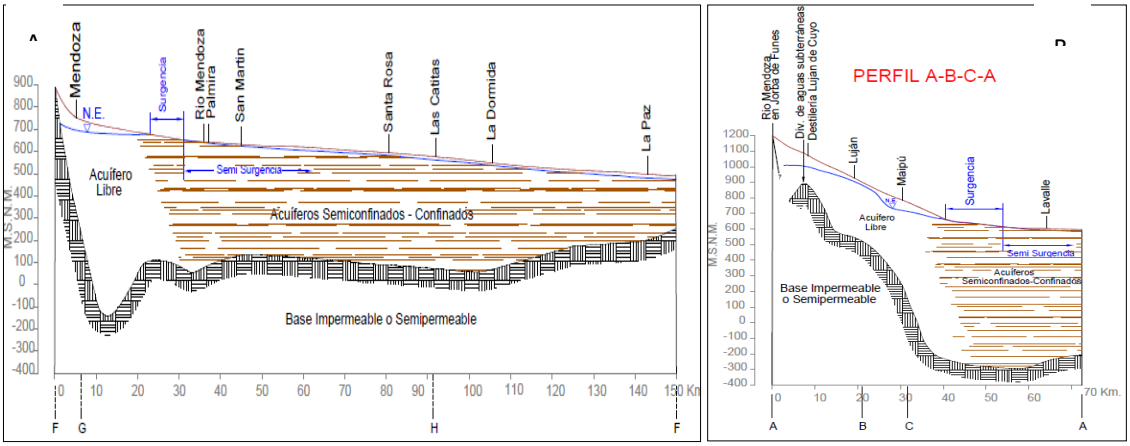
La tercera y última zona del sistema acuífero se llama la zona de surgencia, que se encuentra entre el límite del acuífero libre y el acuífero confinado. El nivel freático en esta zona se encuentra muy cerca de la superficie del terreno, y los pozos construidos a más de 80 metros de profundidad erogan agua de forma artesiana, sin necesidad de equipos de bombeo. Las dimensiones de la zona de surgencia varían según el volumen de recarga, alcanzando una extensión de 250 km^2 cuando la recarga es importante, y reduciéndose hasta los 180 km^2 cuando la recarga es pobre. Actualmente, la cantidad de pozos surgentes ha sufrido una disminución debido a que los niveles se encuentran en valores mínimos.

La cuenca Norte cuenta con acuíferos que conforman una única masa de agua a lo largo de su extensión. El flujo subterráneo se mueve hacia el Noreste, Este y Sudeste desde los puntos de entrada de agua en la cuenca, que son Cacheuta en el río Mendoza y la descarga del embalse El Carrizal en el río Tunuyán. El ápice hidráulico generado por la recarga en el lecho del río Mendoza es responsable de los sentidos dominantes del flujo subterráneo. En el extremo occidental del abanico aluvial, las cotas piezométricas más altas superan los 910 msnm, mientras que en el borde oriental llegan a los 470 msnm.

La

Ilustración muestra la distribución y flujo de agua subterránea en la cuenca y la Ilustración A-B y cortes hidrogeológicos que permiten entender el funcionamiento hidrogeológico de esta cuenca.

Ilustración 119. A y B Perfiles hidrogeológico Oeste-Este de la cuenca Norte. Fuente: UNSJ, 2013.



10.2.1.3. Parámetros hidrogeológicos

El gradiente hidráulico en la cuenca del río Mendoza no es homogéneo, sino que varía según el punto de observación. En Luján de Cuyo, el gradiente es del 0,4%, pero al noreste de esta localidad (parte media del abanico aluvial) aumenta hasta el 5% debido a la fracturación que afecta al anticlinal Lunlunta-Barrancas-Carrizal. En la subcuenca El Carrizal, al suroeste del anticlinal mencionado, el gradiente es del 0,5%, mientras que entre Ugarteche y el embalse El Carrizal es del 0,6%. En Costa de Araujo, el gradiente alcanza valores del 0,12%.

En el caso del río Tunuyán, desde el dique Carrizal el movimiento se produce hacia el Norte, Noreste y Este. El gradiente hidráulico es uniforme en la dirección Este (llanura) y oscila cerca del 0,17% al suroeste del anticlinal de Barrancas-Lulunta.

La permeabilidad o conductividad hidráulica varía según el sentido de flujo del agua subterránea y los procesos de sedimentación. Los valores máximos son de 100 m/d en los alrededores de Luján de Cuyo, 150 m/d en la parte media del abanico aluvial del río Mendoza y 60 m/d al Norte de San Martín y Santa Rosa. Los valores más bajos, de 10 m/d, corresponden al Sur del Valle de Carrizal, Norte del departamento Las Heras y Este del Departamento La Paz.

El coeficiente de almacenamiento para el área de acuífero libre varía entre $1x10^{-1}$ y 10×10^{-1} y ha sido obtenido mediante ensayos de bombeo. Los valores obtenidos en la llanura del Tunuyán Inferior oscilan entre 30×10^{-4} y $1x10^{-4}$.

Las velocidades de flujo horizontal con dirección noreste hasta Luján de Cuyo son de 0,4 m/d. Al noreste de esta localidad, en la parte media del abanico aluvial, aumentan hasta valores máximos de 7 m/d y luego disminuyen a 0,012 m/d en la zona de Costa de Araujo. Al suroeste del anticlinal de Barrancas, entre el río Mendoza y la localidad de Ugarteche, las velocidades son de 0,5 m/d

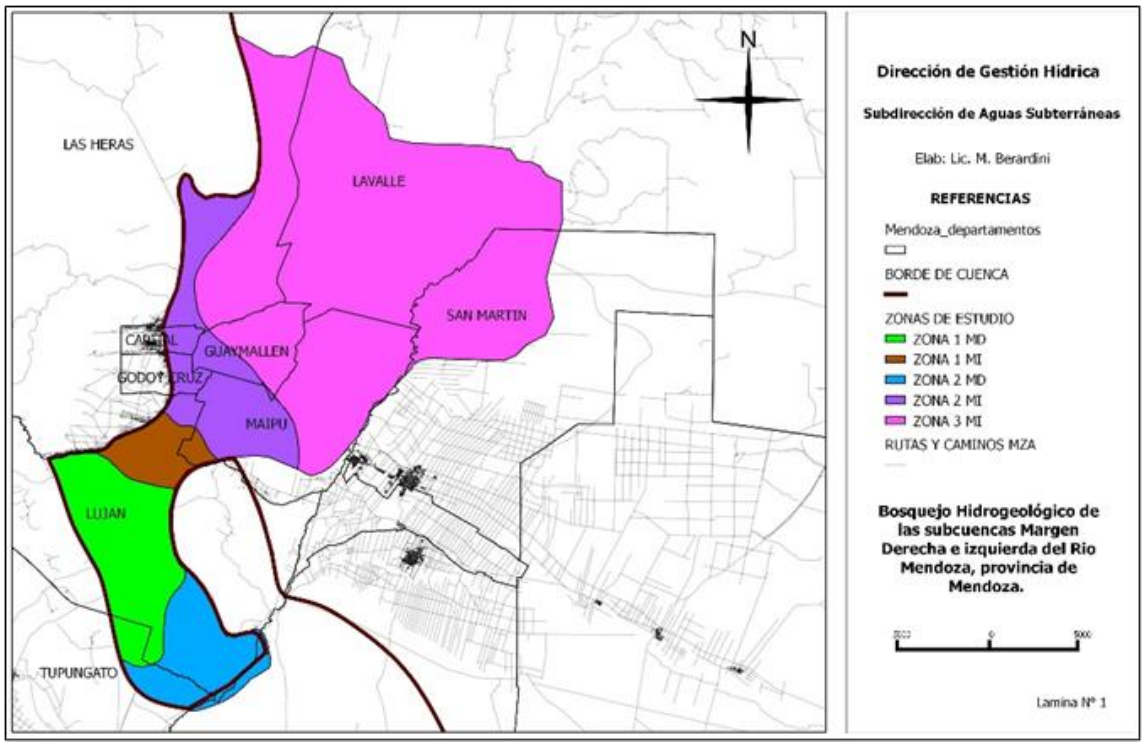
10.2.1.4. Zonificación utilizada para Balance Hídrico – Modelo WEAP

En la Cuenca Norte se ha generado un modelo hidrogeológico utilizando el software WEAP para representar el agua subterránea a través de zonas homogéneas. Estas zonas se han definido en función de parámetros físicos, hidráulicos y químicos similares, tales como el espesor vertical del acuífero, la profundidad del agua, la cota de agua y la conductividad eléctrica.

En el área del río Mendoza se han identificado cinco zonas homogéneas que se corresponden con las unidades administrativas de manejo (

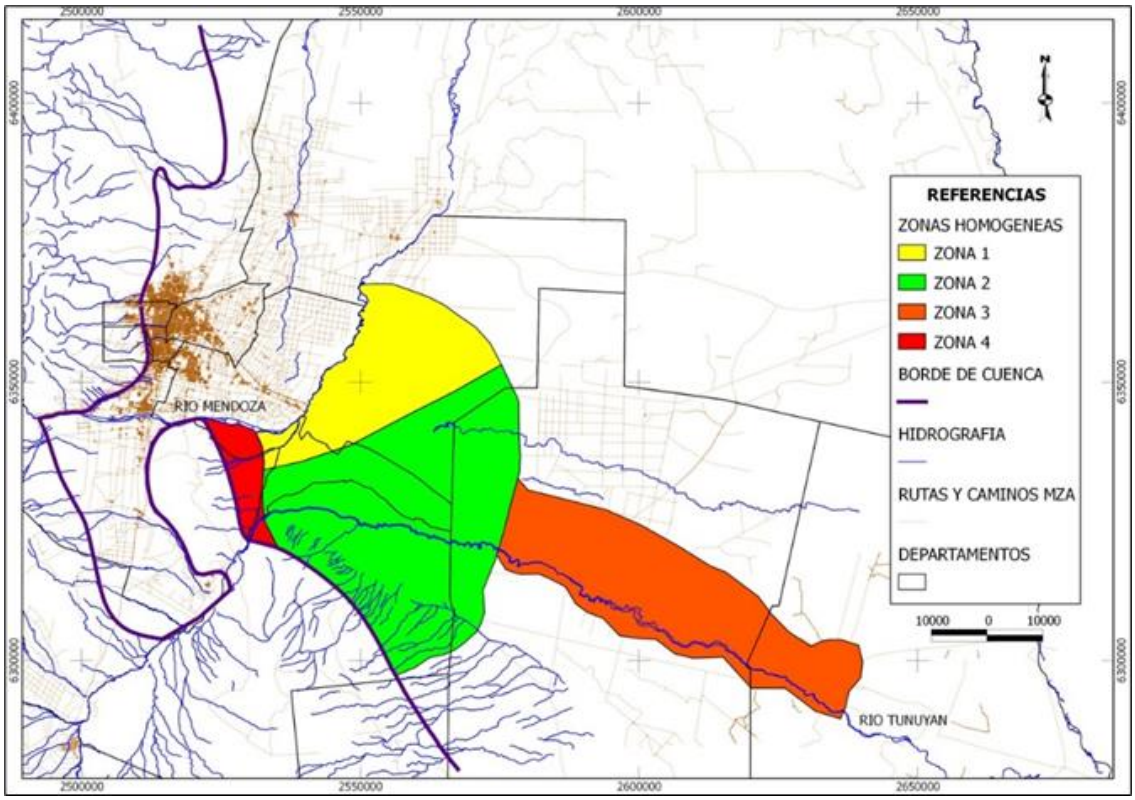
Ilustración): Zona 1 Margen Derecha (zona 1 MD), Zona 2 Margen Derecha (zona 2 MD), Zona 1 Margen Izquierda (zona 1 MI), Zona 2 Margen Izquierda (zona 2 MI) y Zona 3 Margen Izquierda (zona 3 MI).

Ilustración 120 Ubicación de la zona noroccidental y la subdivisión entre margen Derecha y margen Izquierda del río Mendoza. Fuente DGI



Por otro lado, para el área del río Tunuyán Inferior se han definido cuatro zonas homogéneas (Zonas 1, 2, 3 y 4) que se pueden apreciar en la Ilustración .

Ilustración 121 Ubicación de la zona nororiental y la zonificación del acuífero del Tunuyán Inferior

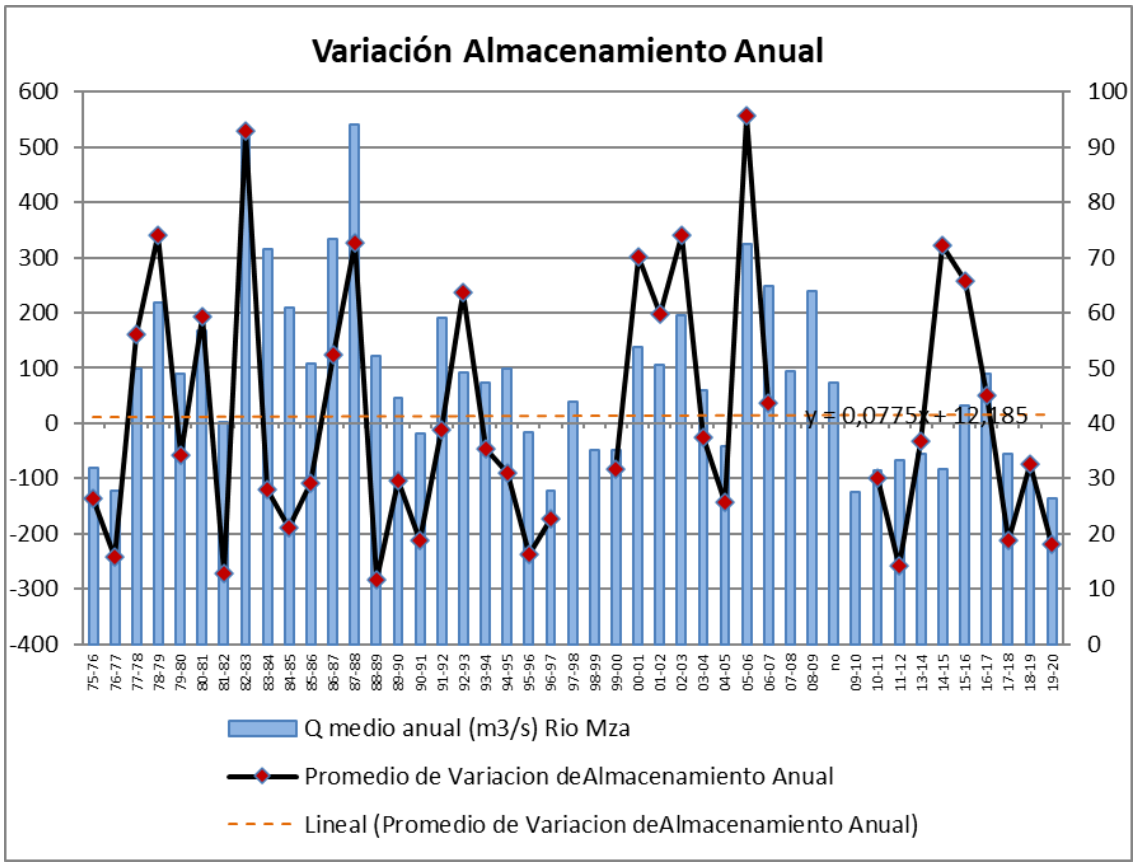


10.2.1.5. Monitoreo de niveles

La red de monitores de niveles en la Cuenca Norte cuenta con un total de 712 pozos, distribuidos en diferentes áreas. De estos, 467 se ubican en el área del río Mendoza (86 en la Margen Derecha y 381 en la Margen Izquierda) y 179 en el área del río Tunuyán Inferior. Estos pozos monitores han sido operados durante más de 50 años.

La Ilustración muestra la variación de almacenamiento en la cuenca del río Mendoza, calculada a partir de los resultados del monitoreo de niveles. Se observa una buena correlación gráfica con respecto al derrame de dicho río.

Ilustración 122 Variación del almacenamiento del acuífero libre, resultado de los niveles de agua medidos para la cuenca del río Mendoza (puntos y línea) y el derrame medio anual del río (histrograma) para el periodo 1975-2020. Fuente DGI, 2020.



10.2.1.6. Tendencias del nivel del agua subterránea y evaluación de datos

Las Ilustraciones 123 y 124 muestran los niveles de agua subterránea recién medidos de 2021 y 2022. En la cuenca norte del Tunuyán Inferior (incluyendo la margen izquierda del río), los niveles de agua subterránea son más altos en el oeste con aprox. +1.000 m, donde el Río Mendoza entra en la cuenca (Figura 8-2, 8-3). Los niveles de agua subterránea disminuyen a menos de +500 m en la dirección E-NE, lejos del flujo entrante. Esta dirección de gradiente está posiblemente asociada con la dirección de flujo superficial de los cursos de agua que cruzan la región. En el área de la margen derecha del río, el gradiente de agua subterránea es hacia el sureste.

Ilustración 123 Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Tunuyán Inferior durante la temporada de invierno de 2021, contorneados en intervalos de 20 m. Los cursos de agua se denotan por líneas azules, incluyendo del Río Mendoza que entra en la cuenca desde el oeste.

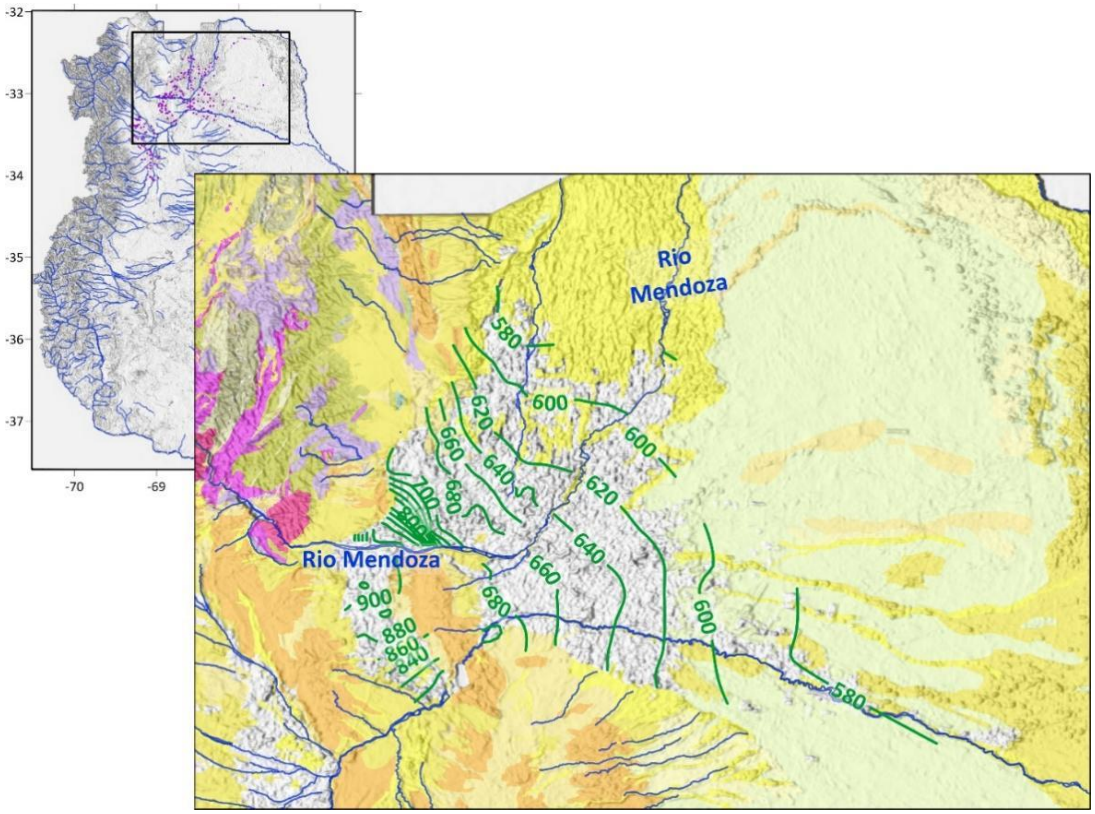
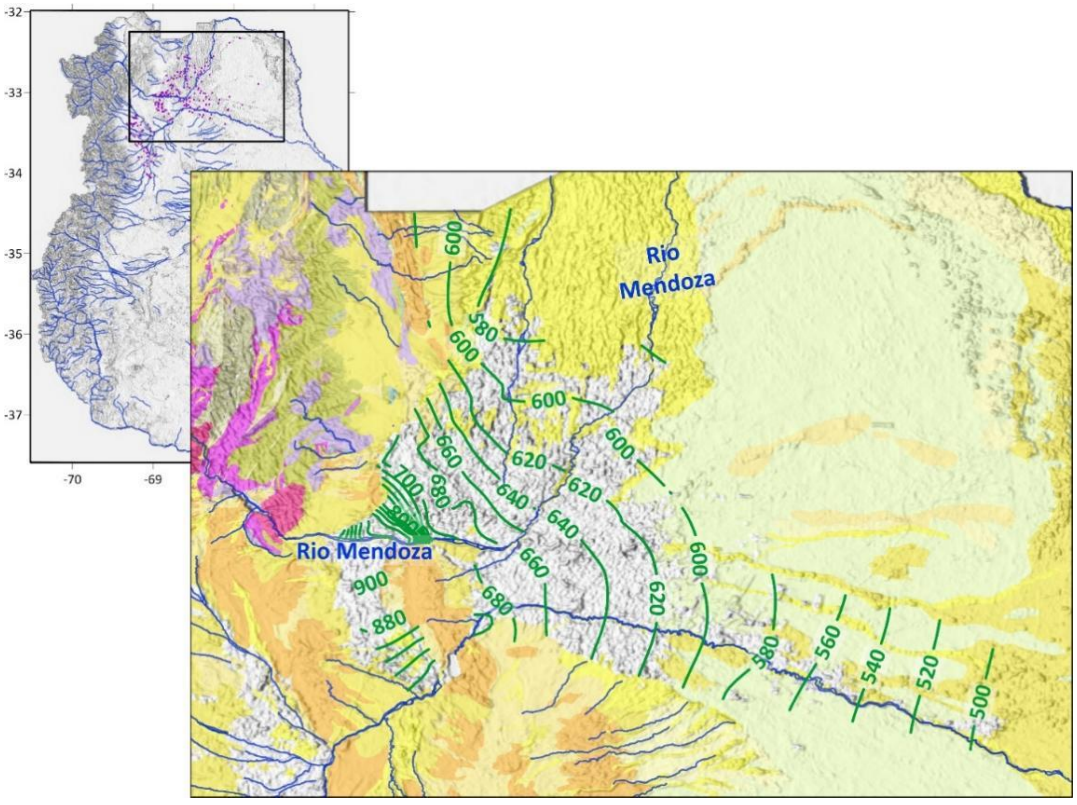


Ilustración 124. Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Tunuyán Inferior durante la temporada de invierno de 2022, contorneados en intervalos de 20 m. Los cursos de agua se denotan por líneas azules, incluyendo del Río Mendoza que entra en la cuenca desde el oeste.



10.2.1.7. Monitoreo de calidad de agua

En relación a la calidad del agua subterránea, se ha realizado una caracterización de los niveles de explotación en función de los monitoreos realizados. Se han identificado tres niveles de explotación distintos, cada uno con características específicas en cuanto a la salinidad y composición química del agua.

El Primer Nivel de Explotación abarca profundidades de hasta 80 m, y el agua subterránea presenta tenores de salinidad que la hacen poco apropiada para su uso. La salinidad del agua subterránea en este nivel varía desde valores próximos a 1.000 µS/cm hasta superiores a 5500 µS/cm. La salinidad más baja se presenta en el área de acuífero libre y próximo al área de mayor recarga del río Mendoza. En general, la explotación de este nivel está siendo paulatinamente abandonada debido a la baja calidad del agua.

El Segundo Nivel de Explotación corresponde a profundidades entre 100 y 180 m. En esta zona se encuentran los tenores más bajos de salinidad, entre 700 y 1.000 µS/cm, en el área de máxima recarga, subcuenca El Carrizal, zona oeste del río Mendoza, que abarca el Departamento de Maipú y sur de Lavalle, y una estrecha franja del Departamento de San Martín ubicada al este del río Mendoza. Hacia el este de la cuenca, la salinidad aumenta a valores que superan los 4.500 µS/cm.

El Tercer Nivel de Explotación es el menos expuesto a procesos de contaminación de origen exógeno y se ubica a profundidades iguales o mayores a 200 m. En general, presenta una salinidad y composición química que se correlaciona con los procesos lógicos de la evolución natural del agua en las formaciones acuíferas desde las áreas de recarga. Actualmente, la mayoría de las perforaciones que se construyen explotan este nivel de explotación, con filtros ubicados a profundidades superiores a los 200 m.

10.2.2. Cuenca Centro (Subcuenca Tunuyán Superior o Valle de Uco)

10.2.2.1. Introducción. Ubicación y antecedentes

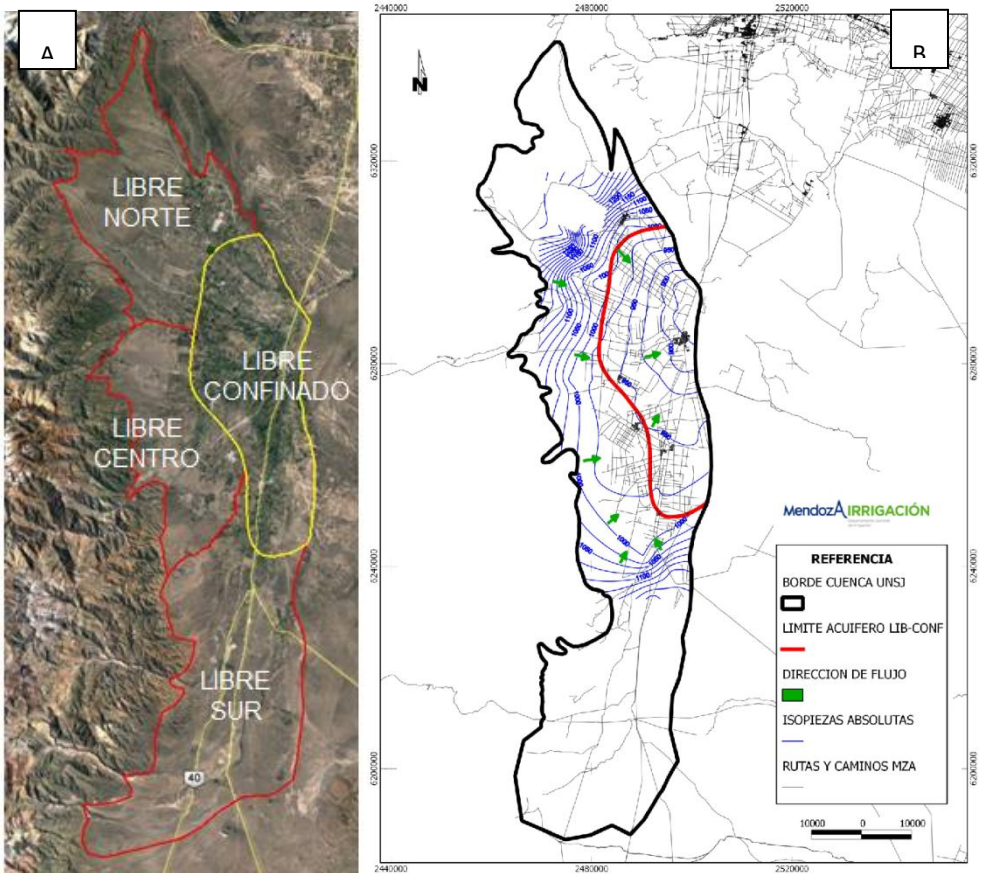
La Cuenca Centro, también conocida como Valle de Uco o Tunuyán Superior, se encuentra en la región centro-oeste de la Provincia de Mendoza, abarcando parte de los departamentos de San Carlos, Tunuyán y Tupungato. La cuenca tiene una superficie de 3180 km2 y se extiende a lo largo de 140 km, con una forma alargada en dirección norte-sur junto al borde oriental de la Cordillera de Los Andes.

Se han llevado a cabo estudios hidrogeológicos regionales y de áreas locales e investigaciones que colaboraran a conformar resoluciones administrativas para determinar restricciones en el área, aprobar mapas de disponibilidad de aguas subterráneas y realizar estudios geofísicos en áreas adyacentes hacia el este, como el Valle del Toba. Muchos de estos trabajos han sido realizados por el Instituto Nacional del Agua, la Universidad de San Juan y la Universidad de San Luis.

10.2.2.2. Características hidrogeológicas

Los estudios previos indican que en la Cuenca Centro se encuentran al menos dos tipos de acuíferos: un acuífero superior libre y un acuífero inferior confinado. El acuífero superior libre abarca toda la cuenca y se explota principalmente en la parte oeste, mientras que el acuífero inferior confinado se extiende por el sector oriental y se explota en su totalidad. Los límites entre ambas zonas han sido definidos en estudios anteriores.

Ilustración 125 (A) Zonificación propuesta para la Cuenca Centro, la línea blanca muestra la ubicación del corte hidrogeológico de la Figura 6.7. (B) Mapa de isopiezas y dirección del flujo convergiendo hacia el río Tunuyán. Año 2013.



Estos acuíferos se encuentran en diferentes unidades geológicas que les confieren características hidráulicas distintas. Los acuíferos del Cuaternario y del Terciario (Formación Mogotes y Formación Río de los Pozos), son permeables, aunque esta última es de carácter secundario debido a su litología predominantemente fina.

La base hidrogeológica de la cuenca se divide en dos situaciones: la aparición de los sedimentos finos y de baja permeabilidad de la Formación Río de los Pozos, y las rocas cristalinas del Proterozoico y Paleozoico de la Cordillera Frontal. En los estudios de subsuelo por prospección geofísica, se reconocen estas dos formaciones como Basamento Conductivo y Basamento Resistivo, respectivamente, según su respuesta ante la técnica de prospección.

La zona de recarga de la cuenca se ubica en el borde oeste del área, y se identifican tres procesos principales de infiltración:

- La infiltración de arroyos y ríos, que es la principal vía de recarga actual y se desarrolla en los abanicos aluviales modernos.

- La infiltración en parcelas irrigadas, que representa el segundo proceso de importancia para la recarga, y se estima que el 45% del volumen de agua total aplicada para riego se infiltra y contribuye a la recarga.

- La infiltración por canales de riego, que los canales principales, secundarios y prediales que carecen de revestimiento representan alrededor del 17% del agua circundante y contribuyen a la recarga de la cuenca.

El flujo subterráneo de la cuenca se mueve en dirección NO-SE y presenta una forma de embudo que se cierra aguas abajo. En una zona específica, el acuífero confinado tiene presiones hidrostáticas elevadas, lo que causa importantes surgencias en el sector oriental. Se puede ver una representación gráfica de los niveles y flujo en la figura siguiente (

Ilustración).

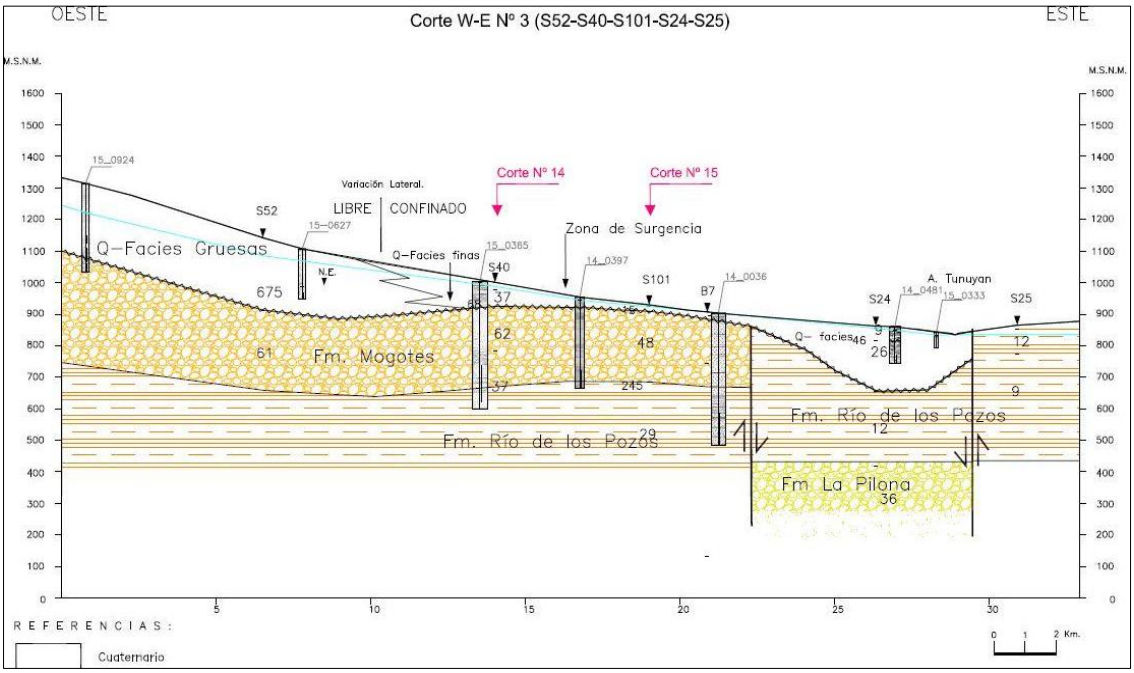
La zona de descarga natural de la cuenca se encuentra en el este y se identifican dos procesos principales de descarga:

- Descarga hacia el río Tunuyán y arroyos efluentes.

- Explotación a través de bombeos y pozos surgentes que aprovechan el segundo nivel (confinado).

La Ilustración 126 *Corte hidrogeológica W-E de la Cuenca Centro (zonas Norte Libre - Libre/Confinado) mostrando las relaciones entre sus unidades hidrogeológicas. Fuente UNSL, 2013.* presenta un corte hidrogeológico con dirección Oeste-Este de la Cuenca Centro que ejemplifica el funcionamiento de unidades hidrogeológicas descriptas, el perfil realizado por profesional de la Universidad de San Juan, atraviesa la parte norte de la cuenca, pasando de la zona de acuífero libre, confinado y la zona de surgencia.

Ilustración 126 Corte hidrogeológica W-E de la Cuenca Centro (zonas Norte Libre - Libre/Confinado) mostrando las relaciones entre sus unidades hidrogeológicas. Fuente UNSL, 2013.



10.2.2.3. Parámetros hidrogeológicos

La profundidad del nivel freático y el gradiente hidráulico varían según la ubicación en la cuenca. En general, la profundidad de los niveles es mayor al oeste, superando los 100 metros, y disminuye significativamente hacia el este. Por otro lado, el gradiente hidráulico es más pronunciado en la zona del borde oeste de la cuenca y disminuye hacia el este.

En cuanto a los valores obtenidos en los estudios de la cuenca, se presentan valores generales para los distintos niveles de explotación (acuífero libre o confinado) y la formación geológica correspondiente, que se detallan en la Tabla .

Tabla 44 Síntesis de los parámetros hidráulicos obtenidos para la Cuenca Centro.

Nivel de explotación	Transmisividad (m^2/d)	Coeficiente de Almacenamiento	Permeabilidad (m/d)
Cuaternario - Nivel Superior	≈ 4200	0.07	233
Cuaternario – Nivel Inferior	≈ 500	0.001 (asumido)	23.7
Fm Mogotes – Nivel Superior	566	0.0007	19.6
Fm Mogotes – Nivel Superior	≈ 1800	0.0007 (asumido)	34

10.2.2.4. Zonificación para la gestión

Se definieron cuatro zonas de gestión basadas en la relación entre las zonas de recarga, tránsito y descarga, el desarrollo vertical de los acuíferos y las características de explotación descritas anteriormente. Éstas zonas son:

- Zona Libre Norte: Se extiende desde Tupungato hacia el norte y se caracteriza por un acuífero libre con recarga principal en los ríos Las Tunas y Anchayuyo.

- Zona Libre Centro: Se trata de un acuífero libre con influencia de los ríos Tunuyán y Grande.

- Zona Libre Sur: Esta zona se encuentra en el departamento San Carlos y se caracteriza por un acuífero libre con influencia de los arroyos Yaucha y Aguanda.

- Zona Libre-Confinado: Esta zona se ubica en el área central de la cuenca, en el borde oriental, y se caracteriza por un acuífero que puede ser tanto libre como confinado.

10.2.2.5. Monitoreo de niveles

En esta cuenca se realiza una medición anual de los niveles de agua durante la temporada de mínimo bombeo, que abarca los meses de invierno de junio a agosto. El monitoreo de los niveles se ha registrado desde 1972 hasta la actualidad, con cambios en la red de monitoreo. Actualmente, la red de monitoreo de la Cuenca Centro tiene un total de 177 perforaciones.

La Ilustración permite ver la disminución de la variación de almacenamiento del acuífero, calculado con los niveles de agua, y su correlación con los derrames de río Tunuyán en las últimas décadas y la relación con los periodos de escasez hídrica.

10.2.2.6. Tendencias del nivel del agua subterránea y evaluación de datos

Los niveles de agua subterránea en la cuenca central del Tunuyán Superior, ocupada por el Valle de Uco, son más altos en su área noroeste superando los +1450 m, y +1300 m en su área más meridional (Ilustración 127 y 128). Cabe destacar que estos niveles son varios cientos de metros más altos que los niveles de agua subterránea en Tunuyán Inferior, posiblemente debido a la proximidad de la cuenca Tunuyán Superior a las montañas que la delimitan desde el oeste. Además, el flujo entrante se debe aquí a múltiples ríos, por ejemplo, Río De Las Tunas, Río Grande, Río Tunuyán, Río del Rosario y Río de Yaucha.

Los niveles de agua subterránea disminuyen aún más hacia el interior de la cuenca, y convergen en su parte oriental a unos +900 m. Al igual que la cuenca del Tunuyán Inferior, las direcciones del gradiente del agua subterránea parecen coincidir con la dirección del flujo superficial de los cursos de agua que cruzan el valle. Estos cursos de agua ingresan al Valle de Uco desde el oeste, a través de un área de rocas piroclásticas como ignimbrita, toba y piedra pómez. El Río de Yaucha, entrando en el valle desde el sur, cruza a través de tales rocas, así como sedimentos marinos. La presencia evidente tanto de piroclásticos como de sedimentos en las zonas donde los cursos de agua se acercan al valle puede estar asociada a los altos niveles de agua subterránea observados en estas zonas.

Por lo tanto, se especula que el entorno geológico acomoda un componente de recarga subsuperficial, además del flujo entrante superficial al oeste del valle. Si este es el caso, entonces las rocas observadas en esta área son de una alta conductividad hidráulica (posiblemente sedimentos marinos fracturados y / o piroclásticos porosos).

Ilustración 127 Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Tunuyán Superior durante la temporada de invierno de 2021, contorneados en intervalos de 50 m. Los cursos de agua se denotan con líneas azules, incluidos los ríos Río de Las Tunas, Río Grande, Río Tunuyán, Río del Rosario y Río De Yaucha que ingresan a la cuenca desde el oeste y el sur. Destacan sedimentos marinos (amarillo fangoso) y rocas piroclásticas, magenta, donde los cursos de agua se acercan hacia el valle.

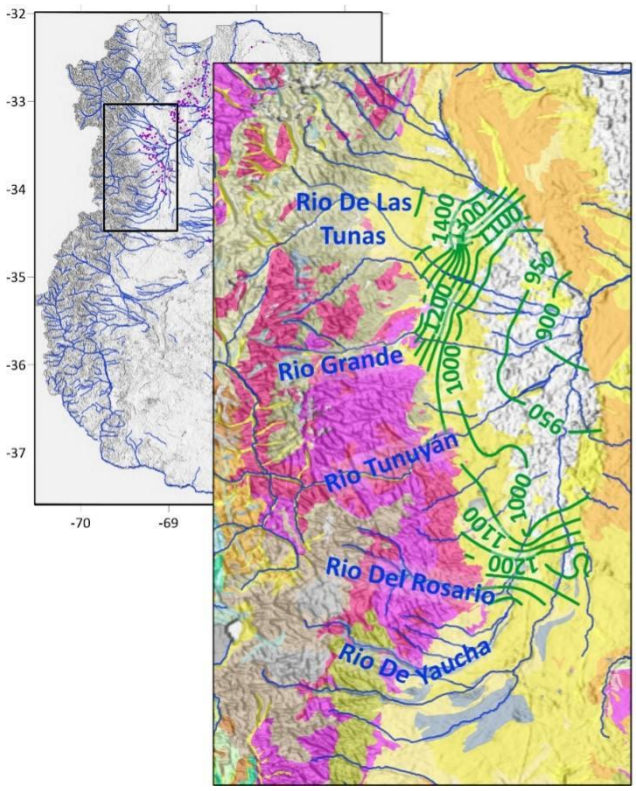
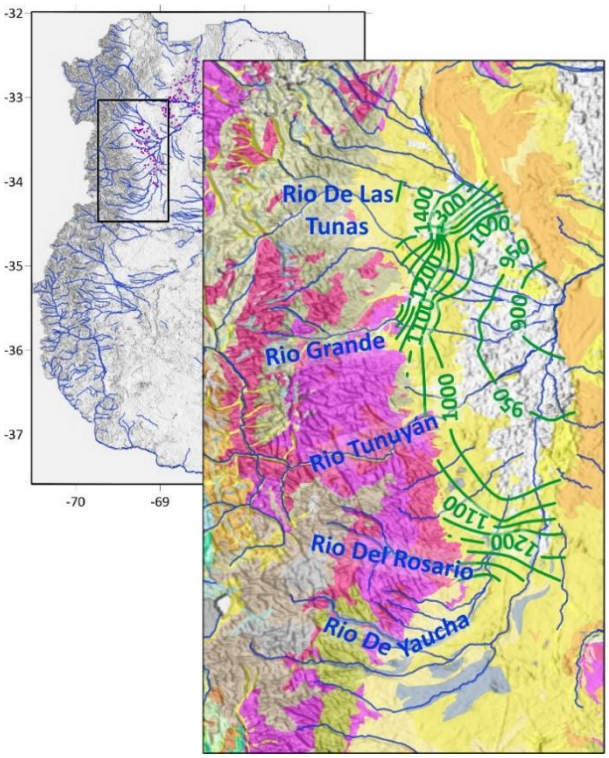


Ilustración 128. Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Tunuyán Superior durante la temporada de invierno de 2022, contorneados en intervalos de 50 m. Los cursos de agua se denotan con líneas azules, incluidos los ríos Río de Las Tunas, Río Grande, Río Tunuyán, Río del Rosario y Río De Yaucha que ingresan a la cuenca desde el oeste y el sur. Destacan sedimentos marinos (amarillo fangoso) y rocas piroclásticas, magenta, donde los cursos de agua se acercan hacia el valle.



10.2.2.7. Monitoreo de calidad de agua

La calidad del agua en los niveles acuíferos varía según el nivel de explotación. El nivel inferior tiene una CEE (conductividad eléctrica) que oscila entre 300 µS/cm y 850 µS/cm para las formaciones del Terciario y entre 233 µS/cm y 1367 µS/cm para el Cuaternario, mientras que el nivel superior presenta una marcada variación en la salinidad expresada en CEE en sentido horizontal, con valores que oscilan entre 224 µS/cm y 2.650 µS/cm.

10.2.2.8. Reservas estimadas

En el 2013, se realizó un análisis de la oferta de agua basado en los estudios existentes. El volumen de agua disponible se determinó sumando el volumen disponible en el acuífero libre y el confinado, lo que resultó en reservas probadas de aproximadamente 11.200 hm^3 (

Ilustración). Las reservas probadas corresponden al volumen de agua extraíble de un acuífero desde la superficie freática hasta la superficie conformada por todas las bases de pozos.

Las reservas probables, calculadas en 16.900 hm³, corresponden al volumen de agua almacenado por debajo del nivel de base de las perforaciones hasta el techo de la formación Río de los Pozos para el Cuaternario y las formaciones infrayacentes. Al sumar las reservas probadas y probables, se obtiene un total de reservas de agua subterránea en la Cuenca Centro del orden de 28.200 hm³.

Ilustración 129 Variación del almacenamiento en el acuífero libre de Cuenca Centro y Derrame del río Tunuyán desde 1973 a 2021. Fuente INA-DGI.

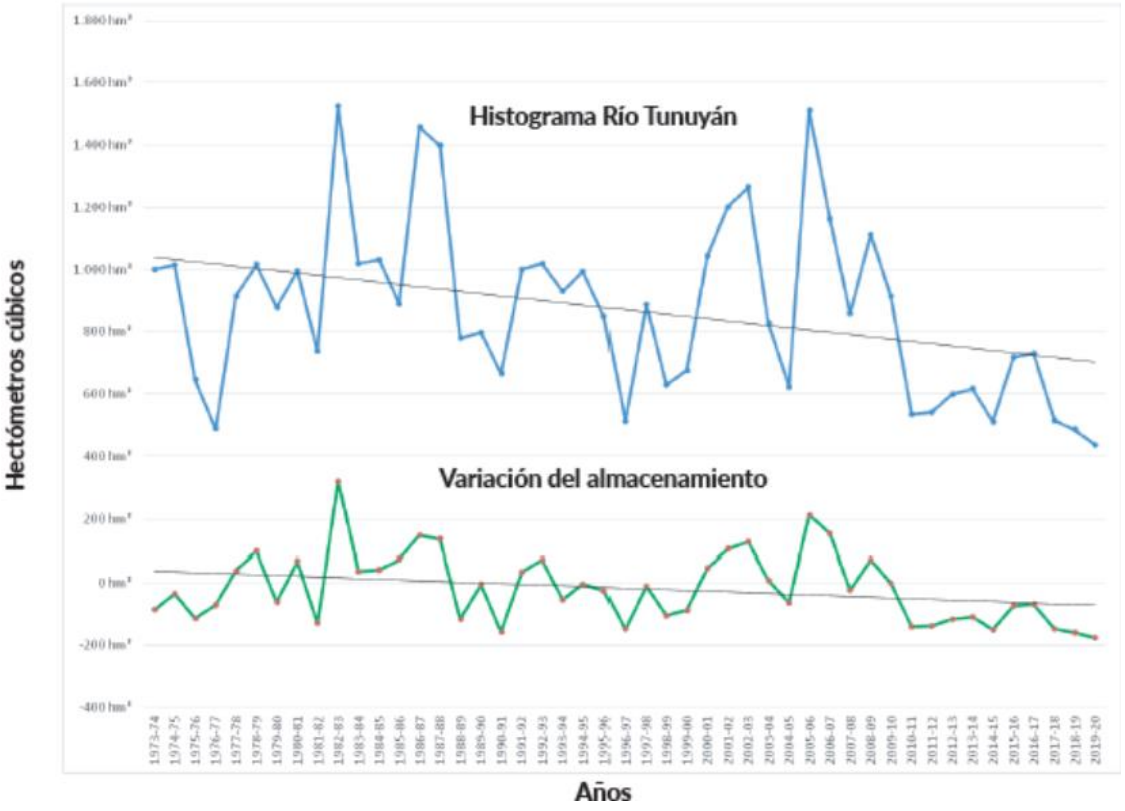
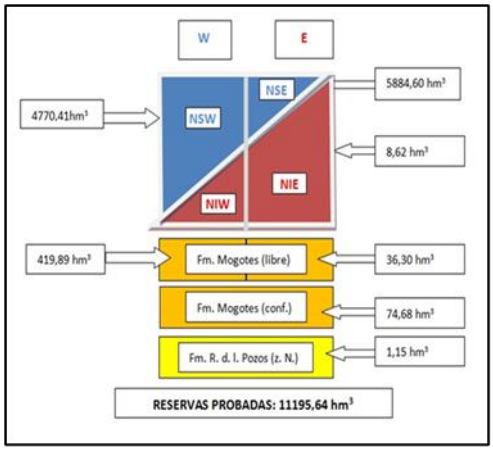


Ilustración 130 Esquema simplificado resultante del estudio del 2013 de las reservas probadas para la cuenca centro y las unidades hidrogeológicas involucradas. Fuente UNSJ, 2013.



RESERVAS PROBADAS- UNSJ. (ver gráfico bajo tabla)						
UNSJ (ZONAS)	Superficie planar (Ha)	Unidad Acuífera	Volumen (hm³)	Porosidad	Volumen de agua disponible (hm³)	Volumen de agua disponible Total (hm³)
W	192096	Cuaternario (NSW)	53004,52	0,09	4770,41	11195,64
		Mogotes (15% del total) (NSW)	6405,63	0,06555	419,89	
E	86282	Cuaternario (NSE)	65384,4323	0,09	5884,60	
		Cuaternario (NIE)	8620	0,001	8,62	
		Fm Mogotes (NIW)	36298	0,001	36,30	
		Fm Mogotes (NIE)	114013	0,000655	74,68	
		Río de los Pozos (zona Norte)	7661	0,00015	1,15	

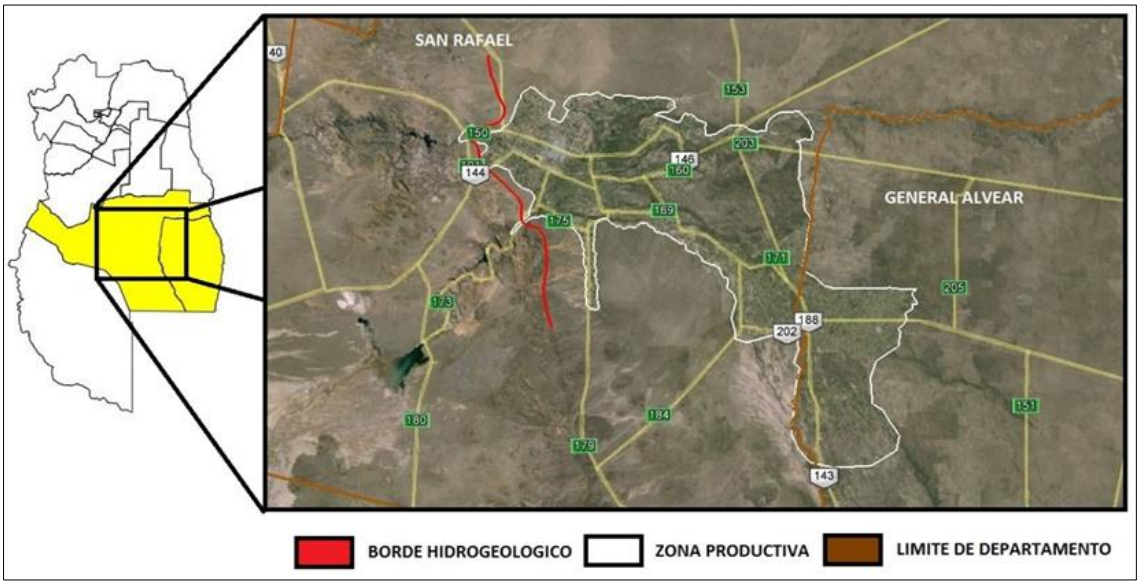
10.2.3. Cuenca Sur (o de los ríos Diamante y Atuel)

10.2.3.1. Introducción. Ubicación y antecedentes

La denominada Cuenca Sur o "de los ríos Diamante y Atuel", se ubica en la provincia de Mendoza a partir del paralelo 34º 20´ de latitud sur (Ilustración), bajo la denominada planicie Sanrafaelina y se extiende entre el río Seco La Hedionda al Norte, el río Atuel y los Médanos de Picardo al sur, la Bajada Pedemontana de 25 de Mayo - Rincón del Atuel al oeste y hacia el este hasta el río Desaguadero - Salado. Los límites de la cuenca hidrogeológica, hacia el norte y sur no son precisos y se extienden más allá de los establecidos para la llanura. Su extensión se estima en unos 8.000 km2.

Entre los antecedentes principales de estudios se puede nombrar los informes de la exploración llevada a cabo entre el INA y el DGI a principios de la década de 1980. Estos informes abarcan la exploración geofísica, la ejecución de perforaciones, ensayos de bombeo y determinaciones químicas sobre las muestras de agua obtenidas a fin de dar un panorama del ambiente hidrogeológico de la cuenca hidrogeológica dentro de los límites del oasis productivo.

Ilustración 131. Límites geográficos e hidrogeológicos de la cuenca Sur y la zona productiva del oasis Sur.

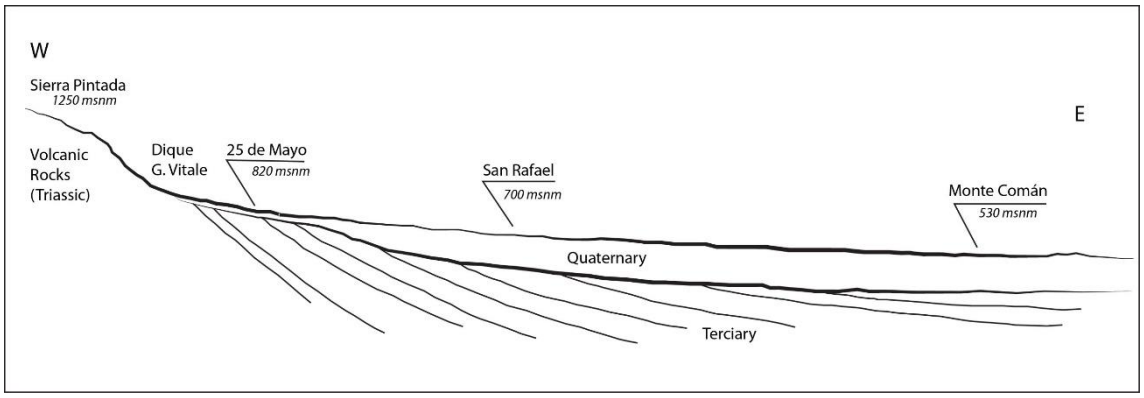


10.2.3.2. Características hidrogeológicas

La cuenca se puede dividir en dos grupos litoestratigráficos que varían en su comportamiento hidrogeológico: el basamento y la cubierta sedimentaria inconsolidada (Ilustración 132) El basamento está formado por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias continentales y marinas, que han perdido su capacidad de permitir el flujo de fluidos debido a la diagenización y compactación. Se encuentra al oeste

de la cuenca en el Bloque de San Rafael y da lugar a relieves montañosos. La cubierta sedimentaria inconsolidada está compuesta por conos y llanuras aluviales formadas por ríos, arroyos y acción eólica. Proporcionan materiales con permeabilidad primaria que conforman los principales acuíferos explotables del sur de la zona.

Ilustración 132. Corte esquemático W-E de la Cuenca Sur mostrando las unidades geológicas intervinientes en el desarrollo de los acuíferos



Los conos aluviales tienen mejores condiciones de permeabilidad o conductividad hidráulica, y uno de los más importantes es el del río Diamante en el flanco oriental del Bloque San Rafael. Está conformado por gravas gruesas, medianas y finas, arenas y algunos lentes de arcilla y limo. Las llanuras aluviales, que se extienden más allá de los conos aluviales, están formadas por litologías de menor granulometría y tienen menor permeabilidad o conductividad hidráulica debido a la disminución del tamaño de los clastos y la menor selección de los depósitos. Hacia el este, la gradación se puede seguir mediante la información de alrededor de 2.000 perforaciones en la zona cultivada, así como la exploración geofísica realizada mediante unos 2.500 sondeos eléctricos verticales.

La cuenca se comporta como acuífero libre y hacia el oeste ocurre una transición a acuífero libre y confinado debido a la aparición de materiales finos que favorecen el confinamiento (Ilustración).

Ilustración 133. Comportamiento hidrogeológico de la Cuenca Sur. Fuente INA, 2000.

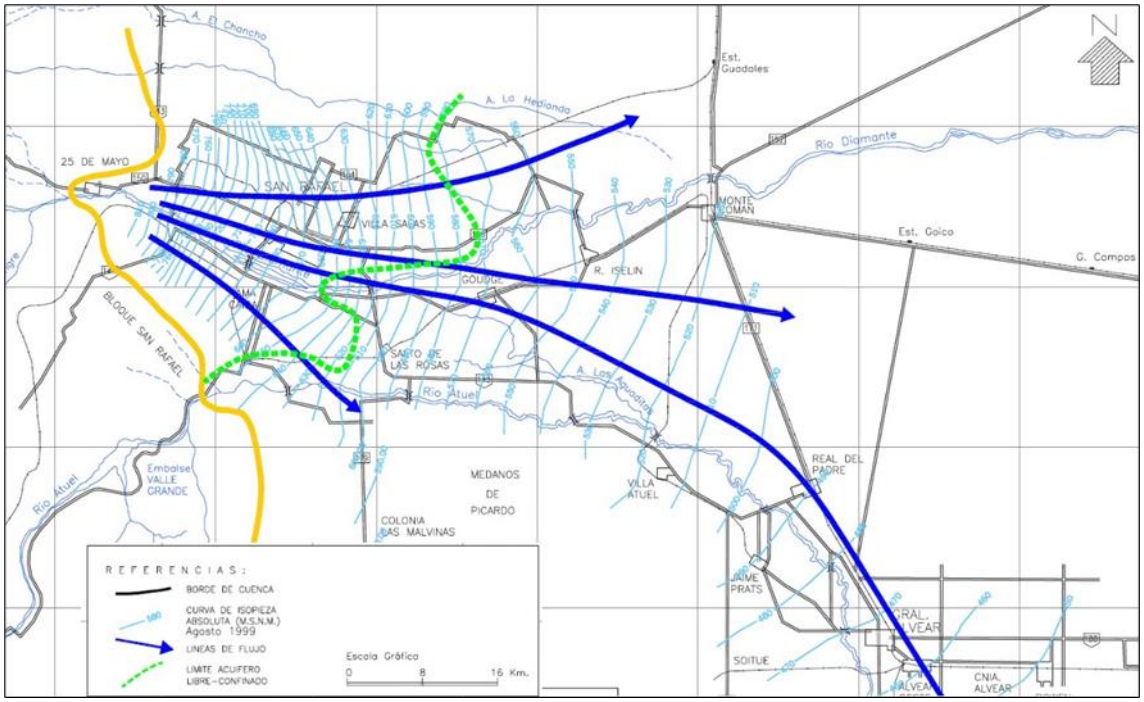
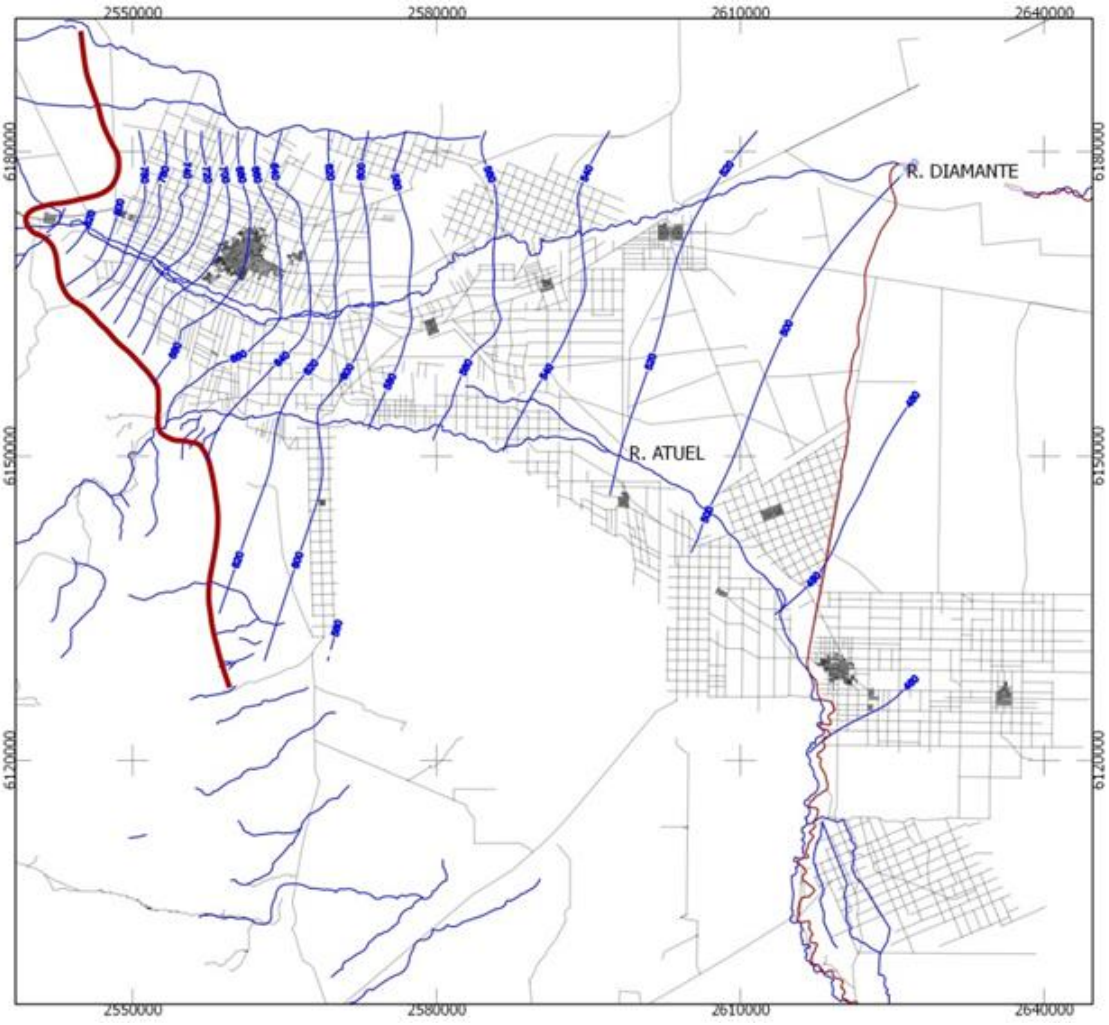


Ilustración 134. Flujo subterráneo en la Cuenca Sur. Isopiezas en línea azul.



En relación a la recarga, la piezometría y las líneas de flujo muestran que el acuífero se recarga desde la isopieza de 810 msnm hasta la de 620 msnm. A partir de este último punto, el río drena aguas freáticas, pasando de ser influente a efluente. La recarga subterránea se lleva a cabo principalmente a través de tres procesos:

- Infiltración en el lecho del río Diamante: la recarga principal de la cuenca ocurre a través del río Diamante, principalmente en la zona de la isla del Diamante. La cantidad de infiltración depende del caudal que se vierta y puede llegar a valores cercanos a los 130 hm3/año en años con abundante precipitación. El río Atuel aporta una cantidad mínima de agua a la cuenca y actúa en su mayoría como efluente, captando agua freática y desagües de la cuenca.

- Infiltración en parcelas regadas: la infiltración del agua a nivel de parcela, o flujo de retorno, se estima que es el segundo proceso más importante para la recarga.

- Infiltración en canales de riego: finalmente, la infiltración en los canales de riego sin revestimiento (principales, secundarios y prediales).

El flujo subterráneo en la cuenca muestra una dirección divergente radial desde la entrada del río Diamante, con dirección oeste-noroeste, este-oeste y este-sureste. Las líneas de flujo indican que el agua subterránea fluye predominantemente hacia el este desde la zona de recarga hasta llegar a Goudge. A partir de allí, las líneas de corriente se separan en dos direcciones principales: hacia el noreste siguiendo el curso actual del río Diamante y hacia el sureste siguiendo la dirección de escurrimiento del río Atuel y sus antiguos cauces, que son probablemente más permeables (

Ilustración).

La cantidad de flujo subterráneo saliente, calculado para un frente radial de 90 km que se extiende al este del área cultivada (perpendicular a las líneas de flujo) y para un espesor saturado de 250 m, indica una clara insuficiencia para transportar toda el agua que ingresa al acuífero. Como resultado, en momentos de abundancia hídrica, grandes cantidades de agua emergen en la superficie del terreno en áreas regadas por los cursos drenantes de los ríos y los colectores, generando extensas áreas inundadas donde la transpiración de la vegetación acuática y la evaporación desde la superficie libre del agua son significativas.

10.2.3.3. Parámetros hidrogeológicos

Los parámetros hidrogeológicos de la cuenca se describen de la siguiente manera:

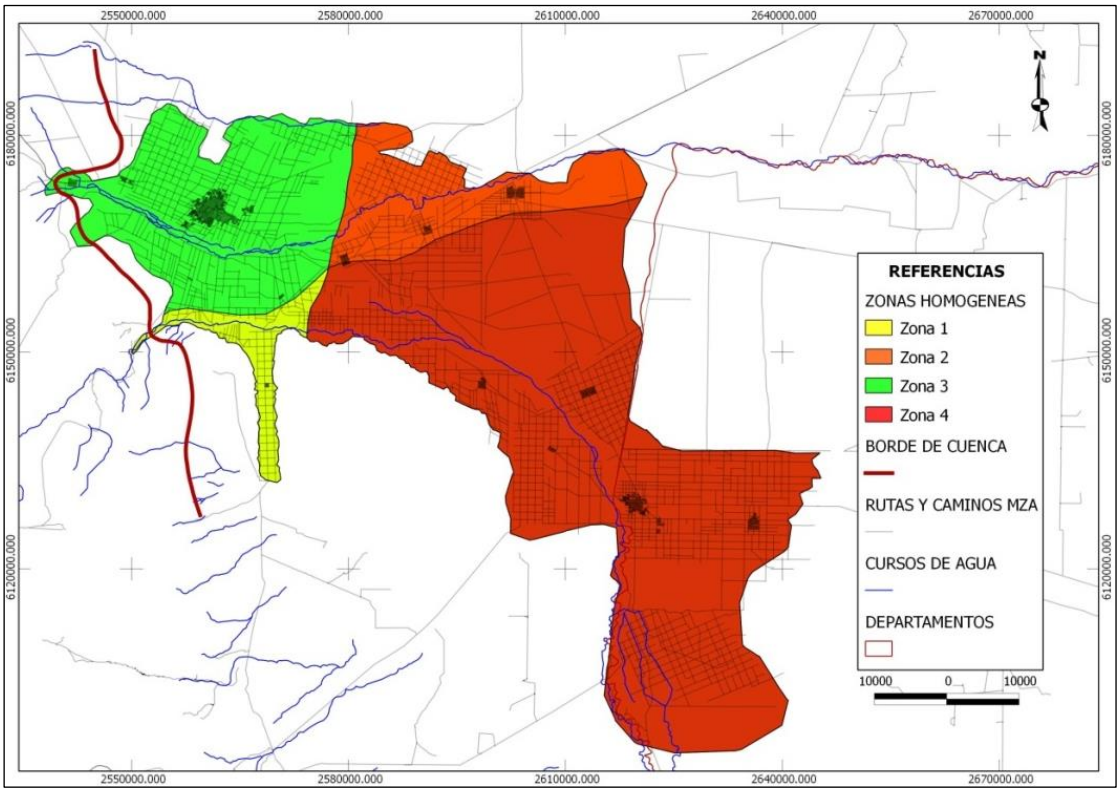
- El gradiente hidráulico varía de 0,7% a 1,2% en el área de acuífero libre y disminuye a 0,27% en la zona de semiconfinamiento. En la parte confinada, el gradiente hidráulico es estable y se sitúa en torno a 0,18%.
- La profundidad del agua subterránea oscila entre 30 y 40 metros en las zonas noroccidental (Colonia El Usillal) y meridional (Colonia Las Malvinas) de la cuenca, representando las mayores profundidades registradas en la misma. En otras áreas, las profundidades varían entre 1 y 10 metros, siendo de 2 metros en el Departamento de General Alvear.
- La permeabilidad o conductividad hidráulica cambia en el sentido del flujo de agua subterránea, variando entre 100 y 200 m/d en el acuífero libre y disminuyendo en la zona confinada a valores que van de 60 a 25 m/d (determinaciones realizadas por el exCRAS en perforaciones privadas)
- El coeficiente de almacenamiento en el acuífero libre se estima en valores que van desde 1,5 x 10^{-1} hasta 1,5 x 10^{-2}. En la zona confinada, los valores disminuyen a 2 x 10^{-4} y 3 x 10^{-5}.
- Los rendimientos específicos más elevados se encuentran en la parte del acuífero libre (zona oeste del área), superando los 40 m^3/h x m. En la zona confinada, los rendimientos son del orden de los 20 m^3/h x m.
- Las velocidades de flujo horizontal se calculan teniendo en cuenta los gradientes hidráulicos y las permeabilidades en las direcciones de flujo. En el área de acuífero libre, las velocidades varían entre 0,7 y 2,4 m/d, disminuyendo en la zona de semiconfinamiento y confinamiento, donde oscilan entre 0,16 y 0,045 m/d.

10.2.3.4. Zonificación utilizada para Balance Hídrico - Modelo WEAP

El modelo WEAP utiliza zonas homogéneas para representar el agua subterránea. Estas zonas se definen por su comportamiento hidráulico, que se mide mediante curvas isoprofundidad, isopiezas absolutas e isosalinidad. Estas zonas están vinculadas a las unidades de manejo, que se establecen previamente según criterios administrativos y técnicos superficiales. Las zonas homogéneas forman parte del suministro de agua a través del bombeo de pozos y de la infiltración por deficiencia de riego. En la

Ilustración , se muestra el acuífero evaluado en este informe, que está segmentado en cuatro zonas homogéneas (zonas 1, 2, 3 y 4), cada una vinculada a una unidad de manejo específica.

Ilustración 135 Zonas homogéneas en la cuenca subterránea de los ríos Atuel y Diamante.



10.2.3.5. Calidad de agua

En la Cuenca Sur se desarrolla un monitoreo con frecuencia anual. La medición se realiza utilizando los niveles basados en perfiles de explotación equivalentes, diseñados por los profesionales del Centro Regional Andino (DI-273-CRAS-1996). Toda la información obtenida se publicó y sirvió de base para la Resolución N°378/14 y 1154/15, que abrieron los ríos Diamante y Atuel. Los resultados de último monitoreo realizado en el año 2014 por el DGI continua una red similar a la determinada por el CRA dando lo siguientes resultados:

- En el primer nivel de explotación, el agua subterránea alcanza niveles de salinidad que la hacen poco apropiada para su uso en la mayor parte de la cuenca. La zona de máxima recarga muestra un área de baja salinidad, que no difiere mucho de los niveles de explotación más profundos. Sin embargo, hacia el este y sureste, los niveles de salinidad se incrementan notablemente debido a la percolación de la infiltración de excedentes agrícolas y el lavado de suelos salinos. La salinidad del agua subterránea en la zona de estudio varía desde valores próximos a 1.500 hasta superiores a los 3.400 µS/cm. La salinidad más baja se encuentra en el área de acuífero libre, cerca del área de mayor recarga de la cuenca, que se produce en el lecho del río Diamante en La Isla y Rama Caída. Al este de dicha zona, entre Monte Comán y Villa Atuel, la salinidad de este nivel se mantiene en tenores variables que rondan los 3.000 µS/cm.

- En el segundo nivel de explotación, la salinidad en el área de máxima recarga varía entre 1.500 y 2.500 µS/cm. La salinidad alcanza su mayor expresión en la zona de Villa Atuel y, siguiendo el recorrido del río Atuel, alcanza niveles variables entre 2500 y 4.000 µS/cm. Al sureste de la cuenca, en el departamento de General Alvear, la salinidad varía con valores del orden de los 2.000 y los 4.000 µS/cm.

- El tercer nivel de explotación solo proporciona información hidroquímica que permite apreciar el orden de magnitud de la salinidad, debido a que las perforaciones existentes explotan principalmente los acuíferos menos profundos. Se observa que la salinidad de este nivel de explotación varía entre 1.200 y 3.000 µS/cm. Este nivel es el menos expuesto a procesos de contaminación de origen exógeno y presenta una salinidad y composición química que se correlaciona con los procesos naturales de evolución del agua en las formaciones acuíferas desde las áreas de recarga.

10.2.3.6. Monitoreo de niveles

El monitoreo de niveles de agua tiene un importe registro desde el año 1979, aunque durante algunos años fue discontinuado y se ha retomado recientemente. Este monitoreo se ha ejecutado con una frecuencia anual durante los meses de invierno donde los bombeos están prácticamente detenidos. Actualmente, se registran 407 pozos dentro del listado para su medición del nivel de agua.

10.2.3.7. Tendencias del nivel del agua subterránea y evaluación de datos

La cuenca sur de Diamante y Atuel tiene niveles de agua subterránea más bajos (Ilustración 136 y 137), en comparación con las cuencas norte y central de la provincia de Mendoza. Se observan niveles de aprox. +820 m en la parte occidental de la cuenca, por donde entra el Río Diamante. A medida que el Río Diamante se acerca a la cuenca, atraviesa un área de sedimentos marinos. Esta evidencia geológica plantea la cuestión de la conductividad hidráulica de estos sedimentos. Por ejemplo, en el caso de rocas fracturadas es posible que aporten un componente de recarga subsuperficial, además del caudal superficial entrante del río. En cualquier caso, dicha recarga puede ser parcialmente responsable de los altos niveles de agua subterránea observados en la porción occidental de la cuenca. Al igual que las cuencas norte y central de la provincia de Mendoza, el gradiente de agua subterránea parece disminuir en la misma dirección del flujo superficial del río. Los niveles más bajos de agua subterránea en la cuenca son de +540 m, observados en el área más oriental cubierta por los datos disponibles.

Ilustración 136. Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Diamante y Atuel durante la temporada de invierno de 2022, contorneados en intervalos de 20 m. Los cursos de agua se denotan con líneas azules, incluido el río de Río Diamante que ingresa a la cuenca desde el oeste. Los sedimentos marinos (amarillo fangoso) se destacan donde el río se acerca hacia la cuenca.

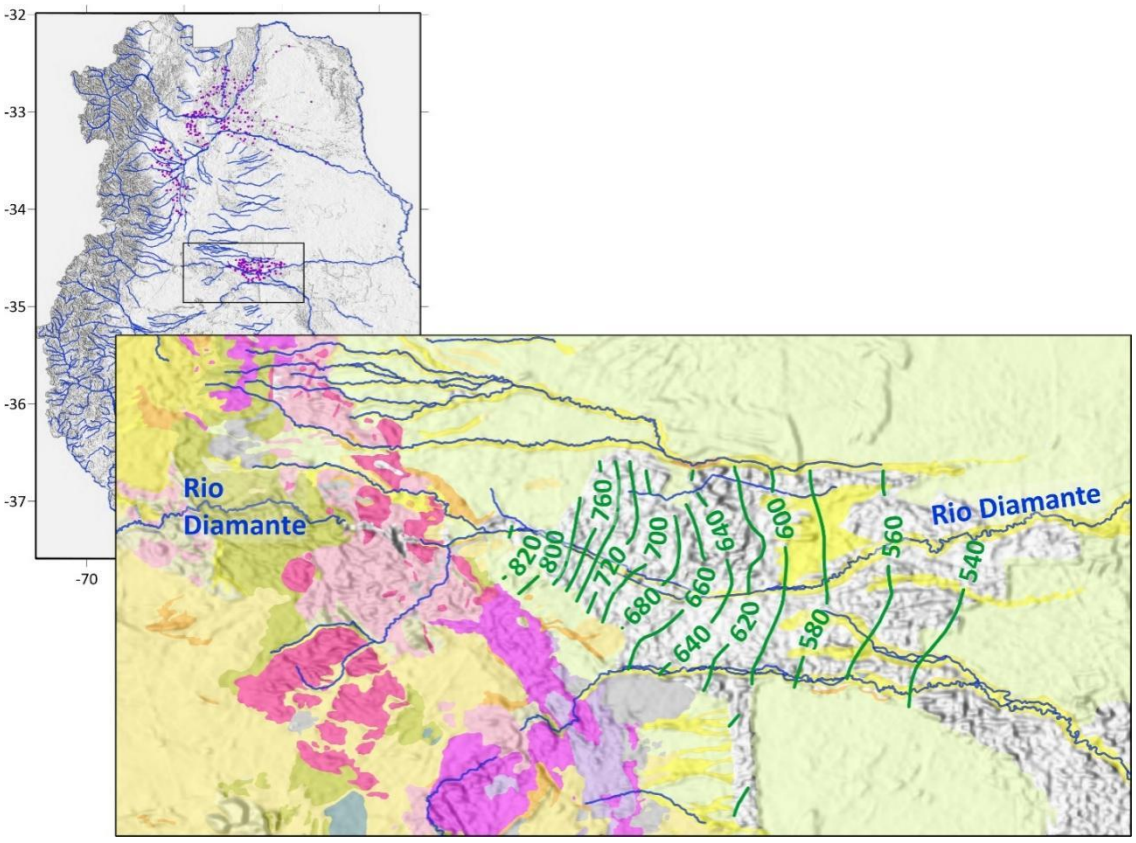
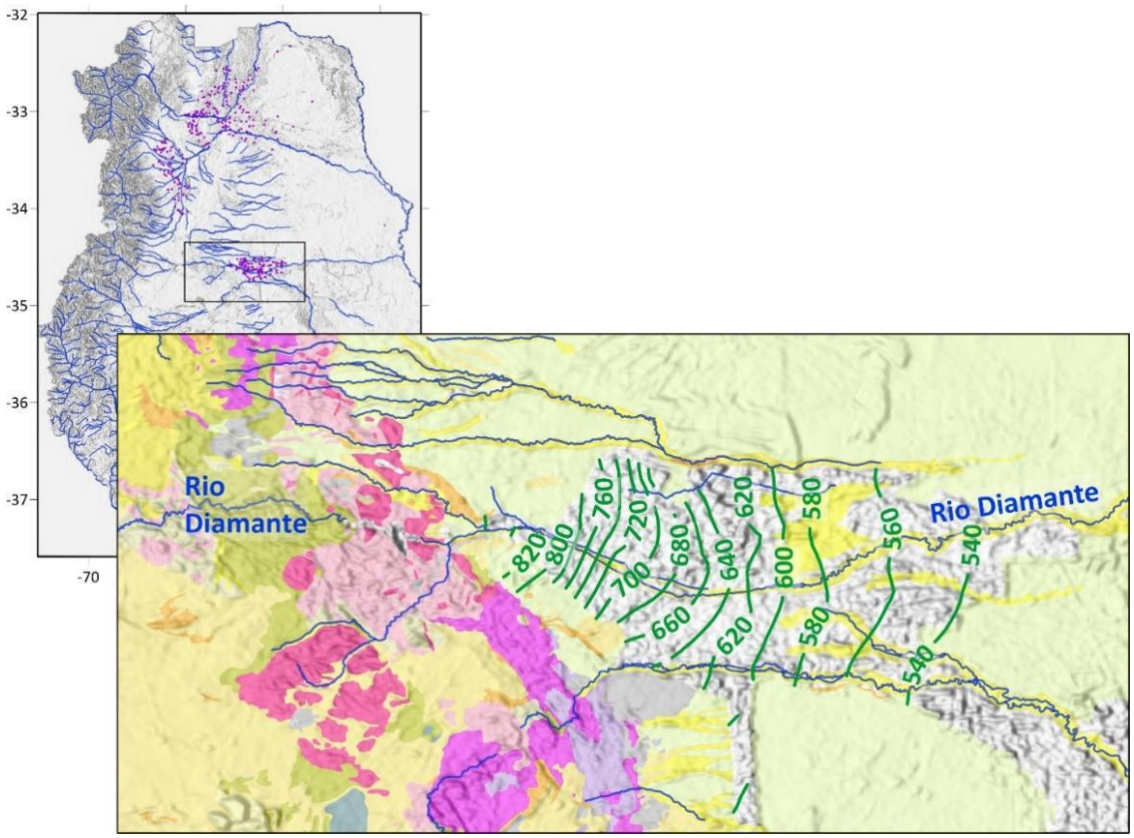


Ilustración 137. Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca Diamante y Atuel durante la temporada de invierno de 2021, contorneados en intervalos de 20 m. Los cursos de agua se denotan con líneas azules, incluido el río de Río Diamante que ingresa a la cuenca desde el oeste. Los sedimentitas marinos (amarillo fangoso) se destacan donde el río se acerca hacia la cuenca.



10.2.3.8. Reservas estimadas

La estimación del volumen total de agua almacenada en los depósitos aluviales de la cuenca, que abarca tanto el acuífero libre como los semiconfinados y confinados en toda su extensión, se basa en una fórmula que considera la extensión (8.000 km^2), el espesor saturado promedio (250 m) y el coeficiente de almacenamiento (0,10), resultando en un total de 200.000 hm^3. En el área de oasis, con un espesor saturado de hasta 250 metros, se calcula que el almacenamiento asciende a unos 32.500 hm^3.

El almacenamiento de agua subterránea y de volumen saturado también fue calculado con la medición de niveles de agua, la cota del terreno y la base de las perforaciones, y representando superficies virtuales que se seccionaban con la zonificación propuesta. Estos datos fueron realizados con un conjunto de mediciones del año 1995, y dieron los siguientes resultados: Volumen teórico total: 302.000 hm^3 y el saturado de 270.000 hm^3.

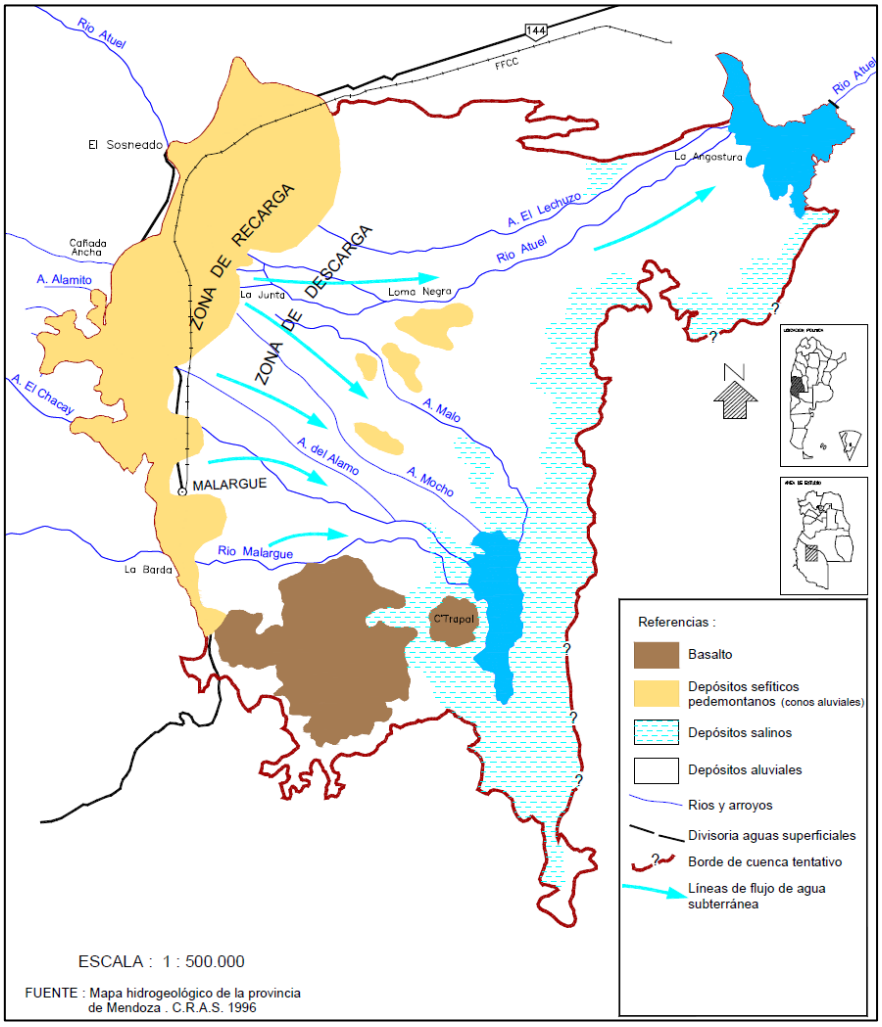
10.2.4. Cuenca de Malargüe o Malargüe - Llancanelo

10.2.4.1. Introducción. Ubicación y antecedentes

La explotación de agua subterránea en la cuenca Malargüe – Llancanelo, al sur de la provincia de Mendoza, es moderada, y el número de perforaciones activas no supera las 50 según este informe. Los límites naturales de la zona son la Cordillera de los Andes al oeste (Bloque de la Cordillera Frontal), las Sierras de Palauco al sur, las Sedimentitas Terciarias al norte y los afloramientos del Bloque San Rafael al este. La cubierta sedimentaria aportada por los ríos Atuel-Salado y los arroyos del sur hasta el río Malargüe se estima que tiene un espesor de 500 metros (

Ilustración).

Ilustración 138 Ubicación de la Cuenca de Malargüe y esquema hidrogeológico. INA-CRAS, 1996.



Sin embargo, el conocimiento hidrogeológico de la zona es limitado y hay pocas obras de captación de agua subterránea. La información actual solo es representativa de zonas muy específicas y no puede ser extrapolada a toda la región hidrogeológica.

10.2.4.2. Características hidrogeológicas

Los acuíferos principales de la cuenca hidrogeológica se encuentran en la cubierta sedimentaria inconsolidada formada por los productos de la erosión de los ríos Atuel, Salado, Malargüe y sus afluentes. Los sedimentos depositados en la Depresión de los Huarpes en el Valle Medio de los ríos formaron conos aluviales coalescentes en abanico en la cabecera de los cauces, que cambian a llanuras de inundación fluvial con el cambio de gradiente topográfico. La cuenca subterránea cubre aproximadamente 5.200 km2.

Los depósitos sefíticos pedemontanos son el área de recarga de los acuíferos, mientras que la descarga se produce en la zona de transición a llanura aluvial donde aflora en forma de bañados circundantes de cuerpos de agua libre. El régimen de recarga está relacionado con el régimen de los ríos y arroyos en la zona. Los conos aluviales en los depósitos sefíticos pedemontanos están claramente definidos, y la vegetación de freatófitas revela el límite entre el área de recarga y descarga del acuífero debido a la poca profundidad del nivel freático. El esquema hidrogeológico de la cuenca está expresado en la

Ilustración .

La profundidad del agua subterránea varía entre 10 y 40 m en las inmediaciones de la ciudad de Malargüe, pero es probable que aumente hacia el oeste en el área de recarga y disminuya hacia el este en la zona de descarga. La dirección predominante del flujo de agua subterránea es de oeste a este, convergiendo hacia la Laguna de Llancanelo.

No se han realizado estudios geológico-geofísicos sistemáticos que permitan definir los aspectos geométricos de la cuenca hasta el momento.

10.2.4.3. Calidad de Agua y Monitoreo de niveles

La cuenca cuenta con muy poca información de monitoreos químicos y casi inexistente relevamiento de niveles de agua. La escasa información obtenida actualizada proviene del trabajo realizado por el INA y publicado en el año 2014. En este se pueden obtener las siguientes conclusiones sobre la calidad del agua en la zona.

La salinidad del agua subterránea en el área de referencia varía entre 437 µS/cm medida en el pozo 19/58, ubicado en área de influencia del Aº Chacay y 2.272 µS/cm en el pozo del frigorífico Municipal.

- En la zona ubicada entre el área de influencia de los Aº Chacay y El Álamo se encuentran las condiciones de calidad más favorables de toda la cuenca con salinidades que varían entre 430 y 800 µS/cm aproximadamente.
- La zona central del área de recarga ubicada próxima al arroyo Bombilla tiene salinidades variables entre 1.000 y 2.200 µS/cm.
- En la zona de influencia del área urbana de Malargüe existen datos difíciles de correlacionar entre sí, principalmente cuando se analizan las características químicas que son bastante diferenciadas, incluso entre pozos con profundidades equivalentes de explotación.

10.2.4.4. Reservas estimadas

El INA en 2006 estimó el volumen de agua total almacenada en los depósitos aluviales de ambos ríos, en función del producto entre la extensión (5.200 km2), un espesor saturado promedio de 250 m y coeficiente de almacenamiento (0,10), en 130.000 hm3, considerando tanto al acuífero libre como a los semiconfinados y confinados en toda su extensión.

En una publicación del año 2000, personal de INA había estimado un espesor saturado menor (100 m) lo que les arrojó un resultado de reserva de agua subterránea en de unos 70.000 hm3 y las económicamente explotables en unos 2.100 hm3.

10.3. Descripción de otros acuíferos de las áreas de secano - tierras no irrigadas

En este apartado se describen las cuencas acuíferas que no están asociadas a los oasis irrigados de la provincia de Mendoza, como lo son:

- Región entre los ríos Tunuyán y Diamante
- Región Sur
- Cuenca de Uspallata (Valle de Uspallata)
- Cuenca del Río Colorado (borde sur de la provicnia de Mendoza, límitrofe con Neuquén).

La ubicación de estas cuencas puede verse en el mapa que resume los ambientes hidrogeológicos de la Provincia de Mendoza en la Ilustración 139. Dentro del Mapa de Disponibilidad estas áreas quedan clasificadas como “Disponibles con Limitaciones”.

Las estimaciones de volumenes descriptas aquí surgen del estudio “Inventario de recursos para la planificación y gestión de la región andina argentina. Subsistema Físico ambiental”, Programa de Cooperación para la Investigación entre la Junta de Gobierno de Andalucía, España y las Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina publicado en el año 2000.

10.3.1. Región entre los ríos Tunuyán y Diamante

La región entre los ríos Tunuyán y Diamante tiene alrededor de 16.800 km^2. Limita al norte y al sur con los ríos mencionados y al oeste con la Cerrillada Pedemontana. Al este, la sierra de Varela y los afloramientos del basamento resistivo actúan como borde de cuenca.

Los sedimentos en la región son principalmente gravillas, arenas, limos y arcillas depositados por ríos permanentes y efímeros o por acción eólica. Las gravillas y gravas son escasas y se encuentran en depósitos de cauces y paleocauces de ríos secos. Los sedimentos finos se encuentran en las partes distales de abanicos de explayamiento de dichos ríos secos. También hay depósitos loéssicos en algunos puntos.

La región tiene acuíferos libres, confinados y semiconfinados debido a la presencia de cuerpos permeables de tipo mantiforme y filiforme. Es posible que en algunos intervalos permeables de la parte superior de los terrenos terciarios existan acuíferos en esta porción de la llanura oriental.

No se conoce exactamente el espesor del relleno cuaternario y de los depósitos neoterciarios portadores de acuíferos en la mayor parte de la región. Se estima que el volumen total almacenado es de 168.000 hm3.

10.3.2. Región Sur

Esta región hidrogeológica se ubica al sur de Cuenca Sur (Diamante-Atuel) y se extiende al este hasta el territorio de San Luis, al sur a la provincia de La Pampa y al oeste hasta el inicio de las acumulaciones de rocas volcánicas. La porción de esta región hidrogeológica en territorio mendocino cubre aproximadamente 9000 km^2.

En la parte occidental de esta región, predominan los depósitos de gravas, gravillas y arenas, que contienen abundante material piroclástico y han sido redepositados en parte por acción de ríos efímeros. Al este de esta zona se encuentra la llanura aluvial distal del río Atuel, cuyos depósitos cubren una zona de aproximadamente 25 km de ancho y consisten en arenas finas limosas y limos en parte salinos. Al este de la llanura aluvial predominan las arenas eólicas, que localmente forman campos de dunas.

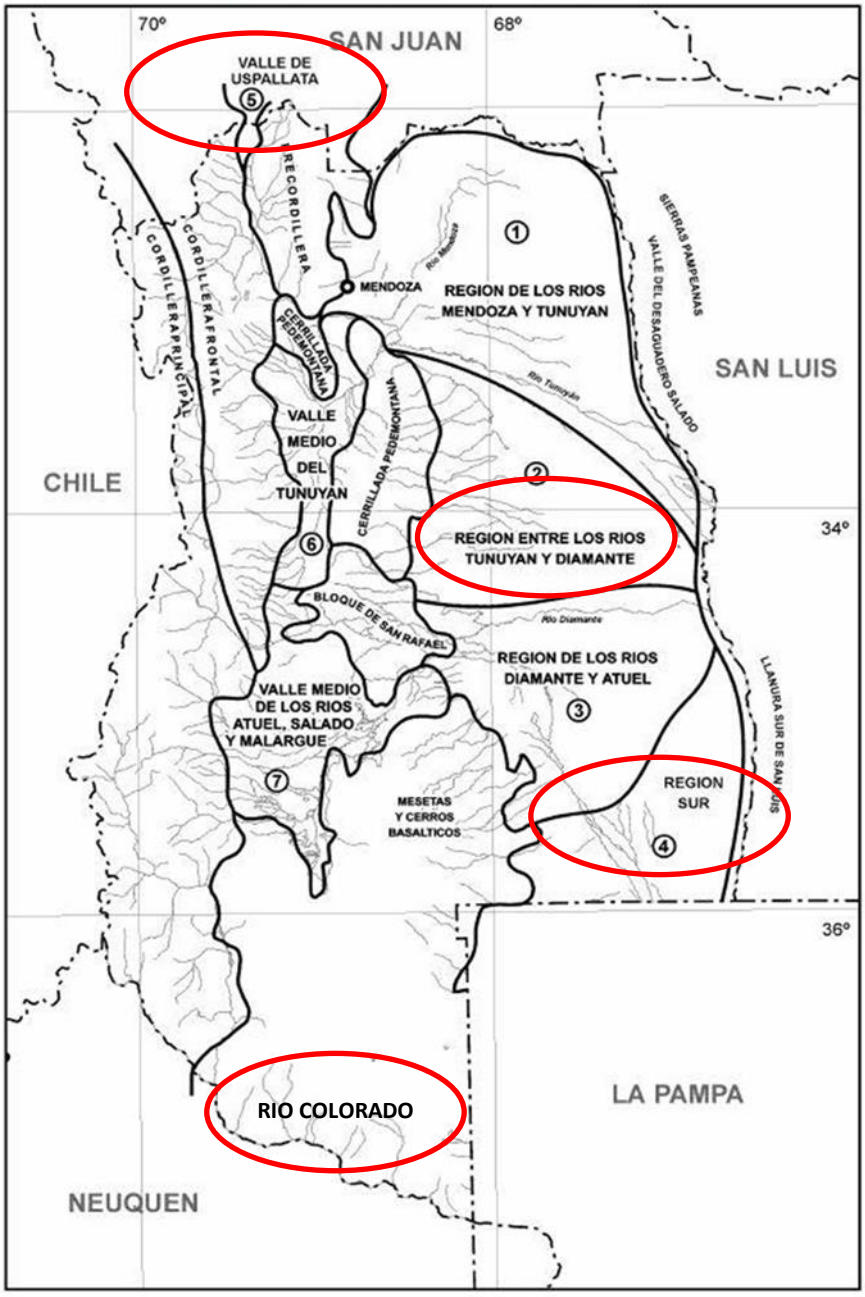
En la zona pedemontana, donde no hay ríos permanentes, el agua precipitada se infiltra rápidamente debido a la buena permeabilidad de los depósitos cuaternarios. La mineralización aumenta de oeste a este, y las aguas subterráneas cercanas a la llanura aluvial del río Atuel son de mala calidad, empeorando aún más hacia el este, siendo inapta para consumo humano, ganadero o agrícola.

Debido a la información disponible, es difícil estimar las reservas de agua subterránea en la zona pedemontana. Suponiendo que existen 200 km^2 con agua apta, un espesor saturado del Cuaternario de 25 metros, un acuífero libre y un coeficiente de almacenamiento de 0,1, la reserva de agua subterránea sería de 500 hm^3.

10.3.3. Cuenca de Uspallata

La cuenca de Uspallata se encuentra en el extremo noroeste de la provincia y al sur de la cuenca de Yalguaraz. Cubre una superficie de alrededor de 180 km^2. Está compuesta por sedimentos cuaternarios con granulometría mediana a gruesa y contiene acuíferos de buena calidad en los depósitos del centro del valle. También existen acuíferos de baja calidad en los sedimentos cuaternarios profundos y en algunos depósitos pliocenos de las lomadas de San Alberto.

Ilustración 139 Ubicación de los ambientes hidrogeológicos de la Provincia de Mendoza. En círculo rojo las cuencas acuíferas en zonas no irrigadas descriptas en este apartado.



Se han perforado pozos surgentes en la cuenca, que indican la presencia de acuíferos confinados cuyas características son desconocidas. No se dispone de datos publicados sobre el espesor del relleno cuaternario o los depósitos pliocenos permeables, ni de las porosidades eficaces, lo que dificulta la evaluación precisa del volumen de agua almacenado en la cuenca de Uspallata.

Sin embargo, se puede hacer una estimación conservadora del valor mínimo del recurso, asumiendo un coeficiente de almacenamiento igual al de la cuenca de Yalguaraz y un espesor saturado de al menos 50 metros. Se desconoce la cantidad de agua almacenada en los acuíferos confinados debido a la falta de información sobre la zona de confinamiento. Con estas limitaciones, se estima que la reserva de agua subterránea en la cuenca de Uspallata es de al menos 900 o 1.000 hm^3.

10.3.4. Cuenca del río Colorado

La cuenca del río Colorado alberga acuíferos principalmente en los intervalos arenosos permeables del Grupo Neuquén, de edad cretácica superior (Unidad KN) que aflora a ambas márgenes del río. Sólo en el subálveo del río se encuentran depósitos cuaternarios acuíferos, mientras que los restantes sedimentos de esta edad se encuentran en posición topográfica elevada.

Se estima que la porción mendocina de la cuenca tiene una extensión mínima de 1.750 km^2. Sin embargo, los límites del área donde los estratos del Grupo Neuquén contienen acuíferos no están definidos en la zona cubierta por los basaltos de la parte suroriental de la provincia.

La recarga de estos acuíferos se produce principalmente por infiltración desde el río Colorado a través de los depósitos permeables de su subálveo. Además, se espera que una cantidad significativa de agua provenga de la infiltración a través de fisuras y oquedades de las rocas basálticas cenozoicas que cubren los depósitos cretácicos en las partes norte y este de la cuenca.

Se estima que hay un volumen mínimo de 1.750 hm^3 de agua almacenada en las capas permeables del Grupo Neuquén. Basándose en un espesor mínimo de depósitos acuíferos de 100 metros y considerando que estos acuíferos son en su mayoría confinados, el coeficiente de almacenamiento puede variar entre 0,001 y 0,01.

10.4. Usos (pozos: número, producción, profundidades, etc.)

El Departamento General de Irrigación cuenta con un registro de 20.054 perforaciones en la Provincia de Mendoza en su base de datos (al año 2021). La mayoría de estos pozos están ubicados en el Oasis Norte, donde se han registrado la mayor cantidad de altas de perforaciones, superando significativamente a las registradas en los Oasis Centro y Sur. (Tabla).

Tabla 45 Perforaciones de Alta Registral por Departamento y por Oasis, registros DGI, 2021.

Departamento	Nº pozos	Total x Oasis	Oasis
Capital	42	14 899	Oasis Norte
Las Heras	596		
Guaymallén	1782		
Godoy Cruz	49		
Luján de Cuyo	1072		
Maipú	3164		
San Martín	3015		
Junín	1027		
Rivadavia	1249		
Santa Rosa	1097		
La Paz	133		
Lavalle	1673		
Tupungato	642	2548	Oasis Centro
Tunuyán	1004		
San Carlos	902		
San Rafael	2087	2607	Oasis Sur
General Alvear	411		
Malargüe	109		
Total	20 054	20 054	

En cuanto al uso del agua subterránea en la provincia, el principal destino es para fines agrícolas, representando el 84% del total de captaciones. En segundo lugar, con un 7% del total de captaciones, se encuentran las perforaciones destinadas al uso común, que abastecen de agua destinada a un uso doméstico a viviendas que no cuentan con servicio público. Las captaciones destinadas al uso industrial representan el 4% del total, mientras que el abastecimiento poblacional se ubica en un 2,5%. Otros usos contemplados por la legislación son minoritarios, y se detallan en la

Tabla .

Tabla 46 Distribución porcentual de las perforaciones según su uso. Registros DGI, 2021.

USO	Nº DE POZOS	%
Agrícola	16 828	83,91%
Común o Doméstico	1 406	7,01%
Industrial	788	3,93%
Abastecimiento Población	514	2,56%
Recreativo	184	0,92%
Refuerzo de dotación	137	0,68%
Ganadero	85	0,42%
Monitoreo de acuífero	53	0,26%
Público	33	0,16%
Minería y Petróleo	16	0,08%
Agua Mineral	6	0,03%
Avícola	3	0,01%
Termal	1	0,00%
Total	**20 054**	

El agua subterránea riega alrededor de 80 mil hectáreas de tierras cultivadas en la provincia, siendo las de mayor desarrollo de riego por agua subterránea las cuencas Centro y Norte (Tabla 47).

Tabla 47 Superficie regada por agua subterránea por cuenca. Registros DGI, 2021.

Oasis	Cuenca	Superficies (ha)
Río Mendoza	Cuenca Norte	15 825
Río Tunuyán Inferior	Cuenca Norte	17 545
Río Tunuyán Superior	Cuenca Centro	43 643
Río Diamante	Cuenca Sur	336
Río Atuel	Cuenca Sur	330
Río Malargüe	Cuenca Malargüe	1 490

10.5. Producción anual de agua subterránea

En este apartado se presentan la actualización de los valores estimados de la producción de agua subterránea. Debido a que la mayoría de los pozos son con destino de uso agrícola (84%), una de las metodologías utilizadas fue realizar un censo en los establecimientos agropecuarios para conocer la cantidad de pozos activos y los datos relevantes a uso y destino agrícola. Esta metodología se aplicó en Cuenca Norte para la Margen Derecha del río Mendoza y para la Cuenca Centro.

Para la Margen Izquierda de Río Mendoza y Tunuyán Inferior (Cuenca Norte) se aplicó la estimación basada en el consumo eléctrico de las perforaciones cuyas bombas estuvieran conectadas a la red eléctrica. La metodología empleada para dicho cálculo puede resumirse en los siguientes pasos:

1) Se utilizó la tabla de consumo por medidor eléctrico por mes del año 2021 proporcionada por el EPRE para calcular la Energía Total Consumida en cada mes y registrar la Potencia de una zona específica. Con estos datos, se determinó la energía teórica y un factor de uso (corrección) asumiendo un funcionamiento continuo del pozo durante todo el día, todos los días.
2) Basándose en un ensayo realizado por el INA, se obtuvo un porcentaje de rendimiento de una perforación, el cual se aplicó en una fórmula para estimar el caudal de bombeo a partir del consumo, la profundidad del agua y el rendimiento de la bomba.
3) Los medidores se distribuyeron utilizando la información geoespacial y se creó un ráster que representaba la profundidad de agua dinámica para cada cuenca, utilizando mediciones de niveles estáticos realizadas anualmente durante el invierno. A cada punto (medidor) se asignó a un nivel de píxel correspondiente en el ráster, otorgándole una profundidad de agua específica.

4) Utilizando el nivel de agua, el rendimiento y las potencias previamente obtenidas, se calculó el volumen extraído por medidor considerando un funcionamiento teórico continuo durante todo el año.
5) Para obtener el volumen bombeado corregido, se redujo dicho volumen utilizando el factor de uso calculado previamente, el cual se basa en las horas efectivas de consumo eléctrico.

10.5.1.1. Margen Derecha Río Mendoza – Cuenca Norte

A partir del relevamiento de perforaciones realizado, se ha obtenido información acerca de la extracción de agua subterránea en el Margen Derecha, estimada en 129 hm³/año. La

Tabla presenta los resultados del relevamiento, detallando la cantidad de perforaciones activas destinadas a la actividad agrícola que extraen agua del acuífero, el volumen de agua bombeado por cada perforación en las distintas zonas del acuífero y la superficie de hectáreas que son regadas con agua subterránea.

Tabla 48 Resultados del relevamiento de perforaciones de la Margen Derecha del río Mendoza y volumen de producción de agua subterránea por zona.

	Zona Norte	Zona Centro	Zona Sur	Sin Zona	Total
Perforaciones Activas	131	268	143	5	547
Volumen de Bombeo (hm³/a)	31	82	16		129
Superficie Cultivada (ha)	4 143	7 877	1 387		13 407

10.5.1.2. Cuenca Centro (Valle de Uco)

El relevamiento de perforaciones en esta cuenca estima un volumen de agua bombeado para fines agrícolas es de 441 hm³/año. Los datos de perforaciones, superficie cultivada y volumen bombeado para cada zona se presentan en la Tabla .

Tabla 49. Perforaciones de Cuenca Centro o Valle de Uco y volumen de producción de agua subterránea por zona.

	Zona Libre Norte	**Total Libre Centro**	**Zona Libre Sur**	**Zona Libre Confinado**	**Total**
Perforaciones Activas	256	171	143	1 196	1 766
Perforaciones Inactivas	29	22	41	230	322
Volumen de Bombeo (hm³/a)	94	66	36	245	441
Superficie Cultivada (ha)	10 346	7 870	3 684	22 732	44 632

10.5.1.3. Margen Izquierda Río Mendoza – Cuenca Norte

Para las perforaciones ubicadas dentro del área del Margen Izquierda del Río Mendoza el volumen de bombeo estimado para el año 2021 está en un rango de 1.000 -1.200 hm³/año.

Los cálculos realizados por personal del DGI arrojaron los siguientes datos: el rendimiento mínimo en función del nivel dinámico calculado fue de 1.017 hm³ y el rendimiento medio de 1.271 hm³. El rendimiento mínimo y medio en función al nivel estático fue de 2.590 y 3.238 hm³ respectivamente.

10.5.1.4. Tunuyán Inferior – Cuenca Norte

Para las perforaciones ubicadas dentro del área de la subcuenca del río Tunuyán Inferior, el volumen de bombeo para los datos de consumo eléctrico del año 2021 se encuentra dentro del rango de 1.100 -1.400 hm³/año.

El detalle de los cálculos realizados por personal del DGI obtuvo los siguientes valores: el rendimiento mínimo para el nivel dinámico fue de 1.116 hm³ anuales, y el rendimiento medio fue de 1.394 hm³. El rendimiento mínimo y medio para el nivel estático resultó de 2.276 y 2.846 hm³ respectivamente.

10.6. Observaciones: Información Disponible Sobre Aguas Subterráneas

Con respecto a la información disponible para la descripción de los acuíferos, la misma es muy basta y extensa. Parte de esta información fue generada por el DGI y otra parte fue generada por otras instituciones como el Instituto Nacional del Agua (INA). Si bien en algunas cuencas esta información es antigua y tiene distintos niveles de desarrollo es información adecuada para conocer las características principales de los acuíferos. Se sugiere realizar estudios de base para mejorar el conocimiento hidrogeológico de los acuíferos de la provincia sobre todo en aquellas zonas donde no se cuente con información detallada. Esta información deberá ser integrada con los datos provenientes de los monitoreos que se realicen en cada cuenca.

- Acerca de la información del monitoreo de niveles estáticos, se puede decir que los datos son muy abundantes y las series de tiempo permiten tener una muy buena idea de la variación del nivel del agua con el paso del tiempo. Las redes de monitoreo representan de buena manera el comportamiento de los acuíferos.
- En relación con la información disponible sobre los monitoreos de calidad de agua subterránea, si bien no está actualizada en todos los acuíferos, se puede identificar para cada cuenca la variación de conductividad en función de la profundidad.
- Sobre la estimación de las reservas, hay información de referencias generada por el INA e información más moderna generada por el DGI. Si bien son números estimados permite obtener una idea preliminar del orden de magnitud de las reservas de agua subterránea en la provincia. Se sugiere junto con la realización de estudios de base, que se implementes procesos de monitoreo continuo de la variación de niveles de los acuíferos para conocer su variación durante el año.
- Se presenta información muy detallada con respecto a la cantidad de perforaciones registradas, los tipos de usos para las que fueron autorizadas, así como también su distribución por cuenca y departamento.
- Se presenta una estimación de las hectáreas que se riegan en cada cuenca con agua subterránea. Esta información permite tener una idea de la importancia del uso del agua subterránea cada una de las cuencas.
- Con respecto a los volúmenes de agua subterránea que se extraen de los acuíferos se presenta una información muy detallada de las Cuenca Centro y de la Margen Derecha del Rio Mendoza, la misma fue generada mediante el relevamiento de las perforaciones. Con respecto a las otras cuencas, se presenta una estimación de bombeo mediante los consumos de energía. Esta información es relevante ya que junto con la información de las hectáreas bajo riego permiten valorar la importancia del recurso para Mendoza. La información que resulta de los relevamientos realizados en la Cuenca Centro y de la Margen Derecha del Rio Mendoza es muy relevante para la gestión del agua en estas cuencas, debería replicarse para las otras cuencas de la provincia.

11. CAPÍTULO ONCE: DEMANDAS DE AGUA

11.1. Superficies empadronadas

A los efectos de la caracterización de la demanda de agua superficial, es fundamental determinar las superficies concesionadas, ya que será en base a esta información que se procesarán las distintas demandas, según sea su naturaleza de concesión.

Cabe aclarar que el padrón de regantes es un registro dinámico en el tiempo, ya que se dan de alta o baja los usuarios según distintas situaciones.

11.1.1. Cuenca del Río Mendoza

La superficie total empadronada (108.611ha) surge de considerar todos los empadronamientos vigentes a la fecha del Informe del Balance Hídrico del Río Mendoza 2020, tomando en consideración la superficie sin reducción para riego.

Tabla 50. Superficie empadronada y categorías de derecho del río Mendoza (ha)

Superficie Empadronada (Ha)	Definitivo	Eventual	Desagües	Sobrantes	Dominio Privado	Permisos Precarios	Total
Dotada en Cipolletti	45.201	31.733	2.087	297	5	7.068	86.391
Dotada en Alta Montaña	257	3.209	0	0	183	2.905	6.554
Dotada por otras fuentes	573	5.253	1.381	101	280	8.713	16.301
Total	46.031	40.195	3.468	398	468	18.686	109.246

Cabe mencionar que en la Tabla 50, no fueron consideradas las categorías Fuerza Motriz o Industriales que no corresponden a uso no consuntivo, Desagüe por Drenaje (corresponde a la limpieza de piletas de la planta depuradora Alto Godoy, que genera un desagüe), Permiso Temporario y Desaguantes Industriales (corresponde a industrias que vuelcan al canal Pescara), como así también los empadronamientos refuerzos de verano, por corresponder a refuerzo de dotación a usuarios con otras categorías.

La superficie empadronada dotada en Cipolletti, corresponde a todos aquellos empadronamientos cuyos usos se sitúan agua abajo del embalse Potrerillos y que en su gran mayoría son abastecidos por los aportes del río desde el dique derivador Cipolletti. La superficie empadronada y dotada en Alta Montaña, corresponde a todos aquellos usos abastecidos por ríos y arroyos situados aguas arriba del embalse Potrerillos, como ser Río Blanco, Arroyo San Alberto/Uspallata, El Salto y Cacheuta. Y la superficie empadronada y dotada por otras fuentes, corresponde a todos aquellos usos abastecidos desde plantas de tratamiento de efluentes cloacales (A.C.R.E) y zonas de vertientes o manantiales.

11.1.2. Subcuenca del Tunuyán Superior

La superficie total empadronada es de 54.975ha, la cual surge de considerar todos los empadronamientos vigentes a diciembre de 2022, tomando en consideración la superficie sin reducción para riego.

Tabla 51 Superficie empadronada y categorías de derecho del Tunuyán Superior

Superficie Empadronada (Ha)	Definitivo	Eventual	Desagües	Sobrantes	Dominio Privado	Permisos Precarios	Total
Dotada en Dique Valle de Uco	13.712	1.551	2.217	28	0	1.460	18.968
Dotada por Manantiales	3.932	310	385	0	2.922	1.206	8.755
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	14.835	2.246	413	52	3.383	6.323	27.252
Superficie Total empadronada	32.479	4.107	3.015	80	6.305	8.989	54.975

La superficie empadronada dotada en Valle de Uco, corresponde a todos aquellos empadronamientos cuyos usos se encuentran situada en la infraestructura de riego que se desprende del canal Matriz de Valle de Uco y que son abastecidas por los aportes del río. La superficie empadronada y dotada por manantiales, corresponde a todos aquellos empadronamientos abastecida por la infraestructura que se deriva de los arroyos de vertientes y/o manantiales, que son el resultado de complejas interacciones entre aportes del acuífero, aportes superficiales y subsuperficiales provenientes principalmente del sector irrigado desde el Dique Valle de Uco, situados principalmente en el Departamento de Tunuyán, correspondientes a los canales Caroca, Arroyo Claro, Manantiales de Tunuyán y Arroyo Guiñazu. La superficie empadronada y dotada por los arroyos de codillera frontal, son todos aquellos empadronamientos que se encuentra abastecidos por la infraestructura de conducción que se derivada de ríos y arroyos de régimen nival, pudiendo destacar al río Las Tunas en el Departamento de Tupungato, y el sistema de los arroyos Yaucha y Aguanda en el Departamento de San Carlos.

11.1.3. Subcuenca del Tunuyán Inferior

La superficie total empadronada es de 76.404ha, la cual surge de considerar todos los empadronamientos vigentes a diciembre de 2022, tomando en consideración la superficie sin reducción para riego.

Tabla 52 Superficie empadronada y categorías de derecho del Tunuyán Inferior

Superficie Empadronada (Ha)	Definitivo	Eventual	Desagües	Sobrantes	Dominio Privado	Permisos Precarios	Total
Dotada en Dique Tiburcio Benegas	64.890	6.079	0	236	0	5.199	76.404

11.1.4. Cuenca del Río Diamante

La superficie total empadronada es de 72.033ha, la cual surge de considerar todos los empadronamientos vigentes a diciembre de 2022, tomando en consideración la superficie sin reducción para riego.

Tabla 53. Superficie empadronada y categorías de derecho del río Diamante

Superficie Empadronada (Ha)	Definitivo	Eventual	Desagües	Sobrantes	Dominio Privado	Permisos Precarios	Total
Dotada en Dique Galileo Vitali	49.182	16.346	0	0	0	2033	65.653
Dotada por desagües y drenajes	0	16	5.758	0	0	605	6.380
Superficie Total Empadronada	49.182	16.362	5.758	0	0	2.638	72.033

La superficie empadronada dotada en Galileo Vitali, corresponde a todos aquellos empadronamientos cuyos usos se sitúan agua abajo del embalse El Tigre y que en su gran mayoría son abastecidos por los aportes del río desde el dique derivador Galileo Vitali. La superficie empadronada y dotada por desagües y drenaje, corresponde a todos aquellos empadronamientos abastecida por la infraestructura que se deriva de infraestructura de desagüe y drenaje, que son el resultado del abatimiento de los niveles freáticos, aportes superficiales y subsuperficiales provenientes principalmente del sector irrigado desde el Dique, situados principalmente en la zona distales del oasis productivo, correspondientes a los canales Resolana, Retamito, Hijuela Española, Hijuela Los Claveles, Arroyo del Medio y Ciénegas del Toran, e Hijuela el Algarrobal.

Cabe mencionar que en la Tabla , no fueron consideradas las categorías Fuerza Motriz, dado que no corresponden a un uso no consuntivo.

11.1.5. Cuenca del Río Atuel

La superficie total empadronada es de 1.070.682ha, la cual surge de considerar todos los empadronamientos vigentes a diciembre de 2022, tomando en consideración la superficie sin reducción para riego.

Tabla 54 Superficie empadronada y categorías de derecho del río Atuel

Superficie Empadronada (Ha)	Definitivo	Eventual	Desagües	Sobrantes	Dominio Privado	Permisos Precarios	Total
Dotada en Dique Valle Grande	62.022	43.541	114	1.032	0	809	107.517
Dotada en Tomas Superiores	2.427	387	0	0	0	117	2.931
Dotada en Acueducto Genadero	0	0	0	0	0	960.234	960.234
Superficie Total empadronada	64.449	43.928	114	1.032	0	961.160	1.070.682

La superficie empadronada dotada en dique Valle Grande, corresponde a todos aquellos empadronamientos cuyos usos se sitúan agua abajo de dicho dique, a través de las diversas tomas ubicadas sobre el cauce del río. La superficie empadronada y dotada en tomas superiores, corresponde a todos aquellos empadronamientos abastecidos por la infraestructura que se deriva del río aguas arriba del sistema de embalses, correspondientes a los canales La Junta, El Sosneado y Coihueco. La superficie empadronada y dotada en acueducto ganadero, corresponde a la superficie que es servida por medio del acueducto ganadero Bowen Canalejas, para uso ganadero, debiendo resaltar que dicha superficie no es equiparable al resto, por su condición de uso de bebida animal.

Cabe mencionar que en la Tabla 54, no fueron consideradas las categorías Fuerza Motriz dado que no corresponden a un uso no consuntivo.

11.1.6. Cuenca del Río Malargüe

La superficie total empadronada es de 7.816ha, la cual surge de considerar todos los empadronamientos vigentes a diciembre de 2022, tomando en consideración la superficie sin reducción para riego.

Tabla 55 Superficie empadronada y categorías de derecho del río Malargüe

Superficie Empadronada (Ha)	Definitivo	Eventual	Desagües	Sobrantes	Dominio Privado	Permisos Precarios	Total
Dotada por el Río	367	2.222	0	0	0	1.538	4.127
Laguna Llancanelo		2.479	0	0	0	0	2.479
Dotada por arroyos	0	26	0	0	200	984	1.210
Superficie Total Empadronada	367	4.727	0	0	200	2.522	7.816

La superficie empadronada dotada por el río corresponde a todos aquellos empadronamientos cuyos usos se sitúan sobre infraestructura de riego derivada desde el cauce del río Malargüe, principalmente desde el Dique Blas Brisoli, y en menor medida por la zona denominada como Las Chacras. La superficie empadronada y dotada por arroyos, corresponde a todos aquellos empadronamientos abastecidos por infraestructura que se deriva de los arroyos El Alaminto y El Chacay. La superficie empadronada Laguna Llancanelo, corresponde a la superficie empadronada para el abastecimiento de la misma, aguas debajo del oasis irrigado.

11.1.7. Cuenca del Río Grande

La superficie total empadronada es de 73.293,09ha, la cual surge de considerar todos los empadronamientos vigentes a diciembre de 2022, tomando en consideración la superficie sin reducción para riego.

Tabla 56. Superficie empadronada y categorías de derecho del río Grande

Superficie Empadronada (Ha)	Definitivo	Eventual	Desagües	Sobrantes	Dominio Privado	Permisos Precarios	Total
Total	71.045	0	0	0	0	17	73.293

Cabe mencionar que la superficie empadronada de 71.045 ha de carácter definitivo, todas ellas de uso agrícola, en la actualidad no se encuentra dotadas, por no disponerse de la infraestructura para su utilización.

11.2. Abastecimiento poblacional

En la provincia de Mendoza, la demanda para uso poblacional se abastece mayoritariamente mediante agua superficial procedente de los ríos o desde la red de riego desprendida de los mismos.

El servicio de potabilización y distribución de agua potable lo realiza mayoritariamente la Empresa Agua y Saneamiento Mendoza SAPEM (AySAM) y en menor proporción, participan los Municipios, así como cooperativas de vivienda y uniones vecinales. En estos últimos dos casos se trata, en general, de fuentes subterráneas.

Tabla 57 Estado y distribución de los operadores de abastecimiento poblacional[87]

Tipo de Gestión de Operadores	Cantidad Operadores	Cuentas aproximadas	Cantidad de medidores	Medidores faltantes
Gestión Comunitaria	124	92.305 (14,8%)	51.716	40.589
Privados	5	2.297 (0,4%)	1.930	367
Municipales	12	97.191 (15,8%)	0	97.191
AySAM	1	422.614 (69%)	36.359	386.255
Total	142	614.407 (100%)	90.005	524.402

Como se puede observar en la tabla la instalación de micromedidores alcanza aproximadamente 15% del total de cuentas, en donde los operadores de gestión comunitaria, en un esfuerzo permanente han alcanzado la instalación del 51% de medidores, abarcando más de 50.000 cuentas con micro medición, al igual que los privados que alcanzan un 84%.

Los abastecimientos realizados a plantas potabilizadoras desde fuentes de agua superficial, como canales o cauces naturales, disponen en su gran mayoría de estructuras de aforo al ingreso, a partir de las cuales el Departamento General de Irrigación efectúa un control de los volúmenes dotados. En tanto que, en lo respecto a los pozos de abastecimiento poblacional, cabe mencionar que, desde el Departamento General de Irrigación, no se realiza mediciones de caudal, por lo tanto, el nivel de consumo asociado al abastecimiento dotado desde el agua subterránea indefectiblemente debe estimado, ya sea por nivel de consumo eléctrico asociados a las perforaciones, o por el nivel de conexiones o población abastecida.

11.2.1. Cuenca del Río Mendoza

En la Cuenca del río Mendoza, el mayor prestador es la Empresa Agua y Saneamiento Mendoza SAPEM (AySAM). Participan los Municipios de Luján de Cuyo y de Maipú en los respectivos departamentos, así como cooperativas de vivienda y uniones vecinales.

En la Tabla 58 se muestra la cantidad de plantas y perforaciones existentes en la cuenca para la provisión del servicio. En las Tabla 58 y 59 se detallan los establecimientos potabilizadores, su ubicación y el caudal empadronado de origen superficial. En la Figura 140 se visualiza la ubicación espacial en imagen satelital.

[87] Información del Ente Provincial de Agua y Saneamiento

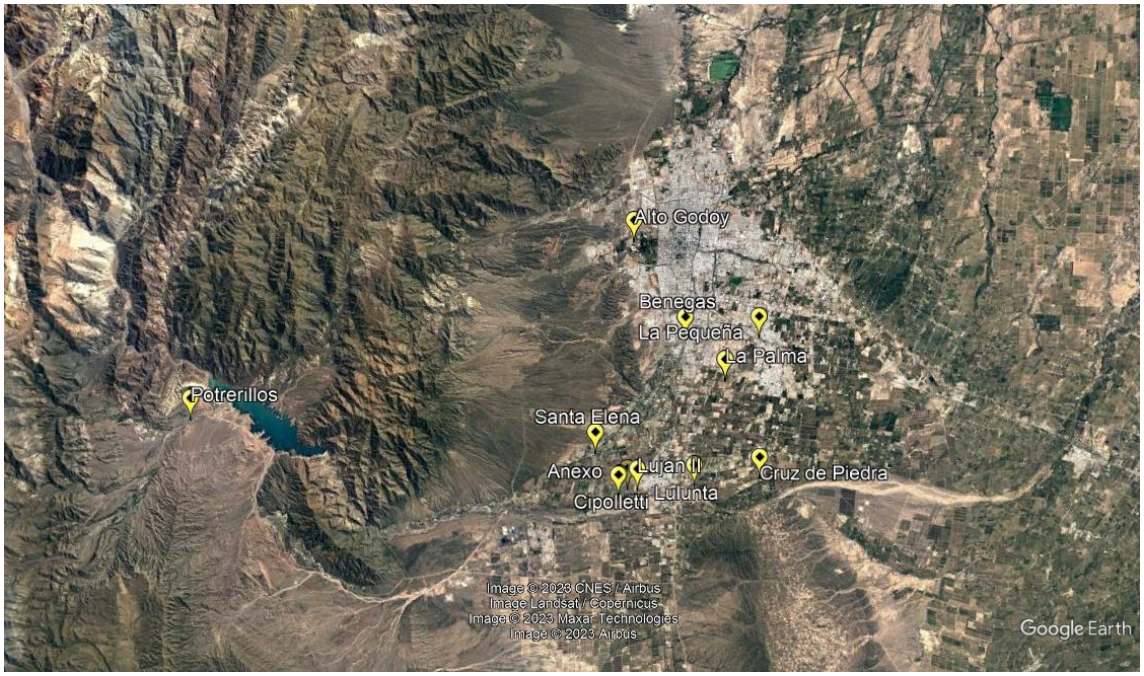
Tabla 58. Cantidad de perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable en río Mendoza

Departamento	Plantas Potabilizadoras				Perforaciones			
	AySAM	Municipio	Otras	Total	AySAM	Municipio	Otras	Total
Capital	1			1	3		5	8
Godoy Cruz	1			1				0
Guaymallén				0	35	1	33	69
Las Heras	5			5	15	2	15	32
Lavalle	0			0	17	3	14	34
Luján de Cuyo	4	2		6	3	21	12	36
Maipú		4		4	1	60	8	69
Total	11	6		17	74	87	87	248

Tabla 59. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en la cuenca del río Mendoza

Planta Potabilizadora	Operador	Departamento	Ubicación		Caudal [l/s]	Captación de Origen
			Latitud	Longitud		
Luján I	AySAM	Luján de Cuyo	33°02'26.2''S	68°54'21.23''O	2100	La Copa/Canal Compuertas
Luján II	AySAM	Luján de Cuyo	33°02'30.1''S	68°53'54.51''O	800	La Copa/Canal Compuertas
Anexo	AySAM	Luján de Cuyo	33°02'38.01''S	68°54'47.4''O	583	Hij. Matriz 1° Vistalba
Benegas	AySAM	Godoy Cruz	32°57'00.23''S	68°50'57.8''O	450	Canal Jarillal
Alto Godoy	AySAM	Ciudad	32°53'09.00''S	68°52'45.47''O	1050	Canal Civit
Potrerillos	AySAM	Luján de Cuyo	32°57'51.59''S	69°13'22.67''O	1100	Río Blanco
Villa Las Cuevas	AySAM	Las Heras	32°48'50.3''S	70°02'55.74''O	5	A° y Vertientes Alta Montaña
Punta de Vacas	AySAM	Las Heras	32°51'4.78''S	69°45'20.46''O	5.5	A° y Vertientes Alta Montaña
Polvaredas	AySAM	Las Heras	32°47'36.04''S	69°39'9.11''O	7	A° y Vertientes Alta Montaña
Penitentes	AySAM	Las Heras	32°50'28.31''S	69°50'37.64''O	5	A° y Vertientes Alta Montaña
Puente de Inca	AySAM	Las Heras	32°49'24.09''S	69°54'45.43''O	7	A° y Vertientes Alta Montaña
Cipolletti	Municipio Luján	Luján de Cuyo	33°02'37.35''S	68°54'45.97''O	850	Hij. Matriz 1° Vistalba
Santa Elena	Municipio Luján	Luján de Cuyo	33°00'55.62''S	68°55'35.73''O	60	Hij. Matriz 1° Vistalba
Lulunta	Municipio Maipú	Maipú	33°02'36.19''S	68°51'20.31''O	295	Canal San Martín
Cruz de Piedra	Municipio Maipú	Maipú	33°02'35.39''S	68°48'22.02''O	230	Canal San Martín
La Pequeña	Municipio Maipú	Maipú	32°57'18.25''S	68°47'39.34''O	70	Hij. Pereyra
Palma	Municipio Maipú	Maipú	32°58'46.34''S	68°49'23.97''O	230	Hij. Palma

Ilustración 140. Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en cuenca río Mendoza



El total de conexiones de abastecimiento poblacional dotadas desde la cuenca del río Mendoza son aproximadamente 354.209, de las cuales 263.209 corresponde a la empresa AySAM, 35.000 al Municipio de Luján y 56.000 al Municipio de Maipú, dotando a un total aproximado de 1.153.600 habitantes, correspondiente a los Departamento de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo y Maipú.

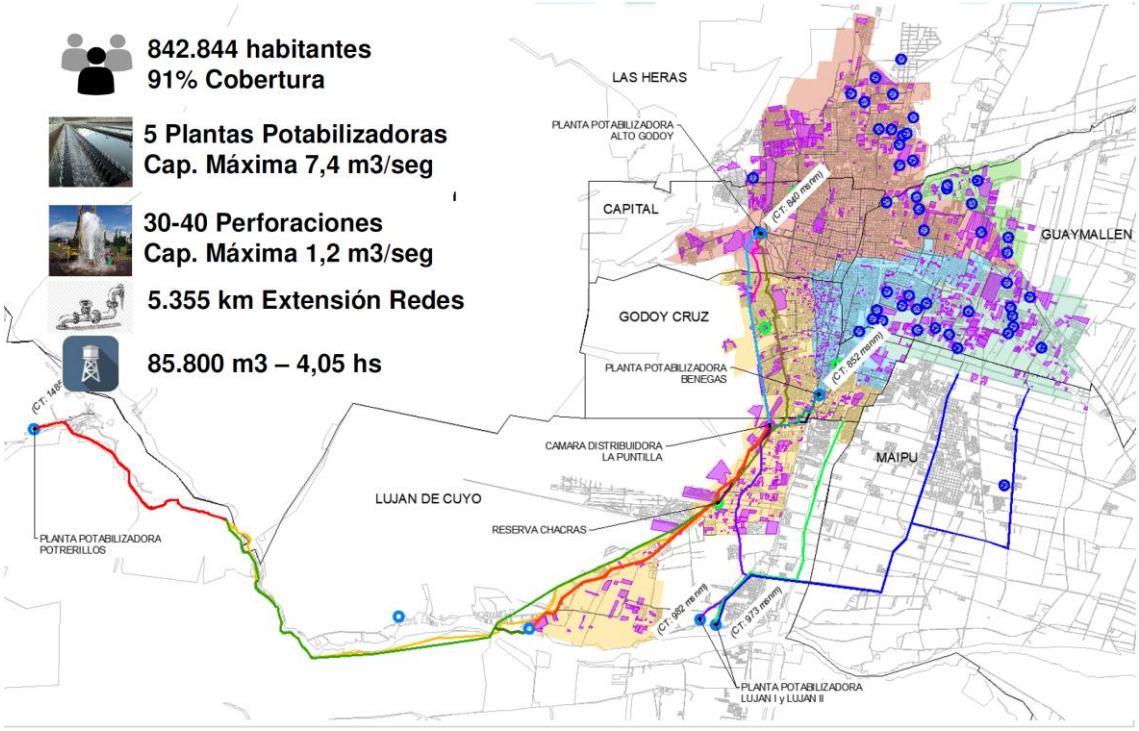
En la Tabla 60 se muestra el volumen de agua destinada para el abastecimiento de las plantas de Luján I, Luján II, Anexo, Benegas, Alto Godoy, Cipolletti, Santa Elena, Lulunta, Cruz de Piedra, La Pequeña y Palma, para los últimos ciclos, según mediciones realizadas por la Subdelegación de Aguas del Río Mendoza, en el dique Cipolletti. Cabe destacar que en la presente tabla no se tiene en cuenta la planta de Potrerillos, dado que la misma es abastecida desde el Río Blanco, cuyo consumo se estima en aproximadamente 40 hm^3/año.

Tabla 60. Agua dotada para abastecimiento poblacional en dique Cipolletti

Ciclo	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Volumen [hm3]	214	216	214	215	217	217	220	217	219
Ciclo	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Volumen [hm3]	217	215	214	219	228	230	231	236	243

Teniendo estos presente niveles de abastecimiento (283hm^3/año) y la cantidad de habitantes abastecidos, el consumo de agua cruda por habitante se encuentra comprendido entre 650 a 700 l/hab.día, con consumos estimados a nivel domiciliario de 352 l/hab.día, según estudios realizados por la empresa AySAM, es decir perdidas a nivel de red de distribución de aproximadamente el 50%.

Ilustración 141. Sistema de distribución macro de AySAM Gran Mendoza[88]



11.2.2. Subcuenca Tunuyán Superior

El abastecimiento de población de los departamentos del Valle de Uco se realiza a través de aguas superficiales y perforaciones administradas por diferentes operadores.

En la Tabla se muestra la cantidad de plantas y perforaciones existentes en la cuenca para la provisión del servicio.

En lo que, respecto al abastecimiento poblacional con aguas superficiales, se enumeran los organismos potabilizadores y los consumos empadronados en la Tabla 61. En la Figura 142 se visualiza la ubicación espacial en imagen satelital.

La Tabla muestra Cantidad de perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable en la subcuenca del río Tunuyán Superior.

Tabla 61. Plantas potabilizadoras y perforaciones por departamento

Departamento	Plantas Potabilizadoras				Perforaciones			
	AySAM	Municipio	Otras	Total	AySAM	Municipio	Otras	Total
San Carlos					10	2	3	15
Tunuyán	1	1	2	4	8	1	20	29
Tupungato		2		2		14		14
Total	2	3	3	7	18	17	23	58

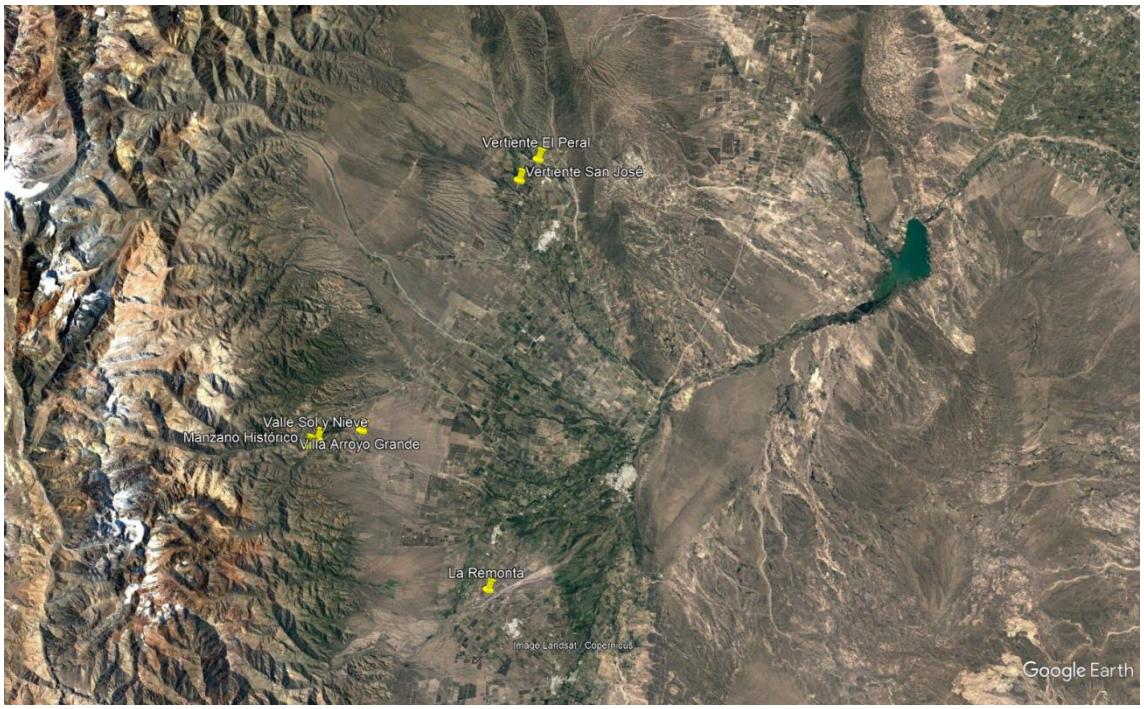
Tabla 62. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en la subcuenca Tunuyán Superior

Planta Potabilizadora	Operador	Departamento	Ubicación		Caudal [l/s]	Captación de Origen
			Latitud	Longitud		
La Remonta	AySAM	Tunuyán	33°42’47,29’’S	69°9’21,34’’O	93,44	Canal Vista Flores
Manzano Histórico	Municipalidad	Tunuyán	33°36’6,31’’S	69°23’2,37’’O	20	A° El Manzano
Villa Arroyo Grande	Unión Vecinal	Tunuyán	33°34´48,13’S	69°19’31,28’’O	1,26	A° Grande
Valle Sol y Nieve	Unión Vecinal	Tunuyán	33°35’38,68’’S	69°22’26,99’’O	1,05	A° Grande

[88] Información de la empresa AySAM.

Planta Potabilizadora	Operador	Departamento	Ubicación		Caudal [l/s]	Captación de Origen
			Latitud	Longitud		
Vertiente El Peral	Municipalidad	Tupungato	33º18’00"S	69º10"11,00" O	32,388	
Vertiente San José	Municipalidad	Tupungato	33°19’20,25’’S	69°11’15,94’’O	196,66	

Ilustración 142. Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en Tunuyán Superior



El resto de los abastecimientos de población para toda la subcuenca Tunuyán Superior es de origen subterráneo.

El total de conexiones de abastecimiento poblacional dotadas desde la subcuenca Tunuyán Superior es de aproximadamente 37.110, de las cuales 18.841 corresponde a la empresa AySAM, 9.580 al Municipio de Tupungato fundamentalmente y 8.689 por pequeños operadores,

El consumo total de abastecimiento poblacional de la subcuenca del Tunuyán Superior se estima en 30 hm^3/año, siendo 11 hm^3/año dotados por fuentes superficiales y 19 m^3/año desde perforaciones.

11.2.3. Subcuenca Tunuyán Inferior

Actualmente en esta subcuenca no se usa el agua superficial para el abastecimiento de la demanda poblacional, siendo en su totalidad abastecida mediante diversas perforaciones.

Para su utilización, las aguas son potabilizadas antes de ingresar a las redes que administran diferentes operadores como AySAM, Municipios y pequeños operadores (cooperativas y asociaciones vecinales).

Tabla 63. Perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable en Río Tunuyán Inferior

Departamento	Plantas Potabilizadoras				Perforaciones			
	AySAM	Municipio	Otras	Total	AySAM	Municipio	Otras	Total
San Martín				0	29		22	51
Rivadavia				0	10		26	36
Junín				0	10	5	13	28
La Paz				0	6			6
Santa Rosa				0	6	5	1	12

Departamento	Plantas Potabilizadoras				Perforaciones			
	AySAM	Municipio	Otras	Total	AySAM	Municipio	Otras	Total
Total	0	0	0	0	61	10	62	133

El total de conexiones de abastecimiento poblacional dotadas desde la subcuenca Tunuyán Inferior es de aproximadamente 78.990, de las cuales 58.162 corresponde a la empresa AySAM, 778 a Municipios y 20.050 por pequeños operadores,

El consumo total de abastecimiento poblacional de la subcuenca del Tunuyán Inferior se estima en 60 hm^3/año, siendo dotado en su totalidad mediante perforaciones.

11.2.4. Cuenca del Río Diamante

En la cuenca del río Diamante, la demanda para uso poblacional se abastece mayoritariamente mediante agua superficial procedente del mencionado río o desde la red de riego desprendida del mismo. No obstante, en la medida que algunas plantas potabilizadoras han llegado a su máxima capacidad de producción y también por razones vinculadas a inversiones en la infraestructura existente, este abastecimiento se ha reforzado con perforaciones, que representan actualmente cerca del 9% del volumen de las fuentes con este fin.

El servicio de potabilización y distribución de agua potable lo realiza mayoritariamente la Empresa Agua y Saneamiento Mendoza (AySAM). En menor proporción participan cooperativas, juntas y uniones vecinales. Estos últimos operadores en general se abastecen de fuentes subterráneas. En la Tabla 64 se muestra la cantidad de plantas y perforaciones existentes en la cuenca para la provisión del servicio.

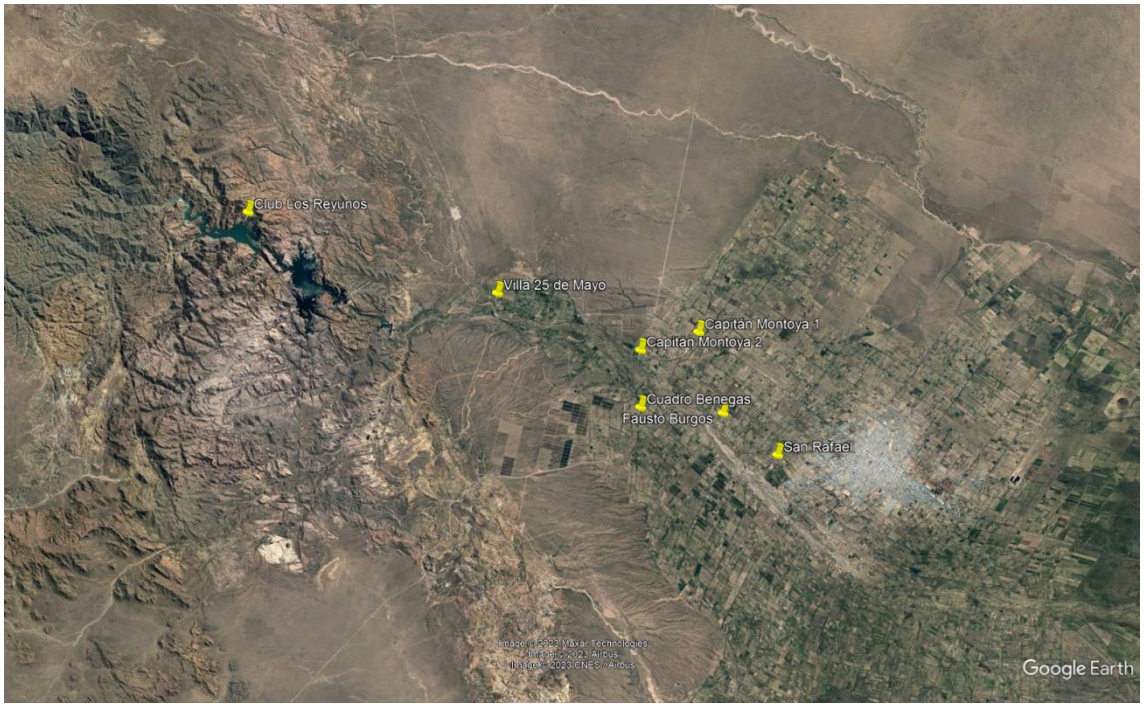
Tabla 64. Cantidad de perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable en Río Diamante

Departamento	Plantas Potabilizadoras				Perforaciones			
	AySAM	Municipio	Otras	Total	AySAM	Municipio	Otras	Total
San Rafael	2	0	5	7	12	3	29	44

Tabla 65. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en la cuenca del río Diamante

Planta Potabilizadora	Operador	Departamento	Ubicación		Caudal [l/s]	Captación de Origen
			Latitud	Longitud		
San Rafael	AySAM	San Rafael	34°37'43.94"S	68°23'15.55"O	600	Canal Marginal Izquierdo
Villa 25 de Mayo	AySAM	San Rafael	34°35'8.45"S	68°33'40.28"O	40	Canal Villa
Fausto Burgo	Unión Vecinal	San Rafael	34°36'57.00"S	68°25'22.19"O	13,9	Canal Marginal Izquierdo
Cuadro Benegas	Junta Vecinal	San Rafael	34°37'19.08"S	68°28'6.62"O	4	Canal Grande
Capitán Montoya 1	Cooperativa Rural	San Rafael	34°34'55.35"S	68°26'47.25"O	58	Hij 5 Canal Socavón Unificado
Capitán Montoya 2	Cooperativa Rural	San Rafael	34°35'46.47"S	68°28'33.14"O	14,58	Canal Marginal Izquierdo
Club Náutico y Pesca Los Reyunos	Club	San Rafael	34°34'31.42"S	68°42'27.46"O		Embalse Los Reyunos

Ilustración 143. Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en la cuenca río Diamante



El total de conexiones de abastecimiento poblacional dotadas desde la cuenca del río Diamante es de aproximadamente 48.916, de las cuales 29.150 corresponde a la empresa AySAM, 1608 al Municipio de San Rafael y 18.158 por pequeños operadores,

El consumo total de abastecimiento poblacional de la cuenca del río Diamante se estima en 31 hm^3/año, siendo 23 hm^3/año dotados por fuentes superficiales y 8 m^3/año desde perforaciones.

11.2.5. Cuenca del Río Atuel

El servicio de potabilización y distribución de agua potable lo realiza mayoritariamente la Empresa Agua y Saneamiento Mendoza (AYSAM), en menor proporción, participan el Municipio de General Alvear, así como cooperativas de vivienda y uniones vecinales. En estos últimos dos casos se trata, en general, de fuentes subterráneas.

Tabla 66. Cantidad de perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable en río Atuel

Departamento	Plantas Potabilizadoras				Perforaciones			
	AySAM	Municipio	Otras	Total	AySAM	Municipio	Otras	Total
San Rafael		3	2	5		2	8	10
General Alvear	1			1	9		12	21
Total	1	3	2	6	9	2	20	31

Tabla 67. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en la cuenca del río Atuel

Planta Potabilizadora	Operador	Departamento	Ubicación		Caudal [l/s]	Captación de Origen
			Latitud	Longitud		
General Alvear	AySAM	General Alvear	34°58'9.64"S	67°43'15.36"O	100	Canal
Villa Atuel	Cooperativa Rural	San Rafael	34°49'55.19"S	67°55'25.54"O	14	Canal Marginal del Atuel
El Sosneado	Municipalidad	San Rafael	35° 4'46.98"S	69°35'10.79"O	1	Canal Sosneado
Punta de Agua	Municipalidad	San Rafael	35°31'33.23"S	68° 4'24.81"O	1	Vertiente
San José del Nihuil	Municipalidad	San Rafael	35° 1'58.85"S	68°40'37.32"O		Embalse El Nihuil
Club Náutico y Pesca El Nihuil	Club	San Rafael	35° 1'58.97"S	68°41'58.78"O		Embalse El Nihuil

Ilustración 144. Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en la cuenca río Atuel



El total de conexiones de abastecimiento poblacional dotadas desde la cuenca del río Atuel es de aproximadamente 30.520, de las cuales 19.542 corresponde a la empresa AySAM, 500 al Municipio de San Rafael y 10.778 por pequeños operadores.

El consumo total de abastecimiento poblacional de la cuenca del río Atuel se estima en 19 hm^3/año, siendo 3,6 hm^3/año dotados por fuentes superficiales y 15,4 m^3/año desde perforaciones.

11.2.6. Cuenca del Río Malargüe

En la cuenca del río Malargüe, y la ciudad cabecera la demanda para uso poblacional se abastece mediante agua superficial procedente del río Malargüe, captada a través de la red de riego desprendida del mismo río. No obstante, se ha reforzado con perforaciones.

El servicio de potabilización y distribución de agua potable lo realiza mayoritariamente la Empresa Agua y Saneamiento Mendoza (AYSAM) y en menor proporción, participa el Municipio de Malargüe. Se completa el abastecimiento de agua potable, también con fuentes subterráneas.

En la Tabla 68 se muestra la cantidad de plantas y perforaciones existentes en la cuenca para la provisión del servicio.

Tabla 68. Perforaciones y plantas destinadas a proveer agua potable río Malargüe

Departamento	Plantas Potabilizadoras				Perforaciones			
	AySAM	Municipio	Otras	Total	AySAM	Municipio	Otras	Total
Malargüe	1	0	0	1	5	5	0	10

Tabla 69. Detalle de establecimientos potabilizadores existentes en río Malargüe

Planta Potabilizadora	Operador	Departamento	Ubicación		Caudal [l/s]	Captación de Origen
			Latitud	Longitud		
Malargüe	AySAM	Malargüe	35°29'24.54"S	69°35'58.05"O	50	Canal Cañada Colorada

Ilustración 145 Ubicación de principales Establecimientos potabilizadores en la cuenca río Malargüe



El total de conexiones de abastecimiento poblacional dotadas desde la cuenca del río Malargüe es de aproximadamente 22.700, de las cuales 19.875 corresponde a la empresa AySAM y 2.825 al Municipio de Malargüe.

El consumo total de abastecimiento poblacional de la cuenca del río Malargüe se estima en 8,5 hm3/año, siendo 3 hm3/años dotados por fuentes superficiales y 5,5 m3/año desde perforaciones.

11.3. Uso agrícola

11.3.1. Metodología

Para la determinación de la demanda agrícola, su tuvo en cuenta los cálculos realizados en las últimas actualizaciones de los Balance Hídrico de los ríos de 2020/2021 efectuados por el Departamento General de Irrigación.

La metodología adoptada en estos informes para el cálculo de la demanda consistió en, primer lugar calcular la demanda neta para cada tipo de cultivo, luego se incrementa la demanda neta por los valores de eficiencias, tanto de aplicación en finca (de riego) y como de conducción en la red de distribución, obteniendo de esta manera la demanda bruta que deberían cubrir las dotaciones de riego.

11.3.1.1 Sistematización hídrica de cuenca

Para el análisis del área irrigada de las cuencas, se establecieron unidades de análisis, denominadas Unidades Administrativas de Manejo (UAM). Las cuales han sido establecidas, en función del sistema de distribución de cada cuenca, agrupando Inspecciones de Cauce existentes en diferentes UAM, según su fuente de provisión de agua y según la modalidad de operación del sistema, buscando homogeneidad de gestión.

A tal efecto se puede distinguir entre UAM de uso conjunto, que corresponde aquellas que tienen derechos superficiales, pero que también poseen perforaciones para alumbrar agua subterránea. Y las UAM de aguas subterráneas, que corresponde a aquellas áreas que riegan exclusivamente con aguas subterráneas y no disponen de empadronamientos de origen superficial.

Resulta oportuno aclarar que las perforaciones de agua subterránea que existen en las UAM de uso conjunto abastecen sólo a las fincas propietarias de esas perforaciones, o sea que no todos los agricultores tienen la opción de hacer un uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.

En las Unidades Administrativas de Manejo con uso de recurso subterráneo exclusivo, el uso es de carácter individual de las perforaciones y no se encuentran organizaciones de usuarios ni se encuentran integradas

en un manejo colectivo del recurso, sino que cada una de las propiedades que integran la UAM y disponen de pozo/s hacen un uso particular del mismo.

En las áreas de uso conjunto de agua superficial y subterránea, el volumen de bombeo se ha considerado como aquel necesario para complementar la dotación superficial, y de esta manera satisfacer la demanda total del cultivo.

11.3.1.2 Demanda Neta

La Demanda Neta de cultivo, se refiere a la cantidad de agua que necesitan las plantas para cumplir con su ciclo vital, sin tener en cuenta los parámetros de eficiencia de aplicación parcelaria u otros usos culturales del agua. La cual se obtuvo por intermedio del cálculo de la evapotranspiración de referencia de la zona, a partir de la información agroclimática (temperaturas del aire, máxima, media y mínima; humedad relativa, máxima, media y mínima; velocidad del viento; radiación solar), haciendo uso de la metodología de FAO en su Manual nº 56. Y afectando a esta posteriormente por los coeficientes dependientes de cada tipo de cultivos, denominados “kc”.

Las demandas netas de todas y cada una de las cuencas, han sido obtenidas teniendo en cuenta la superficie empadronada, el porcentaje de estas que se encuentra cultivada, el origen del recurso hídrico que se utiliza (superficial, reuso, subterráneo, etc.).

Cabe aclarar que, en las zonas de uso de aguas subterráneas exclusivo, se han tenido en cuenta los tipos de cultivos, y se calcularon las demandas netas en finca.

La definición de los usos del suelo se realizó mediante la interpretación de imágenes satelitales, a través de la herramienta Google Earth Engine. En el marco de un convenio firmado con el INTA, se realizó una capacitación y un desarrollo de la herramienta a nivel local. En este desarrollo participaron diferentes Instituciones que aportaron con trabajo en el desarrollo y fueron claves para poder llegar a obtener una herramienta útil y aplicable. Las instituciones participantes fueron INTA, IDR, DCC, CONICET, FCA y DGI. A tal fin, se establecieron distintos tipos de usos representativos de cada zona de estudio.

11.3.1.3 Demanda Bruta

Se entiende por Demanda Bruta a la cantidad real de agua demandada para abastecer las necesidades totales de riego de los cultivos. En su cálculo intervienen la Demanda Neta, la eficiencia global del sistema (producto de las eficiencias de conducción y aplicación).

Las eficiencias de conducción como de aplicación utilizadas en los Balances Hídricos de los ríos, fueron el resultado de numerosas mediciones y evaluaciones de eficiencia hechas a campo, no existiendo a la fecha mejor información al respecto, razón por la cual se han adoptados a las misma en el marco del presente informe, pudiendo profundizar los aspectos técnicos considerados es su determinación, en los respectivos estudios realizados en cada río.

11.3.2. Cuenca del río Mendoza

11.3.2.1. Sistematización hídrica de la cuenca del río Mendoza

La cuenca del río Mendoza se compone de 45 UAM, de las cuales 20 corresponden a UAM de uso conjunto (abastecidas de agua para riego con derecho superficial y agua subterránea) que se derivan de los diques Cipolletti y Compuertas (que se engloban en las seis Asociaciones); 4 UAM en Alta Montaña; 5 UAM no Asociadas; 1 UAM del Parque Industrial Petroquímico; y 16 a UAM con abastecimiento de agua subterránea exclusivamente (Ilustración).

Tabla 70. Asociaciones e inspecciones de Cauce asociadas a las UAM

UAM	Asociación	Inspección
Área Metropolitana	1ª Zona	Inspección Rama Jarillal
		Inspección Rama Tajamar-Unificada
		Inspección Canal Del Oeste-Rama Jarillal
		Inspección Hijuela Civit
Chacras de Coria		Inspección Lujan Oeste-Unificada
Compuertas Vistalba		Inspección Canal Compuertas
		Inspección Lujan Oeste-Unificada
Margen derecha		Inspección Lujan Sur-Unificada

UAM	Asociación	Inspección
Algarrobal	2º Zona	Inspección Rama Algarrobal Y Derivados
Gil		Inspección Hijuela Segunda Guiñazú
		Inspección Rama Matriz Gil
Luján		Inspección Hijuela Morales-Villanueva Unif
		Inspección Lujan Centro
		Inspección Canal Matriz Lunlunta[89]
Mathus Hoyos		Inspección Mathus Hoyos-Unificada
Sobremonte		Inspección Rama Sobremonte-Unificada
Céspedes	3º Zona	Inspección Canal Céspedes-Unificado
		Inspección Rama San Roque-Unificada
Cruz de Piedra		Inspección Canal Naciente-Chachingo Unif
		Inspección Canal Rufino Ortega
Rodeo - Beltrán		Inspección Canal Vertientes Corralitos Unif
		Inspección La Primavera-Pedregal
Sánchez		Inspección Hijuela Nueva Sánchez-Unificada
		Inspección Desaguantes Industriales Col. Pescara[90]
Jocolí	4º Zona	Inspección Hijuela Esteban
		Inspección Canal Jocolí
		Inspección Hijuela Aurora
		Inspección Hijuela El Chilcal
		Inspección Hijuela Molina-Navarrete-Unif
		Inspección Hijuela Santa Rita-Unificada
		Inspección Hijuela Villanueva-Unificada
		Inspección Hijuelas Segura-Centenario Y R
		Inspección Hijuela El Progreso
		Inspección Hijuela Funes
Tulumaya		Inspección Canal Colonia-Unificado
		Inspección Canal Tulumaya-Unificado
California	5º Zona	Inspección Canal Concesión California
Costa de Araujo		Inspección Canal Bajada De Araujo
		Inspección San Pedro y San Pablo-Unificada
Gustavo André		Inspección Canal Gustavo André-Unificado
		Inspección Canal Natalio Estrella-Unificad
Galigniana	6º Zona	Inspección Rama Galigniana Segura-Unificad
Reyna Marienhoff		Inspección Rama Marienhoff Y V. Central-Unif
		Inspección Rama Reyna
Arroyo El Salto	Alta Montaña	Inspección Arroyo Aguas Claras
		Inspección Arroyo El Salto
		Inspección Arroyo Las Mulas
		Inspección Vertientes Puesto Del Álamo
Blanco Encalada		Inspección Arroyo Aguas Claras
Challao		Inspección Arroyo Aguas Claras
Uspallata		Inspección Arroyo San Alberto Y Uspallata
A.C.R.E Campo Espejo	No Asociada	Inspección A.C.R.E.-R. Cremaschi-Desag. M
A.C.R.E. Paramillos		Inspección A.C.R.E. Lavalle

[89] Administrativamente pertenece a la 3º Zona de Riego, pero geográficamente queda en esta UAM

[90] Es una Inspección de Cauce no Asociada, pero geográficamente queda en esta UAM

UAM	Asociación	Inspección
Arroyo Carrizal		Inspección Arroyo Carrizal
		Inspección Arroyo Carrizal-Canal Arizu
Barrancas		Inspección Canal Barrancas-Espino-Deriv.
Pque. Ind. Petroquímico		
Subterráneo 1	Uso exclusivo de agua subterránea	Uso exclusivo de agua subterránea
Subterráneo 2		Uso exclusivo de agua subterránea
Lujan sur 1		Uso exclusivo de agua subterránea
Lujan sur 2		Uso exclusivo de agua subterránea
Lujan sur 3		Uso exclusivo de agua subterránea
Ugarteche		Uso exclusivo de agua subterránea
Cerrillos		Uso exclusivo de agua subterránea
Piedemonte		Uso exclusivo de agua subterránea
Las Heras 1		Uso exclusivo de agua subterránea
Las Heras 2		Uso exclusivo de agua subterránea
Las Heras 3		Uso exclusivo de agua subterránea
Progreso		Uso exclusivo de agua subterránea
Lavalle 1		Uso exclusivo de agua subterránea
Lavalle 2		Uso exclusivo de agua subterránea
Lavalle 3		Uso exclusivo de agua subterránea
San Martín		Uso exclusivo de agua subterránea

Las UAM correspondiente a las Áreas de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE) y Desagües, son áreas que disponen de abastecimiento de agua proveniente de tratamiento de efluentes cloacales y también de agua subterránea. En particular los ACRES reciben el agua tratada que sale de las plantas de tratamiento de efluentes sanitarios y es utilizada en una superficie agrícola especialmente destinada a su uso: ACRE Campo Espejo (Las Heras) y ACRE Paramillos (Lavalle).

Ilustración 146. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto de la Cuenca río Mendoza.

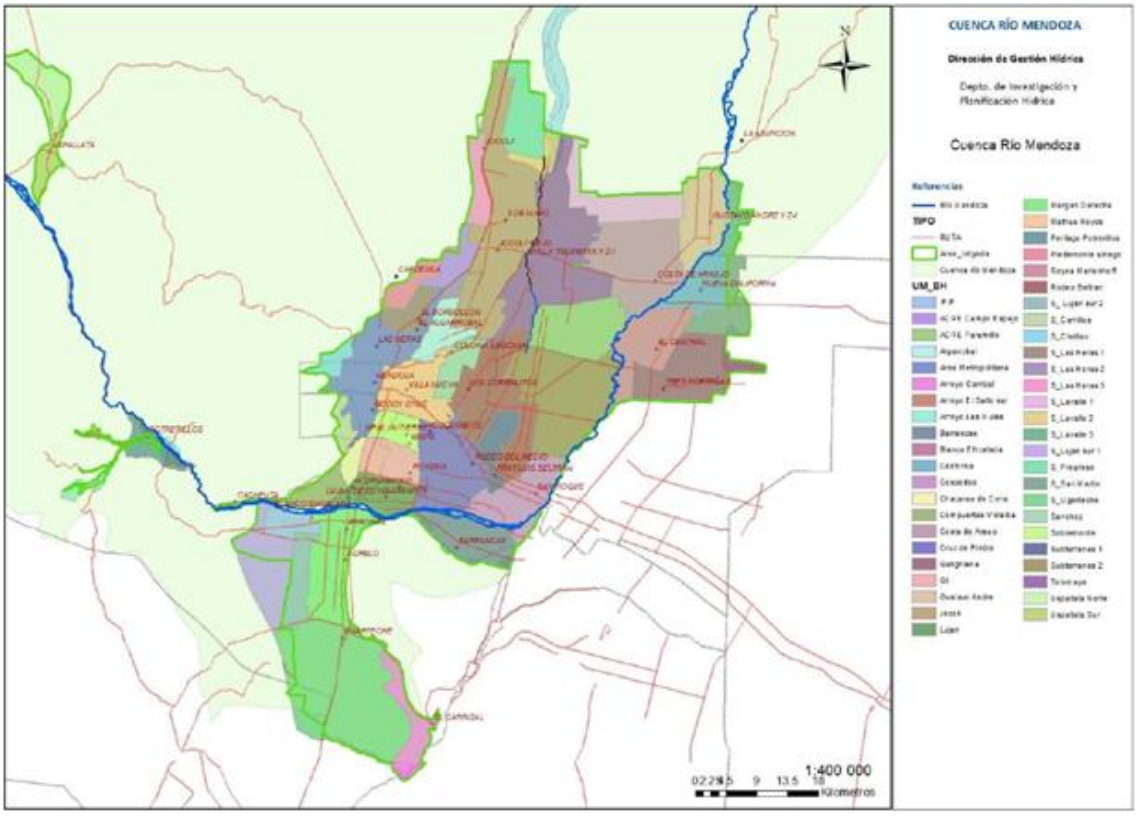
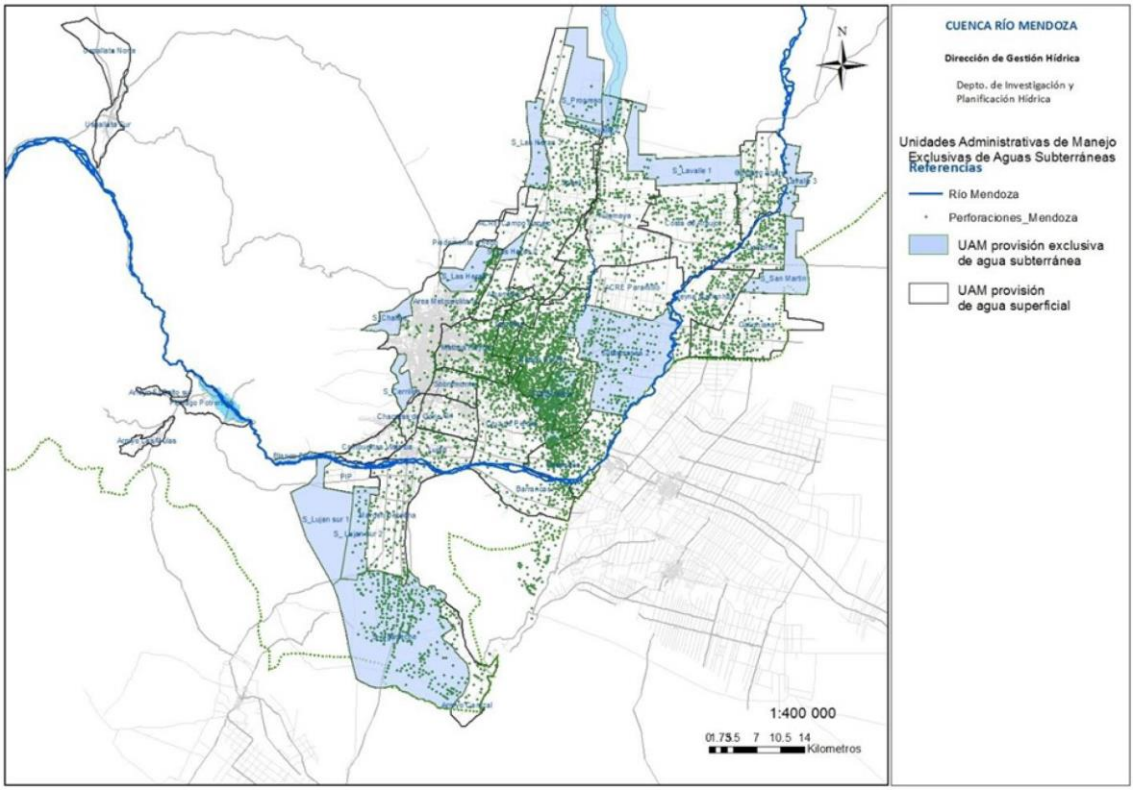


Ilustración 147. Unidades administrativas de manejo de uso subterráneo de la Cuenca río Mendoza



11.3.2.2 Demanda Neta

Para la cuenca del río Mendoza se seleccionaron los usos del suelo expuesto en la Tabla 71, definiéndose 8 categorías

Tabla 71. Tipos de Usos de Suelos del río Mendoza

Uso	Cultivo de Referencia
Forestal	Álamo
Frutal	Duraznero
Hortícola	Tomate
Olivo	Olivo
Pastura	Alfalfa
Vid	Vid
Interfase	área que está cambiando de uso agrícola a urbano
Superficie no Cultivada	sin cultivo de referencia

Vid: se incluyen los cultivos de vid para vinificar y para consumo en fresco, conducidos en espaldero o en parral. Además, se suma la superficie correspondiente a la clase “tela negra”, ya que se ha validado la misma como vid en su gran mayoría.

Frutales: se tomó como cultivo referencial al duraznero por ser el de mayor superficie cultivada. Además, se suma la superficie correspondiente a la clase “tela blanca”, ya que se ha validado la misma como frutal en su gran mayoría.

Hortalizas: se definió como hortaliza de verano al tomate. Como cultivo de invierno se consideró al ajo. En la presente actualización, para caracterizar estas parcelas cómo hortícola, el método compara la firma espectral que muestra esa parcela es todas las imágenes satelitales legibles a lo largo del año y si en parte de ellas esta firma coincide con la de cultivo hortícola, la parcela se clasifica como hortícola. Esto es ya que el terreno no está cubierto todo el año con este cultivo, y, por lo tanto, se puede incurrir en un error si se considera sólo una imagen dependiendo de la época de la misma.

Olivo: Por su diferente demanda con respecto a otros frutales y la superficie cultivada es que se lo coloca en una categoría aparte.

Pastura: se tomó como cultivo referencial a la alfalfa, para determinar la demanda asociada a este uso del suelo.

Forestal: En este caso en particular se tomó como cultivo de referencia al álamo.

Las parcelas agrícolas que en la interpretación se observaron loteadas o sistematizadas para uso urbano (trazado de calles, delimitación de manzanas, acequias, cunetas pluviales y servicios de electricidad, agua, cloacas y gas) ubicadas dentro de la zona agrícola, fueron incluidas dentro de la categoría área de expansión o Interfase (área que comprende el cambio de uso del suelo de agrícola a urbano).

En la Tabla siguiente se muestra cual es la fuente abastecimiento principal de cada UAM

Tabla 72 Discriminación UAM por fuente de abastecimiento del río Mendoza

Fuente principal de agua	UAM
Otras Fuentes	ACRE Campo Espejo
Otras Fuentes	ACRE Paramillo
Rio Mendoza	Algarrobal
Rio Mendoza	Area Metropolitana
Otras Fuentes	Arroyo Carrizal
Rio Mendoza	Barrancas
Rio Mendoza	California
Rio Mendoza	Cespedes
Rio Mendoza	Chacras de Coria
Rio Mendoza	Compuertas Vistalba
Rio Mendoza	Costade Araujo
Rio Mendoza	Cruzde Piedra
Alta Montaña	El Salto Las Vegas
Rio Mendoza	Galigniana
Rio Mendoza	Gil
Rio Mendoza	Gustavo Andre
Rio Mendoza	Jocoli
Rio Mendoza	Lujan
Rio Mendoza	Margen Derecha
Rio Mendoza	Mathus Hoyos
Rio Mendoza	Reyna Marienhoff
Otras Fuentes	Rodeo Beltran
Otras Fuentes	Sanchez
Rio Mendoza	Sobremonte
Rio Mendoza	Tulumaya
Alta Montaña	Uspallata

De la interpretación de imágenes satelitales, surgen la ocupación superficial de cada uno de los usos categorizados para la cuenca, pudiendo discriminar la célula de cultivo por cada fuente de abastecimiento.

En el caso particular de la margen derecha del río Mendoza, tanto la superficie cultivada como los usos del suelo de las unidades administrativas de manejo de uso subterráneo, surgen como consecuencia del relevamiento de perforaciones ordenado por Resolución N°898/17 de Superintendencia en el marco del plan de modernización de la gestión del agua subterránea.

Tabla 73. Célula de cultivo característica del río Mendoza

	Superficie en [ha]									
	Forestal	Frutal	Hort	Interf	Olivo	Vid	Past	Cult.	No Cult.	Total
Dotada en Dique Cipolletti	1.878	14.986	6.872	4.350	7.393	24.489	336	60.304	16.404	76.709
Dotada en Alta Montaña	379	0	13	839	0	0	265	1.496	3.604	5.100

	Superficie en [ha]									
	Forestal	Frutal	Hort	Interf	Olivo	Vid	Past	Cult.	No Cult.	Total
Dotada por otras fuentes	1.810	1.881	3.700	182	2.122	2.631	125	12.451	5.378	17.829
Agua Subterranea exclusiva MD	21	717	1.492	0	0	8.353	107	10.696	1.204	11.900
Agua Subterránea exclusiva MI	69	465	223	76	536	1.470	0	2.838	3.858	6.696
Total Superficie	4.158	18.049	12.305	5.447	10.050	36.944	833	87.786	30.448	118.234

La caracterización agroclimática de la cuenca se basa en el análisis de la información de los últimos 20 años (2000-2020) de las estaciones meteorológicas de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC) ubicadas en las localidades de Jocolí, Las Violetas, Gustavo André, Tres Porteñas, Rusell y Perdriel; y de cuatro estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional, Aeropuerto El Plumerillo, Observatorio Parque General San Martín, Chacras de Coria y Uspallata.

De dicho análisis, surge un valor de evapotranspiración potencial del cultivo de referencia promedio de 1.410mm/año, para la cuenca del río Mendoza.

Tabla 74. Evapotranspiraciones potenciales característica del río Mendoza

Evapotranspiración potencial en [mm]													
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Año
De Referencia	153	181	205	195	149	123	79	52	42	50	74	106	1410
Forestal	130	181	225	215	164	123	59	29	17	20	39	80	1282
Frutal	107	145	174	166	126	99	55	34	21	25	33	65	1050
Hortícola	92	145	195	223	152	90	0	0	0	0	0	0	897
Olivo	105	126	143	137	104	86	55	34	27	34	50	72	973
Pastura	130	157	184	176	134	109	47	29	21	25	59	85	1156
Vid	98	125	143	137	101	64	37	21	17	20	33	56	852
Interfase	87	102	118	111	87	72	48	32	25	30	43	61	816

Ilustración 148. Célula de cultivo característica del río Mendoza

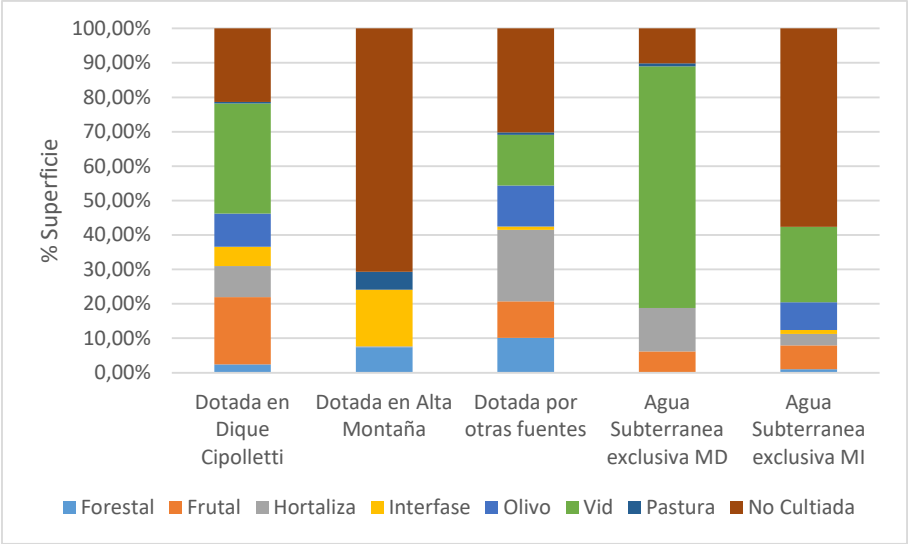
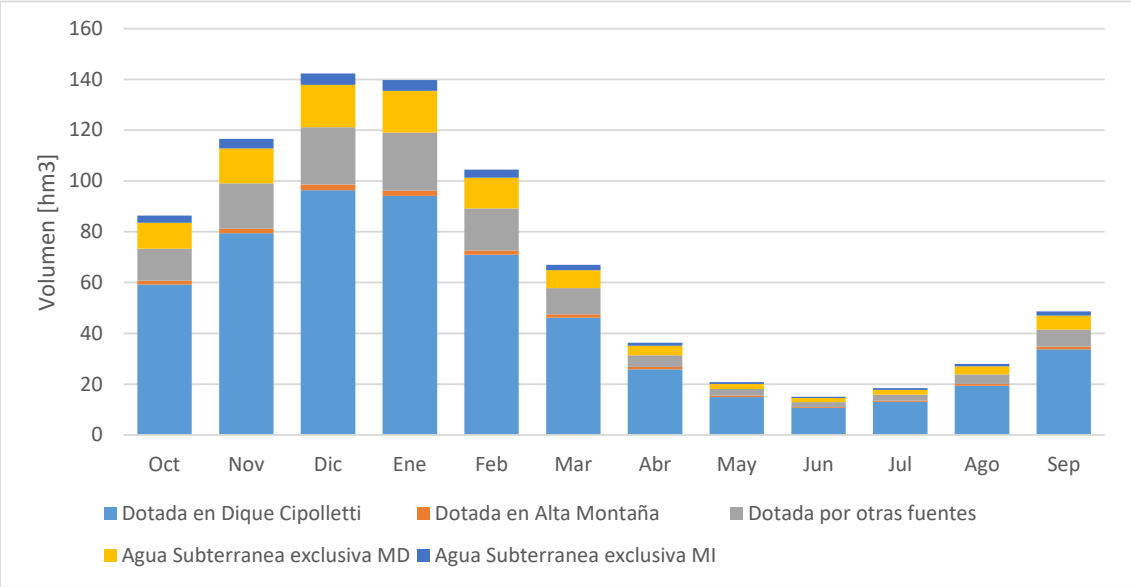


Ilustración 149. Demanda neta media potencial agrícola actual del río Mendoza



La demanda neta media potencial de uso agrícola actual para la cuenca del río Mendoza es de 823 hm^3, correspondiendo 564 hm^3 a la superficie abastecida desde la infraestructura dotada desde el dique Cipolletti, 14 hm^3 al sistema de alta montaña, 125 hm^3 abastecidos por aguas de reúso, vertientes, desagües y drenaje y 120 hm^3 abastecidos por agua subterránea exclusivamente.

11.3.2.3 Demanda Bruta

De acuerdo con los estudios efectuados, la eficiencia global total ponderada de la cuenca del río Mendoza es del 41%, discriminada en 80,1% de eficiencia de conducción y operación del sistema de distribución y 51,2% de eficiencia intra-parcelaria, es decir la eficiencia de riego.

Por lo que la demanda bruta media potencial de uso agrícola actual para la cuenca del río Mendoza asciende a 1.853,1 hm^3, correspondiendo 1.351,3 hm^3 a la superficie abastecida desde el dique Cipolletti, 25 hm^3 al sistema de alta montaña, 311 hm^3 abastecidos por otros usos y 165,6 hm^3 abastecidos por agua subterránea exclusivamente.

Tabla 75. Demanda agrícola potencial media del río Mendoza

Cuenca	Fuente principal	Superficie Cultivada [ha]	Demanda Neta [hm^3]	Demanda Bruta [hm^3]
Rio Mendoza	Dotada en Dique Cipolletti	60.304	564,0	1351,3
	Dotada en Alta Montaña	1.496	14,5	25,1
	Dotada por otras fuentes	12.451	124,8	311,0
	Agua subterránea exclusiva MD	10.696	94,0	117,5
	Agua subterránea exclusiva MI	2.838	26,5	48,2
	Total	87.786	823,7	1853,1

11.3.3. Subcuenca Tunuyán Superior

11.3.3.1 Sistematización hídrica de la subcuenca Tunuyán Superior

La subcuenca del Tunuyán Superior se compone de 36 UAM, de las cuales 5 corresponden a UAM de uso conjunto (abastecidas de agua para riego con derecho superficial y agua subterránea) que se derivan del dique Valle de Uco; 5 UAM dotadas por manantiales; 10 UAM abastecidas por arroyos de cordillera frontal; y 17 UAM con abastecimiento de agua subterránea exclusivamente (ilustración 150 y 151).

Ilustración 150. Unidades administrativas de manejo de uso subterráneo en Tunuyán Superior

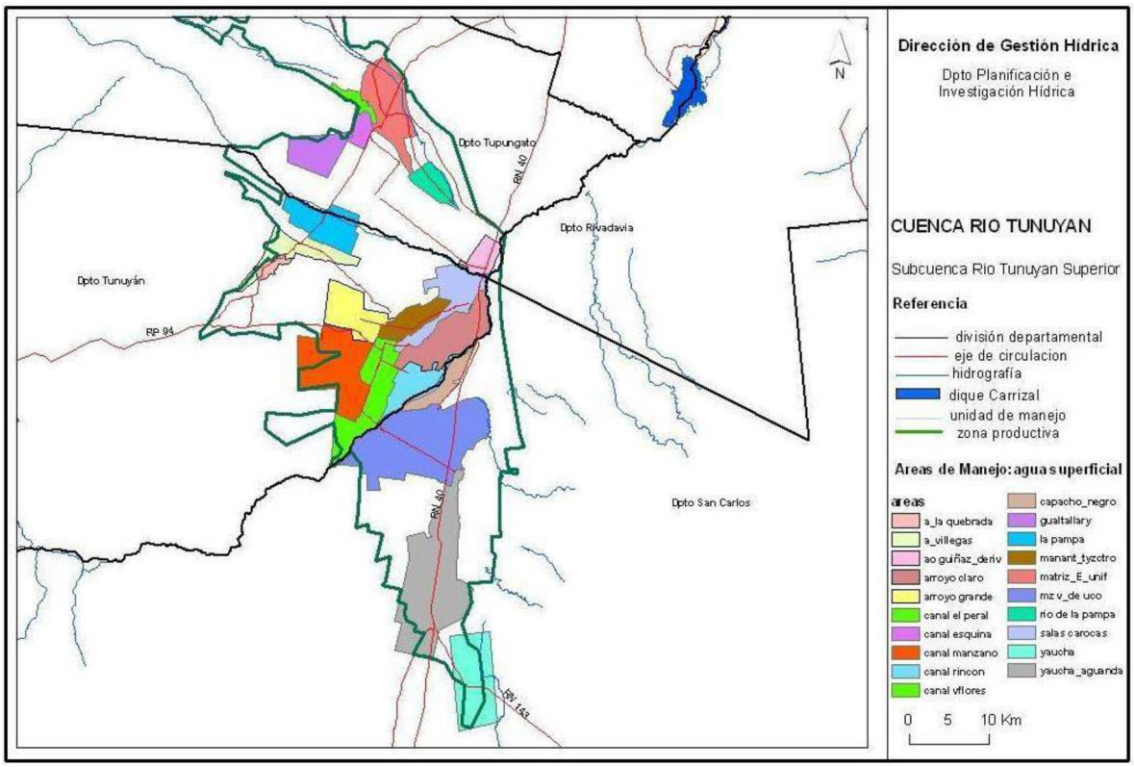
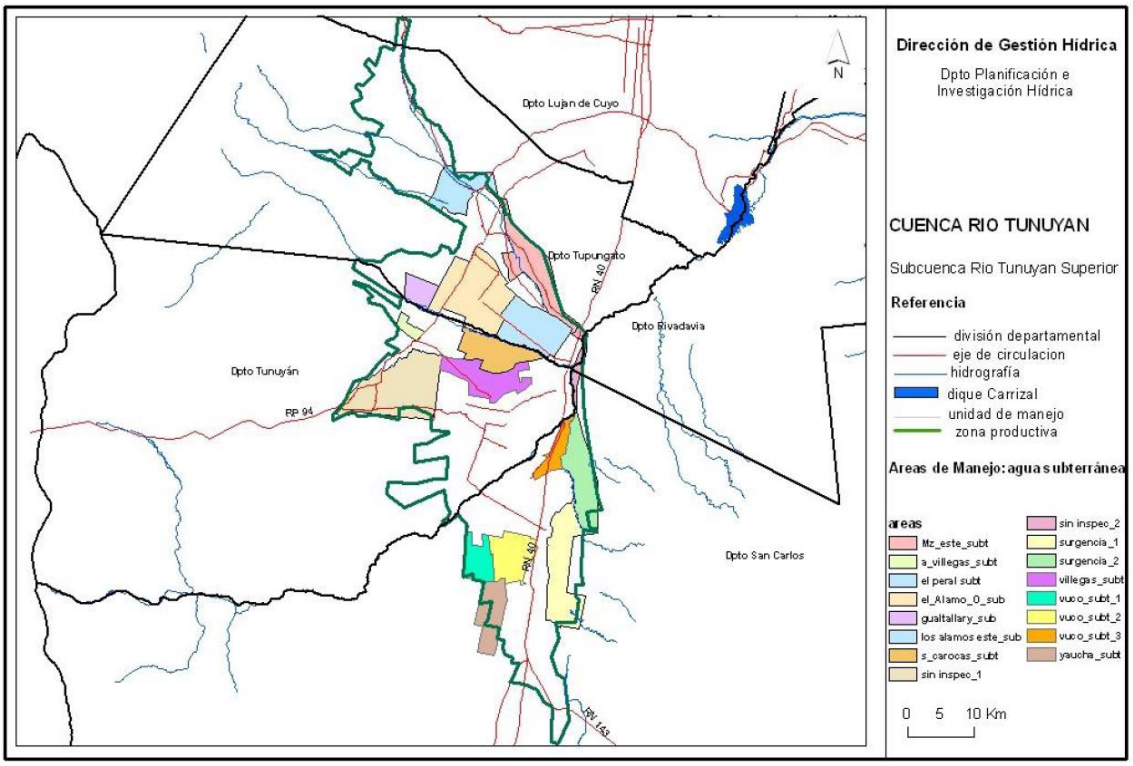


Ilustración 151. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto en Subcuenca Tunuyán Superior



11.3.3.2 Demanda Neta

Para la subcuenca del Tunuyán Superior se seleccionaron los usos del suelo expuesto en la Tabla 76 definiéndose 7 categorías

Tabla 76 Tipos de Usos de Suelos del Tunuyán Superior

Uso	Cultivo de Referencia
Forestal	Álamo
Frutal	Duraznero
Hortícola	Tomate
Olivo	Olivo
Vid	Vid
Área Urbana	Área antropizada
Superficie no Cultivada	Sin cultivo

Vid: se incluyen los cultivos de vid para vinificar y para consumo en fresco, conducidos en espaldero o en parral. Además, se suma la superficie correspondiente a la clase “tela negra”, ya que se ha validado la misma como vid en su gran mayoría.

Frutales: se tomó como cultivo referencial al duraznero por ser el de mayor superficie cultivada. Además, se suma la superficie correspondiente a la clase “tela blanca”, ya que se ha validado la misma como frutal en su gran mayoría.

Hortalizas: se definió como hortaliza de verano al tomate. Como cultivo de invierno se consideró al ajo. En la presente actualización, para caracterizar estas parcelas cómo hortícola, el método compara la firma espectral que muestra esa parcela es todas las imágenes satelitales legibles a lo largo del año y si en parte de ellas esta firma coincide con la de cultivo hortícola, la parcela se clasifica como hortícola. Esto es ya que el terreno no está cubierto todo el año con este cultivo, y, por lo tanto, se puede incurrir en un error si se considera sólo una imagen dependiendo de la época de la misma.

Forestales: se consideró al álamo como la especie representativa.

En la Tabla se muestra cual es la fuente abastecimiento principal de cada UAM

Tabla 77. Discriminación UAM por fuente de abastecimiento de la Subcuenca Tunuyán Superior

Fuente principal de agua	UAM
Dique Valle de Uco	Rama Godoy
Dique Valle de Uco	Canal Manzano
Dique Valle de Uco	Canal matriz Valle De Uco
Dique Valle de Uco	Canal Rincón
Dique Valle de Uco	Canal Vista Flores
Dique Valle de Uco	Canal Capacho
Dique Valle de Uco	Canal Melocotón
Manantiales	Arroyo Claro
Manantiales	Arroyo Guiñazú Derivado
Manantiales	Arroyo Salas Caroca
Manantiales	Manantiales Tunuyán Zona Centro
A° Cordillera Frontal	Arroyo Canal La Quebrada
A° Cordillera Frontal	Estancia Silva
A° Cordillera Frontal	Arroyo Grande
A° Cordillera Frontal	Arroyo Villegas
A° Cordillera Frontal	La Carrera
A° Cordillera Frontal	Yaucha Aguanda Unificado
A° Cordillera Frontal	Arroyo Rio La Pampa o Salto
A° Cordillera Frontal	Canal El Peral Unificado
A° Cordillera Frontal	Canal Esquina Unificado
A° Cordillera Frontal	Hijuela Gualtallary
A° Cordillera Frontal	Hijuela La Pampa
A° Cordillera Frontal	Matriz Este Unificado
Agua subterránea	Aguanda Subterráneo
Agua subterránea	Arroyo Grande Subterráneo
Agua subterránea	Gualtallary Subterráneo
Agua subterránea	La Pampa Subterráneo
Agua subterránea	Pareditas Subt

Fuente principal de agua	UAM
Agua subterránea	Peral subterráneo
Agua subterránea	Valle Uco subterráneo 1
Agua subterránea	Valle uco subterráneo 2
Agua subterránea	Valle Uco subterráneo 3
Agua subterránea	Villegas subterráneo
Agua subterránea	Yaucha subterráneo
Agua subterránea	Zapata subterráneo
Agua subterránea	El Álamo Este
Agua subterránea	El Álamo Oeste
Agua subterránea	Surgencia 1
Agua subterránea	Surgencia 2

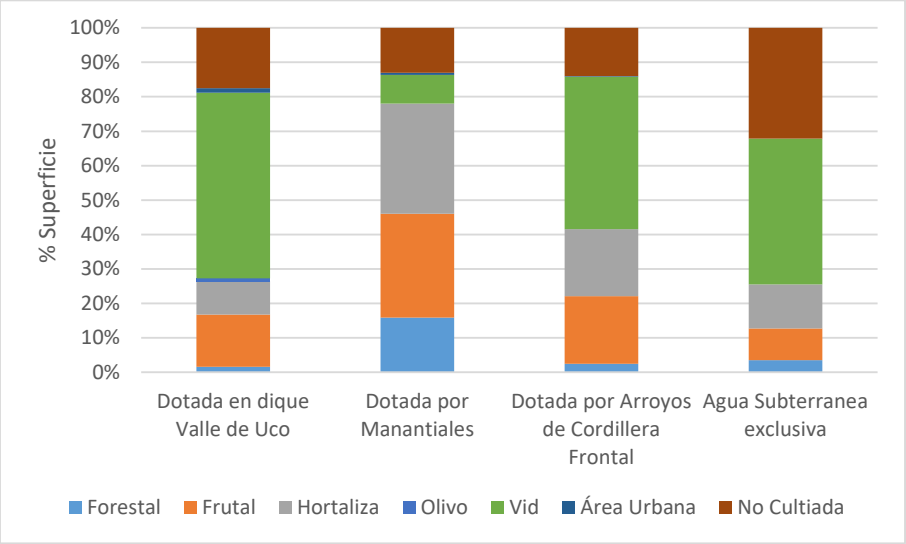
De la interpretación de imágenes satelitales, surgen la ocupación superficial de cada uno de los usos categorizados para la cuenca, pudiendo discriminar la célula de cultivo por cada fuente de abastecimiento.

En el caso particular de la subcuenca Tunuyán Superior, tanto la superficie cultivada como los usos del suelo de las unidades administrativas de manejo de uso subterráneo, surgen como consecuencia del relevamiento de perforaciones ordenado por Resolución N°898/17 de Superintendencia en el marco del plan de modernización de la gestión del agua subterránea.

Tabla 78 Célula de cultivo característica de la Subcuenca Tunuyán Superior

	Superficie en [ha]								
	Frutal	Hort.	Vid	Forestal	Olivo	Urbana	Cult.	No Cult.	Total
Dotada en dique Valle de Uco	2.969	1.888	10.574	320	165	255	16.172	3.431	19.603
Dotada por Manantiales	2.425	2.583	669	1.285	0	48	7.009	1.055	8.063
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	4.475	4.419	10.096	569	0	26	19.584	3.198	22.782
Agua subterránea exclusiva	4.139	5.790	21.548	1.601	0	0	33.077	14.512	47.589
Total Superficie	14.007	14.680	42.887	3.775	165	329	75.842	22.195	98.037

Ilustración 152. Célula de cultivo característica de la subcuenca Tunuyán Superior



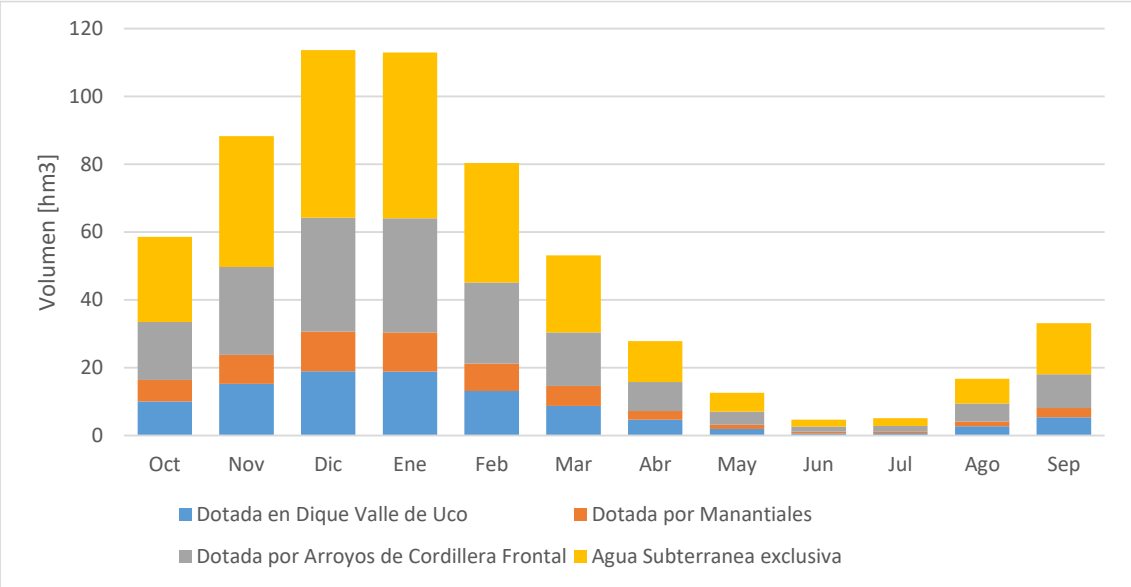
La caracterización agroclimática de la cuenca se basa sobre el análisis de la información de los últimos 20 años (2000-2020) de las estaciones meteorológicas de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC) ubicadas en la subcuenca, correspondiente a las estaciones Agua Amarga, El Peral, La Consulta, Tunuyán y Valle de Uco.

De dicho análisis, surge un valor de evapotranspiración potencial del cultivo de referencia promedio de 1.189mm/año, para la subcuenca Tunuyán Superior.

Tabla 79. Evapotranspiraciones potenciales característica de la subcuenca Tunuyán Superior

Evapotranspiración potencial en [mm]													
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Año
Referencia	122	148	171	171	129	111	70	45	35	40	61	84	1189
Forestal	150	182	210	209	158	134	43	27	9	4	17	49	1192
Frutal	111	135	156	156	85	73	46	14	4	4	28	38	849
Hortícola	60	102	193	193	146	98	34	22	14	16	24	41	943
Olivo	79	104	120	120	91	78	49	31	21	24	40	55	811
Vid	62	107	123	123	93	52	33	15	4	4	19	44	680
Área Urbana	99	121	140	139	105	90	28	18	6	2	11	32	794

Ilustración 153. Demanda neta media potencial agrícola actual de la subcuenca Tunuyán Superior



La demanda neta media potencial de uso agrícola actual para la subcuenca Tunuyán Superior es de 607 hm^3, correspondiendo 100,6 hm^3 a la superficie abastecida desde el dique Valle de Uco, 61,2 hm^3 desde la infraestructura derivada de los manantiales, 180,8 hm^3 abastecidos por arroyos de cordillera frontal y 264 hm^3 abastecidos por agua subterránea exclusivamente.

11.3.3.3 Demanda Bruta

De acuerdo con los estudios efectuados, las eficiencias global total ponderada de la subcuenca del río Tunuyán Superior es del 45,1%, discriminada en 84% de eficiencia de conducción y operación del sistema de distribución y 55% de eficiencia intra-parcelaria, es decir la eficiencia de riego.

Por lo que la demanda bruta media potencial de uso agrícola actual para la subcuenca del río Tunuyán Superior asciende a 1.086 hm^3, correspondiendo 225,1 hm^3 a la superficie abastecida desde el dique Valle de Uco, 136,5 hm^3 desde la infraestructura derivada de los manantiales, 382,3 hm^3 abastecidos por arroyos de cordillera frontal y 342,9 hm^3 abastecidos por agua subterránea exclusivamente.

Tabla 80. Demanda agrícola potencial media de la subcuenca Tunuyán Superior

Subcuenca	Fuente Principal	Superficie Cultivada [ha]	Demanda Neta [hm^3]	Demanda Bruta [hm^3]
Tunuyán Superior	Dotada en Dique Valle de Uco	16.172	100,6	225,1
	Dotada por Manantiales	7.009	61,2	136,5
	Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	19.584	180.8	382,3
	Agua Subterránea exclusiva	33.077	264,0	342,9
	Total	75.842	606,7	1.086,0

11.3.4. Subcuenca Tunuyán Inferior

11.3.4.1 Sistematización hídrica de la subcuenca Tunuyán Inferior

La subcuenca del Tunuyán Inferior se compone de 31 UAM, de las cuales 23 corresponden a UAM de uso conjunto (abastecidas de agua para riego con derecho superficial y agua subterránea) que se derivan del dique Tiburcio Benegas; y 8 UAM con abastecimiento de agua subterránea.

Las UAM de uso conjunto se han delimitado teniendo en cuenta las áreas que abarcan las Inspecciones de Cauce, quienes reciben el suministro hídrico por canales de riego y se distribuye dentro de ella en base a las reglas establecidas por la Subdelegación de Aguas e Inspecciones de Cauce.

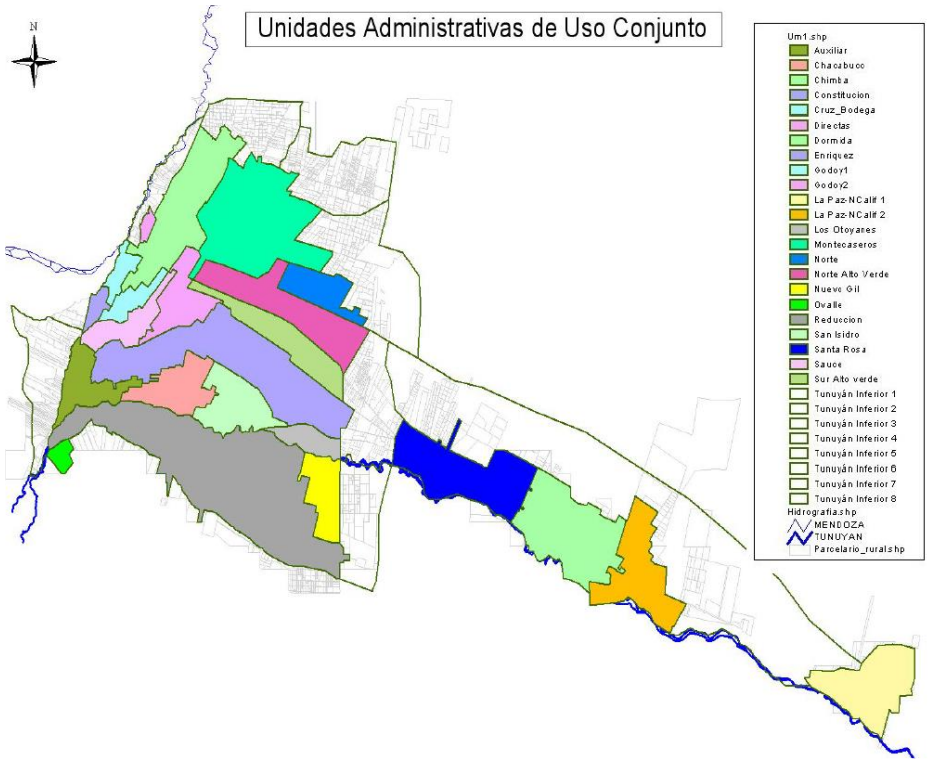
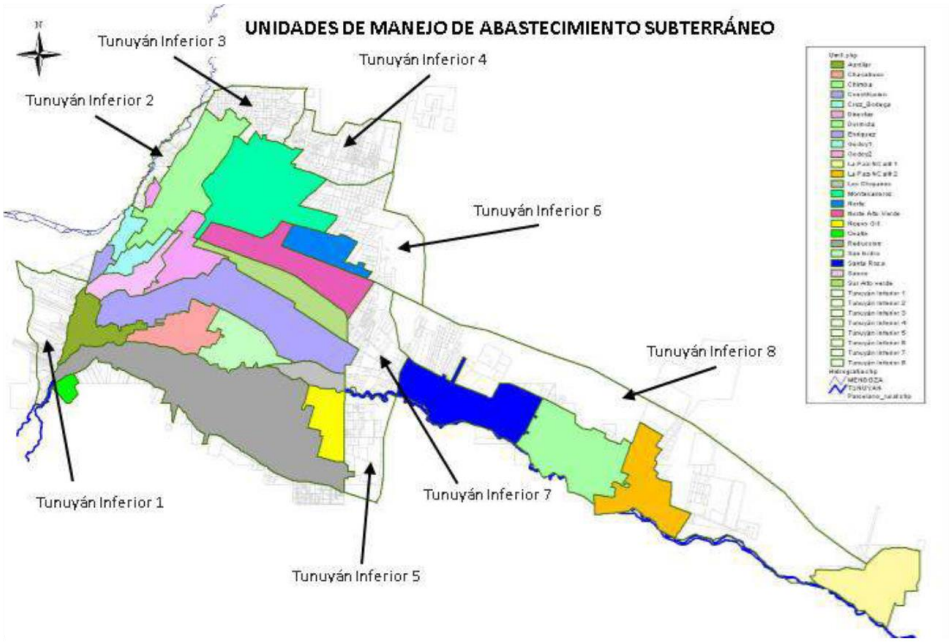


Ilustración 154. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto en Tunuyán Inferior



11.3.4.2 Demanda Neta

Para la subcuenca del Tunuyán Inferior se seleccionaron los usos del suelo expuesto en la Tabla 81, definiéndose 8 categorías

Tabla 81. Tipos de Usos de Suelos del Tunuyán Inferior

Uso	Cultivo de Referencia
Forestal	Álamo
Frutal	Duraznero
Hortícola	Tomate
Olivo	Olivo
Pastura	Alfalfa
Vid	Vid
Área Urbana	área antropizada (álamo)
Superficie no Cultivada	sin cultivo

Vid: se incluyen los cultivos de vid para vinificar y para consumo en fresco, conducidos en espaldero o en parral.

Frutales: se tomó como cultivo referencial al duraznero por ser el de mayor superficie cultivada.

Hortalizas: se definió como hortaliza de verano al tomate. En la presente actualización, para caracterizar estas parcelas cómo hortícola, el método compara la firma espectral que muestra esa parcela es todas las imágenes satelitales legibles a lo largo del año y si en parte de ellas esta firma coincide con la de cultivo hortícola, la parcela se clasifica como hortícola. Esto es ya que el terreno no está cubierto todo el año con este cultivo, y, por lo tanto, se puede incurrir en un error si se considera sólo una imagen dependiendo de la época de esta.

Pastura: se tomó como cultivo referencial la alfalfa por ser el de mayor superficie cultivada.

Área Urbana: se tomó en consideración la demanda de una forestación equivalente al requerimiento del álamo.

Forestación: se tomó como cultivo de referencial el álamo.

En el caso particular de la subcuenca del Tunuyán Inferior, todas las unidades de manejo de uso conjunto se abastecen del mismo punto de entrega, que es él Dique Benegas donde se ejecuta la distribución del oasis productivo.

De la interpretación de imágenes satelitales, surgen la ocupación superficial de cada uno de los usos categorizados para la cuenca, pudiendo discriminar la célula de cultivo por cada fuente de abastecimiento.

Tabla 82 Célula de cultivo característica de la Subcuenca Tunuyán Inferior

	Superficie en [ha]									
	Frutal	Hort.	Vid	Forestal	Urbana	Olivo	Past	Cult.	No Cult.	Total
Dotada en dique Tiburcio Benegas	8.348	4.522	32.788	679	4.393	7.849	577	59.156	25.515	84.671
Agua Subterránea exclusiva	1.148	123	14.870	289	0	257	18	16.705	4.369	21.073
Superficie Total	9.496	4.645	47.658	968	4.393	8.106	594	75.860	29.884	105.744

La caracterización agroclimática de la cuenca se basa sobre el análisis de la información de los últimos 20 años (2000-2020) de las estaciones meteorológicas de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC) ubicadas en la subcuenca, correspondiente a las estaciones El Marcado, Junín, Las Catitas, Los Campamentos, Montecaseros y Tres Porteñas.

De dicho análisis, surge un valor de evapotranspiración potencial del cultivo de referencia promedio de 1.189mm/año, para la subcuenca Tunuyán Superior.

Ilustración 155. Célula de cultivo característica de la subcuenca Tunuyán Inferior

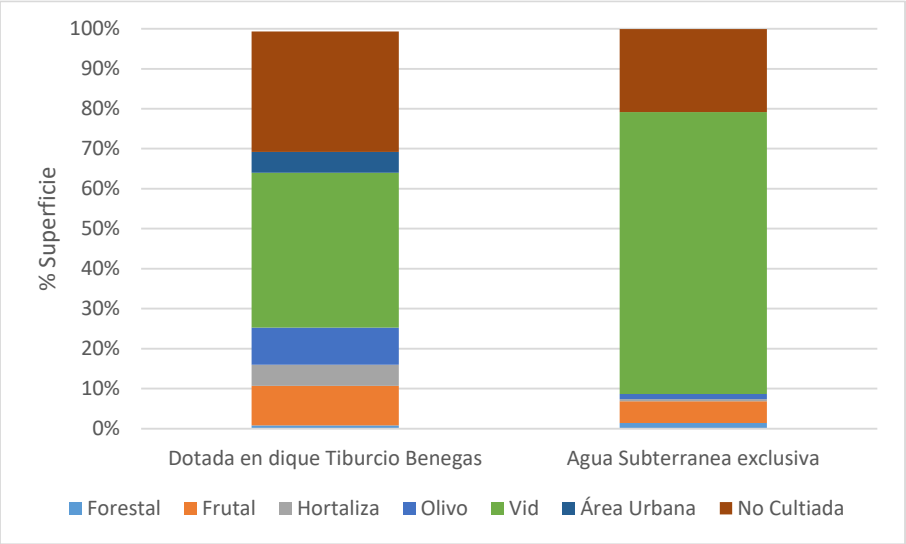
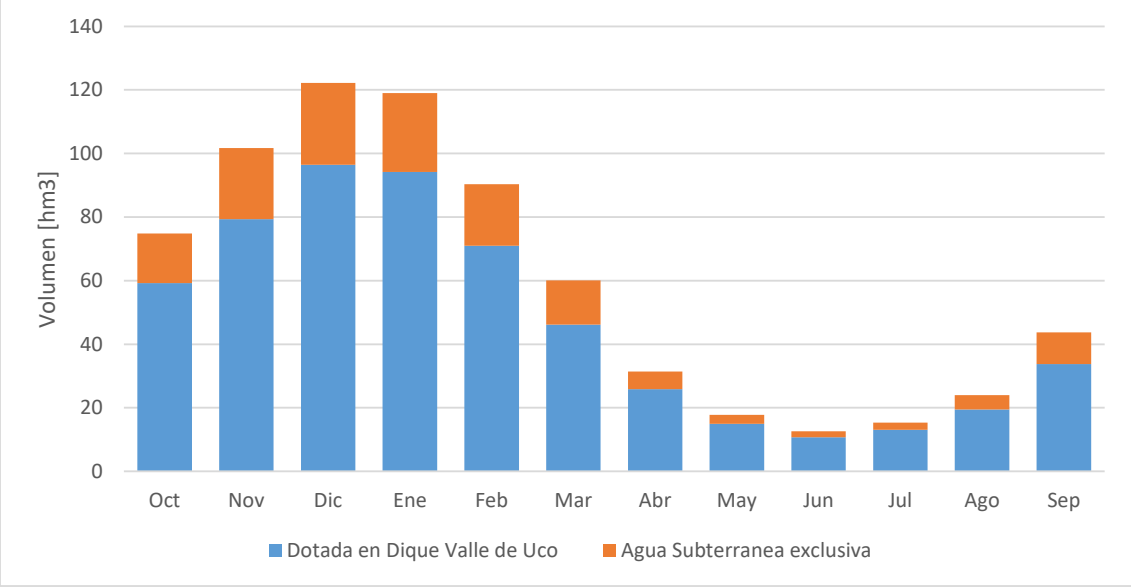


Tabla 82. Evapotranspiraciones potenciales característica de la subcuenca Tunuyán Superior

Evapotranspiración potencial en [mm]													
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Año
Referencia	135	152	176	170	136	111	71	45	34	42	65	95	1232
Frutal	119	142	165	158	125	90	48	18	13	16	28	74	998
Hortícolas	69	81	92	87	67	53	32	20	15	17	27	49	609
Vid	91	132	153	147	115	83	31	17	11	13	27	58	878
Forestal	165	198	226	219	172	118	49	20	15	18	36	91	1328
Área Urbana	171	205	237	228	180	145	46	29	10	4	19	58	1333
Olivo	92	112	130	125	98	79	49	30	21	26	42	64	870
Pasturas	127	151	173	168	134	99	43	19	14	23	53	90	1094

Ilustración 156. Demanda neta media potencial agrícola actual de la subcuenca Tunuyán Inferior



La demanda neta media potencial de uso agrícola actual para la subcuenca Tunuyán Inferior es de 690 hm3, correspondiendo 540,8 hm3 a la superficie abastecida desde el dique Tiburcio Benegas y 149,0 hm3 abastecidos por agua subterránea exclusivamente.

11.3.4.3 Demanda Bruta

De acuerdo con los estudios efectuados, las eficiencias global total ponderada de la subcuenca Tunuyán inferior es del 50,8%, discriminada en 81,9% de eficiencia de conducción y operación del sistema de distribución y 62,1% de eficiencia intra-parcelaria, es decir la eficiencia de riego.

Por lo que la demanda bruta media potencial de uso agrícola actual para la subcuenca del río Tunuyán Inferior asciende a 1.303,1 hm^3, correspondiendo 1.063,2 hm^3 a la superficie abastecida desde el dique Tiburcio Benegas y 239,9 hm^3 abastecidos por agua subterránea exclusivamente.

Tabla 83. Demanda agrícola potencial media de la subcuenca Tunuyán Inferior

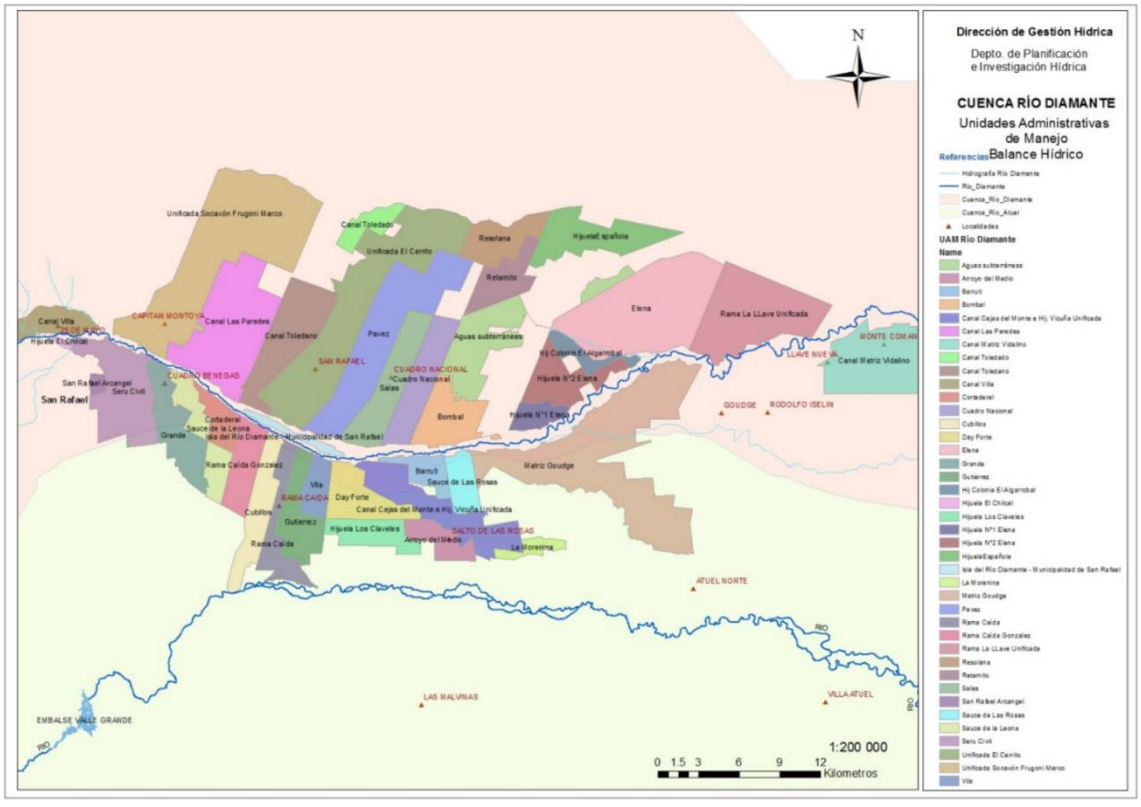
Subcuenca	Fuente Principal	Superficie Cultivada [ha]	Demanda Neta [hm^3]	Demanda Bruta [hm^3]
Tunuyán Superior	Dotada en Dique Tiburcio Benegas	59.156	540,8	1.063,2
	Agua subterránea exclusiva	16.705	149,0	239,9
	Total	75.860	689,7	1.303,1

11.3.5. Cuenca del río Diamante

11.3.5.1 Sistematización hídrica de la cuenca del río Diamante

La cuenca del río Diamante se compone de 35 UAM, de las cuales 34 corresponden a UAM de uso conjunto (abastecidas de agua para riego con derecho superficial y agua subterránea) que se derivan principalmente del dique Galileo Vitali; y 1 UAM con abastecimiento de agua subterránea exclusivamente.

Ilustración 157. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto de la cuenca río Diamante



Dentro del área irrigada del río Diamante se ha establecido una sola UAM de agua subterránea, conformada por un conjunto de parcelas que se encuentran agrupadas en un sector. Esta UAM de agua subterránea exclusiva se ubica en el sector central del distrito Cuadro Nacional y está compuesta por dos zonas, una relativamente nueva, ubicada al oeste de la zona irrigada por el canal Elena y otra, con varias décadas de desarrollo, al norte del sector irrigado por el canal Bombal.

Las UAM de uso conjunto se han delimitado teniendo en cuenta principalmente las áreas que abarcan las Inspecciones de Cauce, quienes reciben el suministro hídrico por canales de riego y se distribuye dentro de ella en base a las reglas establecidas por la Subdelegación de Aguas e Inspecciones de Cauce.

11.3.5.2 Demanda Neta

Para la cuenca del río Diamante se seleccionaron los usos del suelo expuesto en la Tabla siguiente, definiéndose 6 categorías

Tabla 84 Tipos de Usos de Suelos del río Diamante

Uso	Cultivo de Referencia
Forestal	Álamo
Frutal	Duraznero
Olivo	Olivo
Pastura	Alfalfa
Vid	Vid
Superficie no Cultivada	sin cultivo

Vid: se incluyen los cultivos de vid para vinificar y para consumo en fresco, conducidos en espaldero o en parral.

Frutales: se tomó como cultivo referencial al duraznero por ser el de mayor superficie cultivada.

Pastura: se tomó como cultivo referencial la alfalfa por ser el de mayor superficie cultivada.

Forestación: se tomó como cultivo de referencial el álamo.

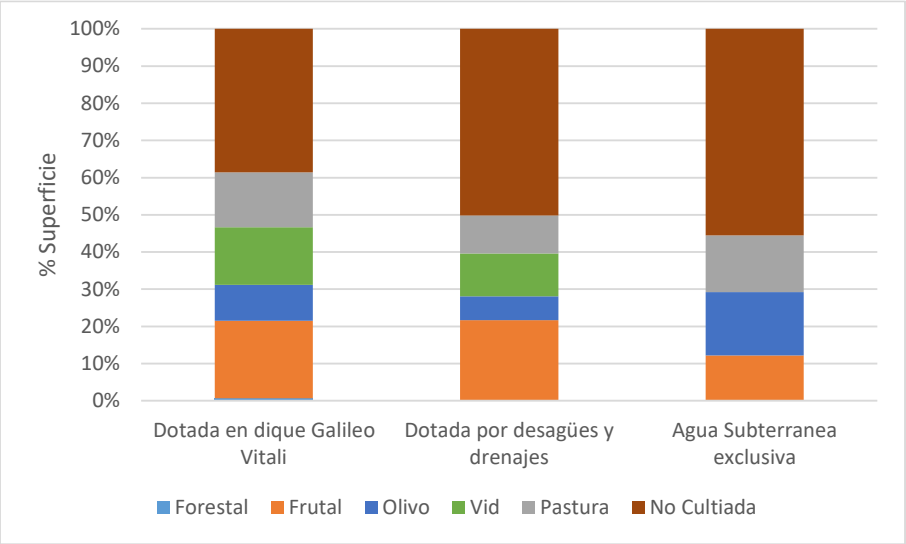
En la cuenca del río Diamante, la mayoría de las unidades de manejo de uso conjunto se abastecen del mismo punto de entrega, que es él Dique Galileo Vitali donde se ejecuta la distribución del oasis productivo.

De la interpretación de imágenes satelitales, surgen la ocupación superficial de cada uno de los usos categorizados para la cuenca, pudiendo discriminar la célula de cultivo por cada fuente de abastecimiento.

Tabla 85. Célula de cultivo característica del río Diamante

	Superficie en [ha]							
	Forestal	Frutal	Olivo	Past.	Vid	Cult.	No Cult.	Total
Dotada en dique Galileo Vitali	417	13.383	6.223	9.462	9.946	39.431	24.740	64.171
Dotada por desagües y drenajes	0	1.359	399	640	720	3.117	3.144	6.261
Agua Subterránea exclusiva	0	92	128	116	0	336	419	755
Superficie Total	417	14.834	6.750	10.217	10.666	42.884	28.303	71.187

Ilustración 158. Célula de cultivo característica del río Diamante



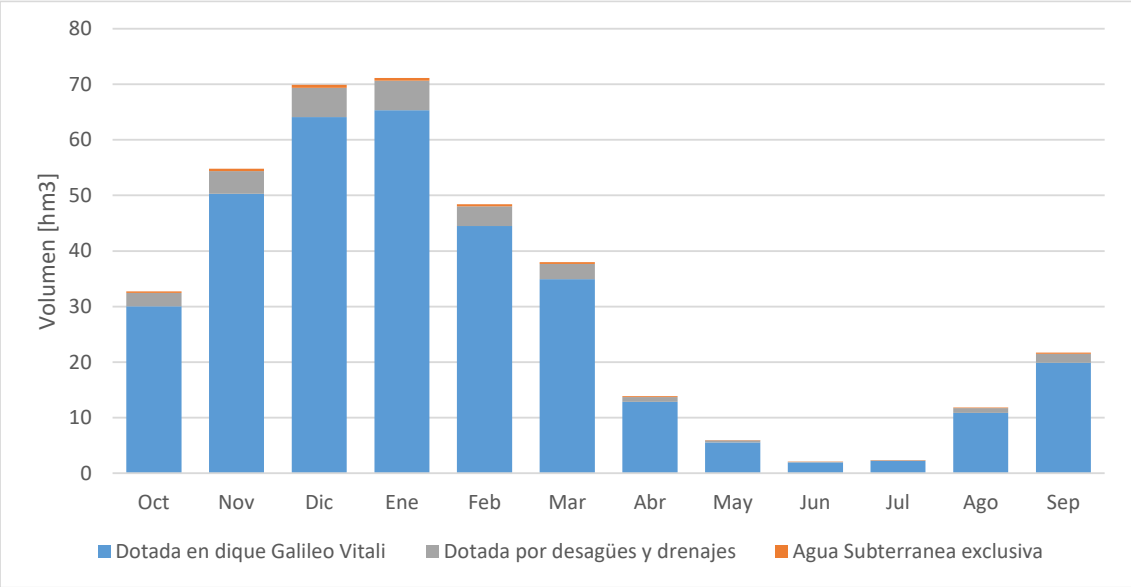
La caracterización agroclimática de la cuenca se basa en el análisis de la información de los últimos 20 años (2000-2020) de las estaciones meteorológicas de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC) ubicadas en la subcuenca, correspondiente a las estaciones Las Paredes y La Llave, más la estación de INTA de Rama Caída.

De dicho análisis, surge un valor de evapotranspiración potencial del cultivo de referencia promedio de 1.451mm/año, para la cuenca del río Diamante.

Tabla 86. Evapotranspiración potencial característica del río Diamante

Evapotranspiración potencial en [mm]													
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Año
Referencia	146	178	202	200	151	130	84	59	52	60	82	107	1451
Forestal	75	147	172	176	133	107	66	15	5	5	20	42	962
Frutal	78	140	193	200	131	90	0	0	0	0	28	52	911
Olivo	82	92	98	88	67	69	48	36	24	27	39	66	735
Pastura	77	153	175	175	127	106	64	14	5	5	20	42	963
Vid	70	109	150	159	103	81	36	19	0	0	28	47	802

Ilustración 159. Demanda neta media potencial agrícola actual del río Diamante



La demanda neta media potencial de uso agrícola actual para la cuenca del río Diamante es de 373 hm^3, correspondiendo 343 hm^3 a la superficie abastecida desde el dique Galileo Vitali, 27 hm^3 a la abastecida desde la infraestructura que se deriva de desagües y drenaje y 2,9 hm^3 abastecidos por agua subterránea exclusivamente.

11.3.5.3 Demanda Bruta

De acuerdo con los estudios efectuados, las eficiencias global total ponderada de la cuenca del río Diamante es del 44,5%, discriminada en 72,0% de eficiencia de conducción y operación del sistema de distribución y 62,0% de eficiencia intra-parcelaria, es decir la eficiencia de riego.

Por lo que la demanda bruta media potencial de uso agrícola actual para la cuenca del río Diamante asciende a 829,71 hm^3, correspondiendo 771,2 hm^3 a la superficie abastecida desde el dique Galileo Vitali, 53,8 hm^3 a la abastecida desde la infraestructura que se deriva de desagüe y drenaje y 4,7 hm^3 abastecidos por agua subterránea exclusivamente.

Tabla 87. Demanda agrícola potencial media del río Diamante

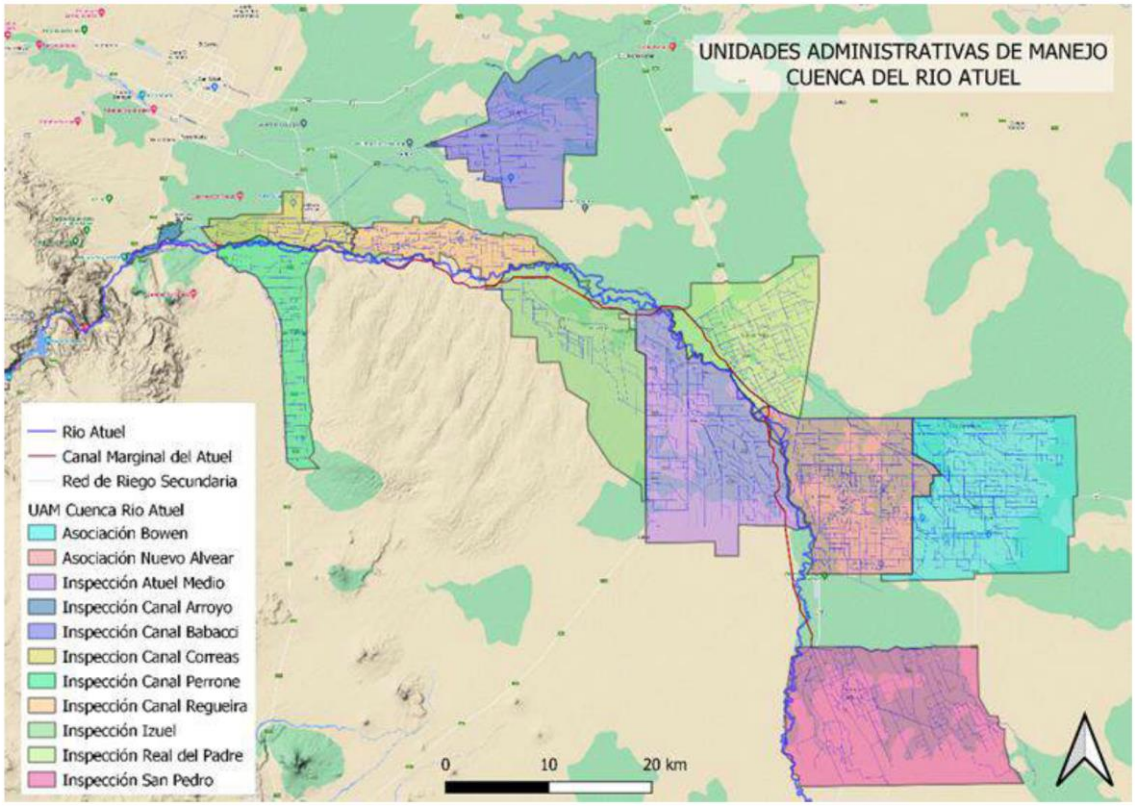
Cuenca	Fuente Principal	Superficie Cultivada [ha]	Demanda Neta [hm^3]	Demanda Bruta [hm^3]
Rio Diamante	Dotada en dique Galileo Vitali	39.431	342,5	771,2
	Dotada por desagües y drenajes	3.117	27,4	53,8
	Agua Subterránea exclusiva	336	2,9	4,7
	Total	42.884	372,74	829,71

11.3.6. Cuenca del río Atuel

11.3.6.1 Sistematización hídrica de la cuenca del río Atuel

Las UAM establecidas se corresponden con cauces secundarios y las asociaciones si las mismas poseen un solo punto de toma sobre el rio o el canal Marginal si corresponde. Actualmente en la cuenca del río Atuel existen 21 Inspecciones de cauce y se han definido 11 UAM aguas abajo de Valle Grande y 1 UAM aguas arriba de El Nihuil, de las cuales todas son de uso conjunto, no existiendo en este caso UAM de abastecimiento de agua subterránea exclusivamente.

Ilustración 160. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto de la cuenca río Atuel



11.3.6.2 Demanda Neta

Para la cuenca del río Atuel se seleccionaron los usos del suelo expuesto en la Tabla siguiente, definiéndose 10 categorías

Tabla 88. Tipos de Usos de Suelos del río Atuel

Uso	Cultivo de Referencia
Forestal	Álamo
Frutal	Duraznero
Hortícola	Tomate
Vid	Vid
Olivo	Olivo
Pastura	Alfalfa
Siembra	Ajo
Usos Pecuarios	Terrenos con derecho con pasto natural de pastoreo directo
Antropizado	
Superficie no Cultivada	sin cultivo con sistematización de riego

Uso Pecuarios: Parcelas que son regadas para favorecer el crecimiento de la vegetación espontánea de uso pastoril y además se observa la presencia de animales pastando o signos de ello.

Vid: se incluyen los cultivos de vid para vinificar y para consumo en fresco, conducidos en espaldero o en parral.

Frutales: En este caso para determinar la demanda se toma como especie de referencia al ciruelo.

Hortalizas: corresponde a la hortaliza de verano, y adoptó al tomate como el cultivo referencial.

Siembra: Para determinar la demanda se toma como especie de referencia al ajo.

Pastura: se tomó como cultivo referencial la alfalfa por ser el de mayor superficie cultivada.

Antropizado: Se hace referencia a las represas, viviendas, galpones, industrias, escuelas, ejes de circulación.

Forestación: se tomó como cultivo de referencial el álamo.

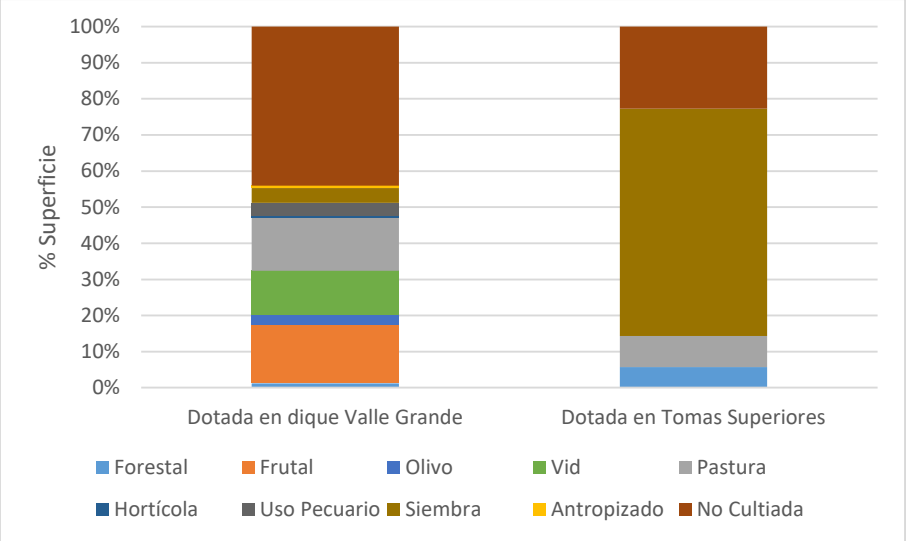
En el caso particular del río Atuel, casi la totalidad de los UAM se abastecen aguas abajo del sistema de embalse, salvo el caso particular de la Inspección de Cauce El Sosneado La Junta y Coihueco, que lo hace aguas arriba del embalse el Nihuil.

De la interpretación de imágenes satelitales, surgen la ocupación superficial de cada uno de los usos categorizados para la cuenca, pudiendo discriminar la célula de cultivo por cada fuente de abastecimiento.

Tabla 89. Célula de cultivo característica del río Atuel

	Superficie en [ha]											
	Antr.	Vid	Forest.	Frutal	Hort	Olivo	Past	Siemb	Uso Pec	Cult.	No Cult.	Total
Dotada en dique Valle Grande	622	11.264	1.134	15.024	631	2.463	13.569	3.803	3.182	51.689	40.644	92.333
Dotada en Tomas Superiores	0	0	132	0	0	0	197	1.443	0	1.772	521	2.293
Superficie Total	622	11.264	1.266	15.024	631	2.463	13.766	5.246	3.182	53.461	41.165	94.626

Ilustración 161. Célula de cultivo característica del río Atuel



El procesamiento de la información agroclimática de las tres estaciones meteorológicas de la Dirección Contingencias Climáticas (DCC), con las series de las variables climáticas de los últimos 22 años, proporciona la cobertura adecuada para el cálculo de demanda correspondiente a la cuenca del río Atuel. Las estaciones son: La Llave, Villa Atuel y Bowen.

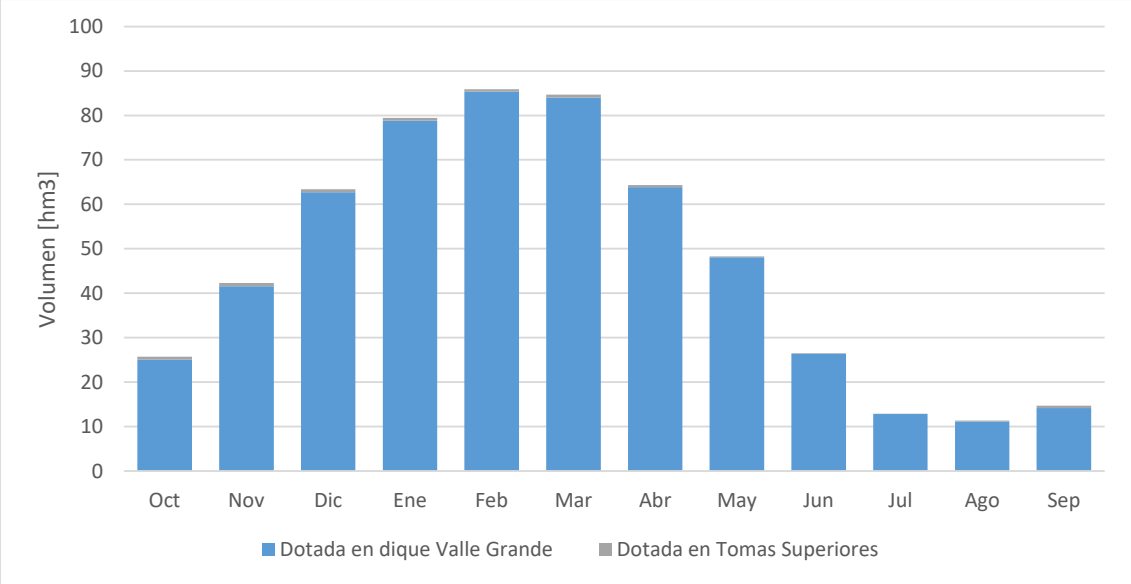
De dicho análisis, surge un valor de evapotranspiración potencial del cultivo de referencia promedio de 1.451mm/año, para la cuenca del río Atuel.

Tabla 90. Evapotranspiraciones potenciales característica del río Atuel

Evapotranspiración potencial en [mm]													
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Año
Referencia	146	178	202	200	151	130	84	59	52	60	82	107	1451
Antropizado	60	73	84	82	63	53	34	23	20	23	33	45	592
Forestal	187	232	267	261	199	137	57	24	21	24	45	109	1562
Frutal	124	166	194	190	140	105	62	24	21	24	40	71	1160
Hortícola	0	0	124	214	194	149	61	0	0	0	0	0	741

Olivo	100	124	143	141	108	91	58	38	32	37	54	74	998
Pastura	146	176	204	199	155	117	52	24	21	32	70	110	1307
Siembra	142	153	0	0	0	0	49	33	32	42	64	105	620
Uso Pecuario	87	106	122	119	92	66	27	18	15	18	26	55	751
Vid	99	130	150	146	110	82	42	24	21	24	38	61	927

Ilustración 162. Demanda neta media potencial agrícola actual del río Atuel



La demanda neta media potencial de uso agrícola actual para la cuenca del río Atuel es de 559,4 hm^3, correspondiendo 554,1 hm^3 a la superficie abastecida aguas debajo de Valle Grande y 5,3 hm^3 a las abastecidas aguas arriba del embalse El Nihuil.

11.3.6.3 Demanda Bruta

De acuerdo con los estudios efectuados, las eficiencias global total ponderada de la cuenca del río Atuel es del 40%, discriminada en 80,0% de eficiencia de conducción y operación del sistema de distribución y 50,0% de eficiencia intra-parcelaria, es decir la eficiencia de riego.

Por lo que la demanda bruta media potencial de uso agrícola actual para la cuenca del río Atuel asciende a 1.398,1 hm^3, correspondiendo 1384,7 hm^3 a la superficie abastecida aguas debajo de Valle Grande y 13,36 hm^3 a las abastecidas aguas arriba del embalse El Nihuil.

Tabla 91. Demanda agrícola potencial media del río Atuel

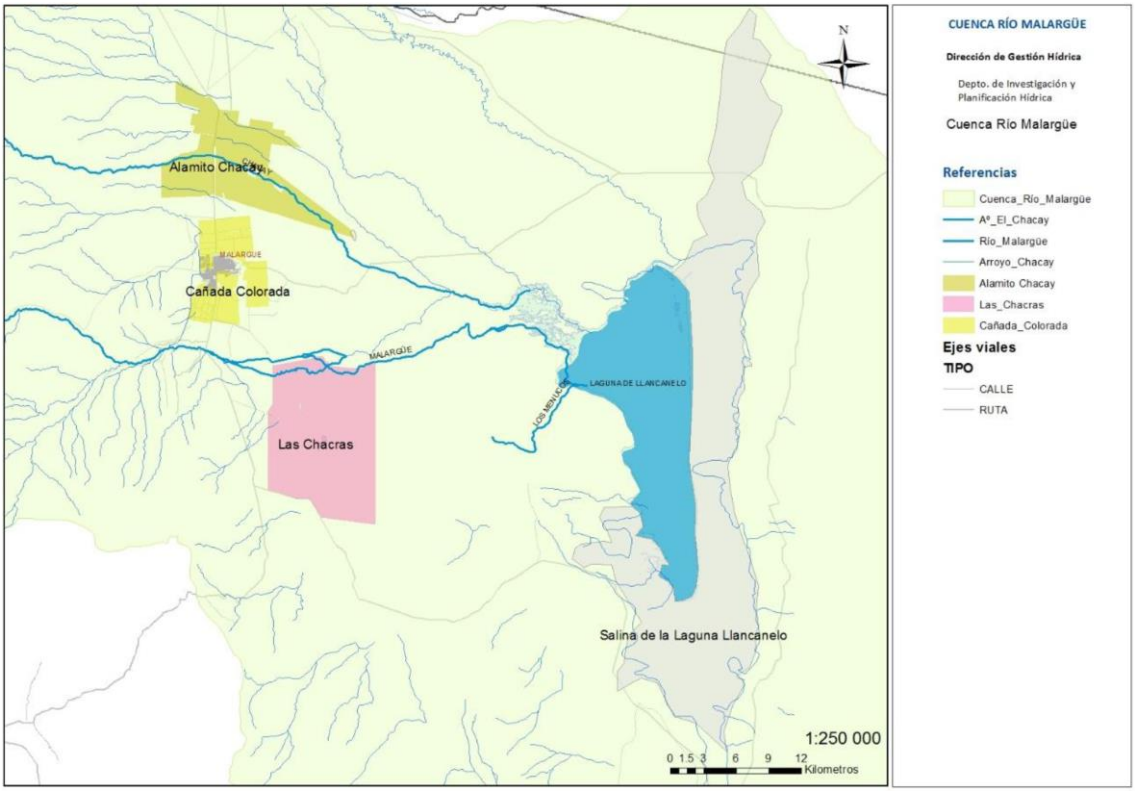
Cuenca	Fuente Principal	Superficie Cultivada [ha]	Demanda Neta [hm^3]	Demanda Bruta [hm^3]
Río Atuel	Dotada en dique Valle Grande	51.689	554,09	1384,70
	Dotada en Tomas Superiores	1772	5,3	13,36
	Total	53.461	559,4	1398,1

11.3.7. Cuenca del río Malargüe

11.3.7.1 Sistematización hídrica de la cuenca del río Malargüe

La cuenca del río Malargüe se compone de 3 UAM, todas ellas de uso conjunto, ya que disponen de abastecimiento de agua superficial y en algunas propiedades, también de agua subterránea. De las cuales 2 corresponden a UAM dotadas desde el cauce del río Malargüe y una desde los arroyos EL Chacay y El Alamito.

Ilustración 163. Unidades administrativas de manejo de uso conjunto de la cuenca río Malargüe



11.3.7.2 Demanda Neta

Para la cuenca del río Malargüe se seleccionaron los usos del suelo expuesto en la Tabla 92, definiéndose 7 categorías

Tabla 92. Tipos de Usos de Suelos del río Malargüe

Uso	Cultivo de Referencia
Forestal	Álamo
Hortícola	Ajo
Papa y rotación	Papa
Pastura	Alfalfa
Siembra	Parcelas que se encuentra en barbecho
Área Urbana	Álamo
Superficie no Cultivada	sin cultivo con sistematización de riego

Forestal: se toma como especie de referencia al álamo.

Hortícola: se toma como especie de referencia el ajo en invierno.

Papa y rotación: fincas o cuarteles que son cultivados con papa semilla, o mini-tubérculos. Se incluyen en esta categoría las rotaciones necesarias exigidas para papa-semilla. (centeno, maíz, entre otros).

Siembra: se toma como especie de referencia un proporcional de la alfalfa. En esta categoría se han incluido las parcelas que se encuentran en barbecho.

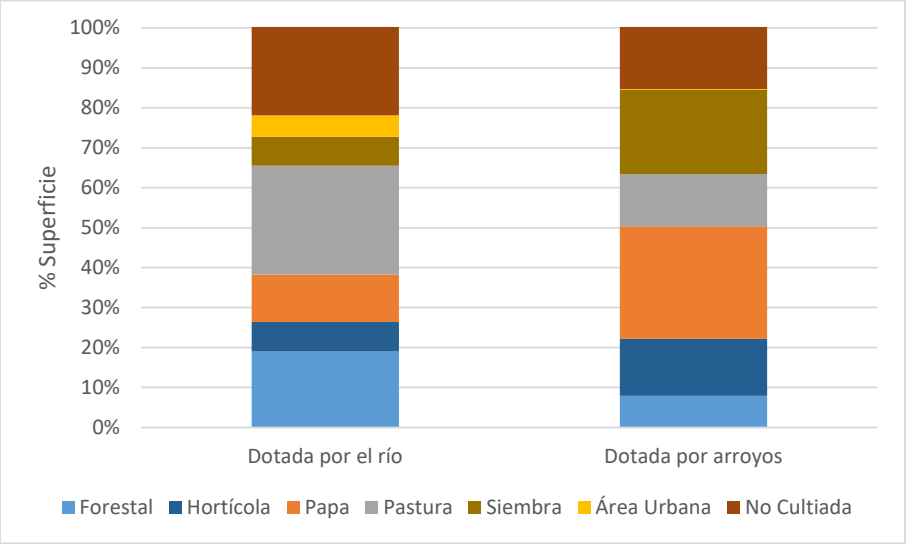
Pastura: se toma como referencia las gramíneas destinadas a pasturas y silo-bolsa, se tomó como cultivo referencial la alfalfa.

De la interpretación de imágenes satelitales, surgen la ocupación superficial de cada uno de los usos categorizados para la cuenca, pudiendo discriminar la célula de cultivo por cada fuente de abastecimiento.

Tabla 93. Célula de cultivo característica del río Malargüe

	Superficie en [ha]								
	Forestal	Hort	Papa	Past	Siem	Urbana	Cult.	No Cult.	Total
Dotada por el río	784	305	488	1.122	298	222	3.220	900	4.120
Dotada por arroyos	452	818	1.613	752	1.207	10	4.851	879	5.730
Total	1.236	1.123	2.101	1.874	1.505	232	8.071	1.779	9.850

Ilustración 164. Célula de cultivo característica del río Malargüe



La caracterización agroclimática de la cuenca se basa sobre el análisis de la información de los últimos 20 años (2000-2020) proveniente de tres estaciones meteorológicas. La estación meteorológica del Servicio Meteorológico Nacional, ubicada en el Aeropuerto Malargüe, las estaciones meteorológicas de EVARSA ubicadas una en el dique Blas Brisoli, y la otra en el paraje Pincheira.

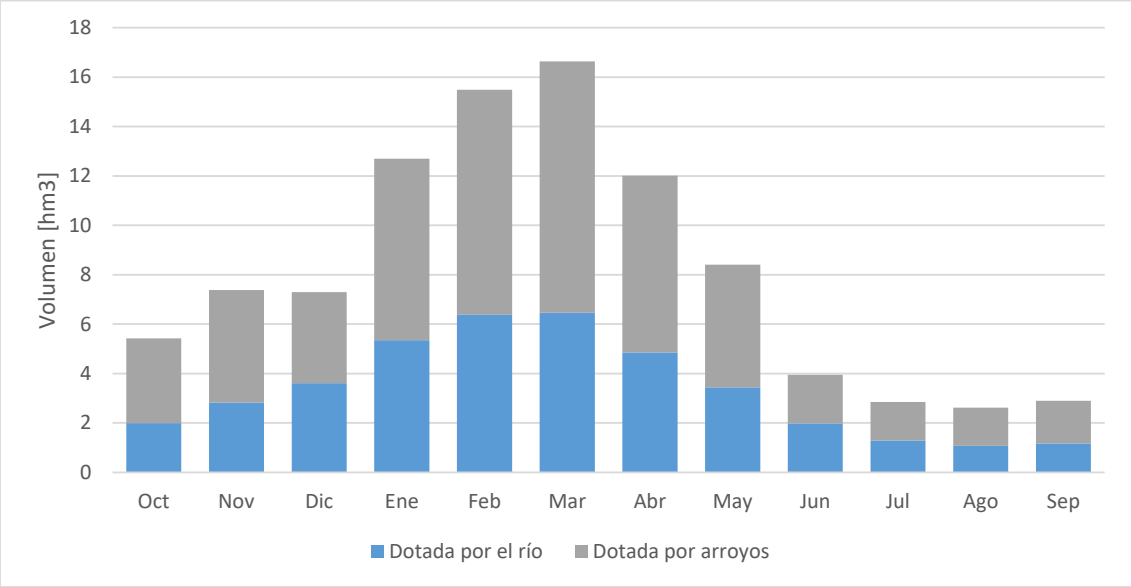
De dicho análisis, surge un valor de evapotranspiración potencial del cultivo de referencia promedio de 1.462mm/año, para la cuenca del río Malargüe.

Tabla 94. Evapotranspiraciones potenciales característica del río Malargüe

Evapotranspiración potencial en [mm]													
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Año
Referencia	147	179	204	202	152	131	85	60	52	60	82	108	1462
Forestal	53	84	143	196	226	205	154	107	68	37	24	25	1321
Hortícola	50	72	118	173	186	178	145	77	53	36	32	35	1156
Papa y rotación	82	103	38	96	153	240	128	90	22	26	31	36	1046
Pastura	61	88	130	177	208	199	163	122	81	50	41	43	1362
Siembra	78	98	40	169	198	189	155	116	23	25	30	34	1156
Zona Urbana	71	103	153	192	219	209	171	129	86	57	48	51	1490

La demanda neta media potencial de uso agrícola actual para la cuenca del río Malargüe es de 97,7 hm^3, correspondiendo 40,4 hm^3 a la superficie abastecida desde río y 57,2 hm^3 a las abastecidas desde los arroyos.

Ilustración 165. Demanda neta media potencial agrícola actual del río Malargüe



11.3.7.3 Demanda Bruta

De acuerdo con los estudios efectuados, las eficiencias global total ponderada de la cuenca del río Malargüe es del 50%, discriminada en 90,0% de eficiencia de conducción y operación del sistema de distribución y 55,0% de eficiencia intra-parcelaria, es decir la eficiencia de riego.

Por lo que la demanda bruta media potencial de uso agrícola actual para la cuenca del río Malargüe asciende a 185,2 hm^3, correspondiendo 80,0 hm^3 a la superficie abastecida desde el río y 105,2 hm^3 a las abastecidas por los arroyos.

Tabla 95. Demanda agrícola potencial media del río Atuel

Cuenca	Fuente Principal	Superficie Cultivada [ha]	Demanda Neta [hm^3]	Demanda Bruta [hm^3]
Río Atuel	Dotada por el río	3.220	40,4	80,0
	Dotada por arroyo	4.851	57,2	105,2
	Total	8.071	97,7	185,2

11.4. Uso Público

Corresponde al uso asociado al riego de forestación y espacios verdes de carácter público, en la mayoría de los casos corresponde al riego de la forestación situada sobre calles del ejido urbano, como así también todos aquellos espacios verdes, como plazas y parques de ámbito municipal, y en menor medida a la forestación situada en calles o rutas provinciales y/o nacionales

Este uso se encuentra cuantificado dentro de los balances hídricos de los ríos, realizado por el Departamento General de Irrigación, a través del uso de suelo categorizado como zona urbana o área urbana, resultante del trabajo de teledetección realizado en el marco del trabajo.

Si bien este uso se encuentra empadronado mayormente en el ámbito urbano, con una superficie equivalente a la ocupada por calles y espacios verdes o de equipamiento reservados, no necesariamente esto se produce fuera de las áreas urbanas, existiendo en muchos casos arboledas a la vera de cauces no revestidos, que indudablemente brindan un servicio ambiental, pero que al irrigarse desde la infiltración o perdidas del canal, no son computado como un consumo, pero que al momento de avanzar con la eficiencia de conducción, mediante la ejecución de las obras de revestimiento, dicha circunstancia es puesta en evidencia. siendo responsabilidad de los municipios su distribución y administración dentro

La superficie empadronada asociada al uso público dentro de la provincia de Mendoza representa aproximadamente el 2%, variando entre el 1% y el 3% a nivel de cuenca según la afectación urbana de la misma.

El uso público mayoritariamente es abastecido mediante agua superficial, en este caso principalmente desde la red secundaria, siendo los distintos municipios los responsables de la distribución del agua dentro de las ciudades y localidades.

11.5. Uso Ganadero

El uso ganadero hace referencia al abastecimiento de agua para la bebida de animales. En general, en la mayoría del territorio provincial, correspondiente a la zona de secano, presenta como única posibilidad productiva la cría extensiva de ganado caprino o bovino, de la cual podríamos distinguir la que se desarrolla en zona de montaña y la que se desarrolla en zona de llanura del este provincial. En el caso de la zona de montaña la bebida de animales se realiza sobre agua de escorrentía superficial, de vertientes, arroyos y ríos, de origen nival, en tanto que, en la zona de llanura, que corresponde a la mayor extensión del territorio, con pocas manifestaciones de agua en superficie, ya sea natural o artificial, el abastecimiento para la bebida de animales se efectúa principalmente desde pozos, con rendimientos bajos y baja calidad de agua.

La Provincia de Mendoza, desde hace tiempo ha encarado el proyecto de varios acueductos de uso ganadero en la zona este no irrigadas de la provincia, con el objeto de ampliar la frontera productiva, incrementar la rentabilidad y sustentabilidad de la producción ganadera y mitigar la desertificación de la zona de cría mediante la provisión de líquido que permita racionalizar el pastoreo.

Si bien en la actualidad existen emprendimientos productivos de ganadería bajo riego, la misma se encuentra en desarrollo, y en este caso la bebida de animales si bien puede ser desde la infraestructura de riego, el principal consumo se encuentra asociado al cultivo de pastura, no encontrándose debidamente diferenciado consumo de bebida, existiendo en la actualidad muy pocos empadronamientos de uso ganadero sobre la infraestructura de riego.

11.5.1. Caracterización ganadera de Mendoza

La provincia de Mendoza tiene un stock total de animales de 1.386.580 cabezas. El stock está compuesto principalmente por Caprinos y Bovinos, en un 48 % y 32 % respectivamente. En menor medida por Ovinos, Equinos y Porcinos.

El stock de animales por departamento se muestra en la Tabla 96 Se observa que Malargüe es el departamento con mayor cantidad de animales debido al elevado número de caprinos de la zona. Este departamento cuenta con más de 520 mil cabezas, con una participación del 39 % del stock ganadero provincial. En orden descendente siguen San Rafael, Lavalle y General Alvear.

Tabla 96. Stock de animales en Mendoza por Departamento[91]

Departamento	Cabezas	Participación
Malargüe	533.941	39%
San Rafael	286.215	21%
La Llave	137.752	10%
General Alvear	135.802	10%
San Carlos	57.136	4%
La Paz	51.852	4%
Norte	48.030	3%
Santa Rosa	47.379	3%
Rivadavia	28.126	2%
Tunuyán	27.160	2%
Tupungato	19.041	1%
San Martín	4.748	0%
Junín	1.120	0%
Total	1.378.302	100%

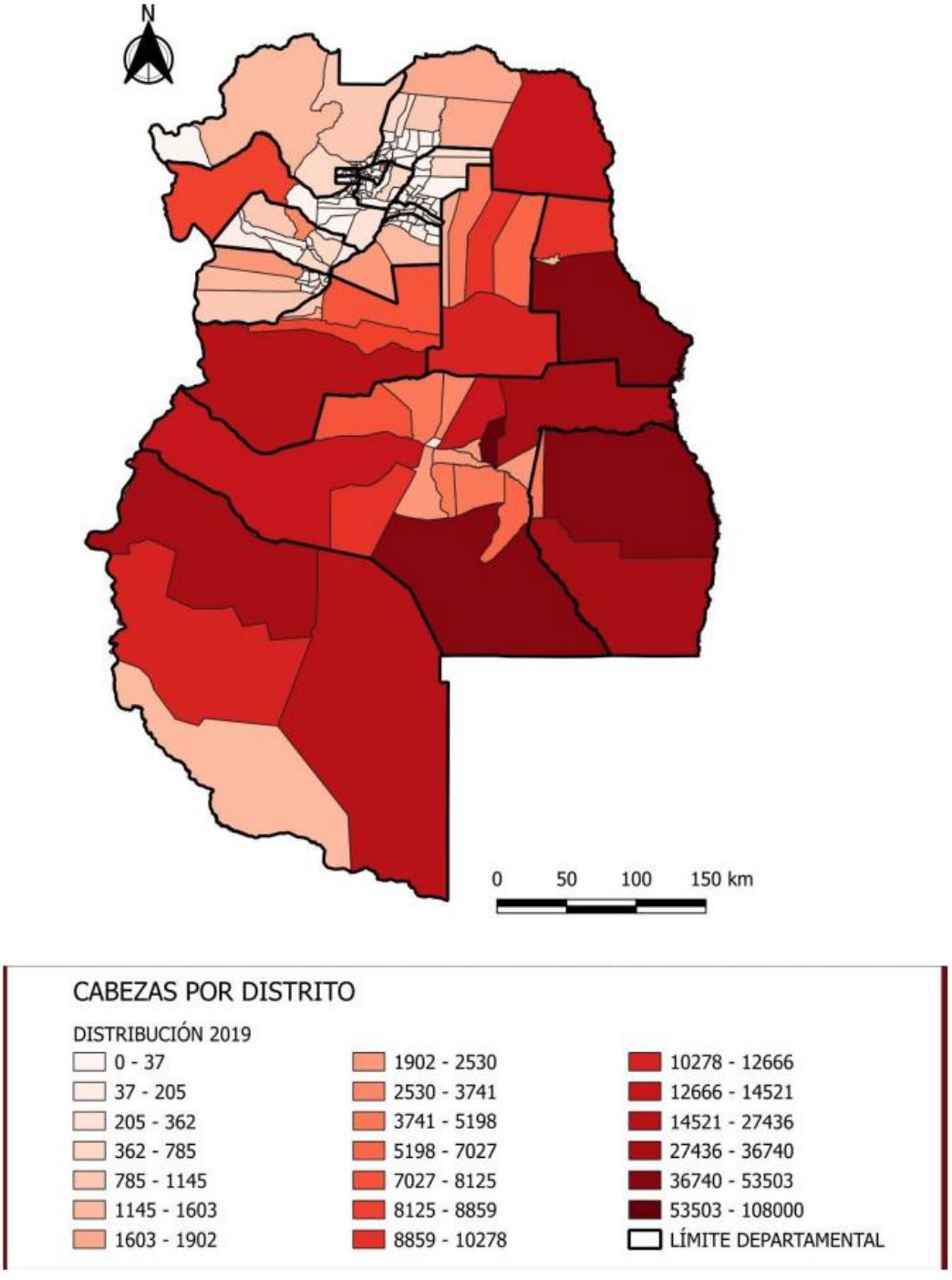
[91] Cluster Ganadero de Mendoza

Malargüe posee aproximadamente el 58 % del stock caprino, seguido por Lavalle (15%) y San Rafael (15%). El Stock corresponde mayoritariamente a Cabras (62 %), seguido por cabritos (17 %), cabrillas (10 %) y Chivos (8%).

La ganadería bovina es la segunda en importancia en cuanto a la cantidad de cabezas, pero presenta la mayor cantidad de productores y establecimientos en la provincia.

El stock bovino se concentra en la Zona Sur de la provincia, precisamente en los departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe, representando el 66 % del ganado bovino.

Ilustración 166. Distribución del stock de animales por Distrito



11.5.2. Acueducto ganadero Bowen Canalejas

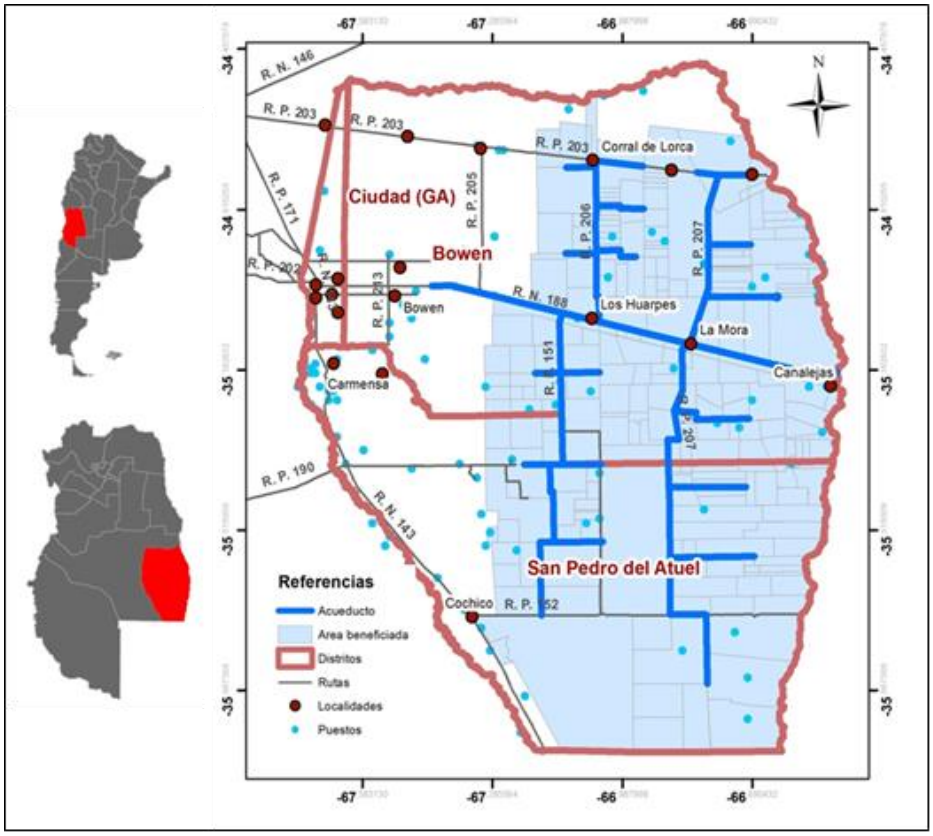
Este acueducto es el primero que se encuentra realizado en la actualidad, siendo terminado en octubre de 2020, y permite el abastecimiento a 253 parcelas. El sistema posee una extensión de 610 km en cañerías de diferentes diámetros, con 137 puntos de entrega (bornas) y atiende a 207 usuarios, en una superficie de 960.328 has, corresponde al 65% de la superficie del Departamento de General Alvear.

Este Acueducto Ganadero nace en dos puntos estratégicos de extracción de agua subterránea, mediante el uso de perforaciones, y de allí se conduce al reservorio de almacenamiento comunitario. Luego es elevada a un tanque especial para presurizar el sistema y conducirlo por la red de tubería, abasteciendo a cinco grandes ramales

Actualmente, una comisión de apoyo conformada por los productores, la Subdelegación de Aguas del Rio Atuel y Sede Central, está apuntalando fuertemente la conformación y consolidación de la Inspección de Cauce Acueducto Ganadero Bowen Canalejas (Inspección ABC), creada por resolución 182/19 del HTA y Superintendencia, e intervenida por Resolución 659/20 de Superintendencia.

Este acueducto posee un caudal de diseño de 30,5 l/s en plena capacidad, es decir un volumen máximo anual de 1 hm^3, en la actualidad y para el año 2022, se abasteció un volumen de 75.000 m^3/año, estando el 60% de los productores conectados al mismo.

Ilustración 167. Acueducto ganadero Bowen Canalejas



11.6. Uso industrial

La provincia de Mendoza cuenta con un total de 1.896 establecimientos registrados en el Registro Único de Establecimiento (RUE), distribuidos en las cuencas de la siguiente manera.

Tabla 97. Cantidad de Industrias discriminadas por cuenca

Cuenca	Cantidad
Río Mendoza	758
subcuenca Tunuyán Superior	228
subcuenca Tunuyán Inferior	550
río Atuel	161

río Diamante	160
río Malargüe	39
Total	1.896

Se destaca que en el marco de las políticas de reúso agrícola incentivadas por el DGI para asegurar una adecuada disposición de los efluentes (Res 778/96 texto ordenado por Res 52/20 del H.T.A.), en la actualidad aproximadamente el 80% de las empresas mayormente agroindustriales, reúsan los efluentes para irrigar, que en su totalidad la superficie alcanza aproximadamente un valor de 1.380 ha.

El sector industrial en su gran mayoría se abastece con agua de origen subterráneo, si bien hay empadronamientos de aguas superficiales de carácter industrial, las mismas se usan para enfriamiento de bodegas, no siendo de carácter consuntivo. El Departamento General de Irrigación no cuenta con un sistema de medición directa que posibilite conocer acabadamente los consumos de agua. Estos datos pueden, no obstante, inferirse a partir de las DECLARACIONES JURADAS DE VERTIDO. Este instrumento formal, es exigido por la Res. 778/96 del H.T.A y modificatorias, en la cual el solicitante manifiesta el volumen anual generado de efluentes, el cual en términos generales coincide aproximadamente con el consumo de agua. Cabe aclarar, y si bien no son representativos, que existen establecimientos que toman agua de una fuente especial ya sea subterránea, vertiente o de tipo surgente, los cuales consumen un volumen para su producción, como por ejemplo las fábricas de agua mineral, soderías, cervecerías entre otros.

Del análisis de dicha información, se desprenden los consumos discriminados por cuenca expuesto en

Tabla 98 Consumo industrial de agua subterránea

Cuenca	Volumen hm^3/año
río Mendoza	10.8
subcuenca Tunuyán Inferior	2.8
subcuenca Tunuyán Superior	3.7
río Diamante	2.0
río Atuel	0.9
río Malargüe	0,4
Total	20,6

11.6.1. Actividad Petrolera

La industria petrolera utiliza volúmenes de agua para uso industrial en sus operaciones diarias realizadas en los yacimientos. Esta demanda es satisfecha a través de pozos para extracción de agua subterránea, pero en otras oportunidades y en ciertas regiones de la provincia las empresas petroleras solo se abastecen de fuentes superficiales.

Si bien el Departamento de irrigación exige sistemas de telemetría, en su mayoría los mismos no están actualmente reportando información que sea utilizada para los permisos o autorizaciones, y las mismas actualmente se siguen otorgando a través de los procedimientos de presentación de declaración jurada.

En la tabla expuesta a continuación se puede visualizar el consumo de agua declarado para el año 2022, para la totalidad de la provincia de Mendoza.

Tabla 99. Consumo de la actividad Petrolera

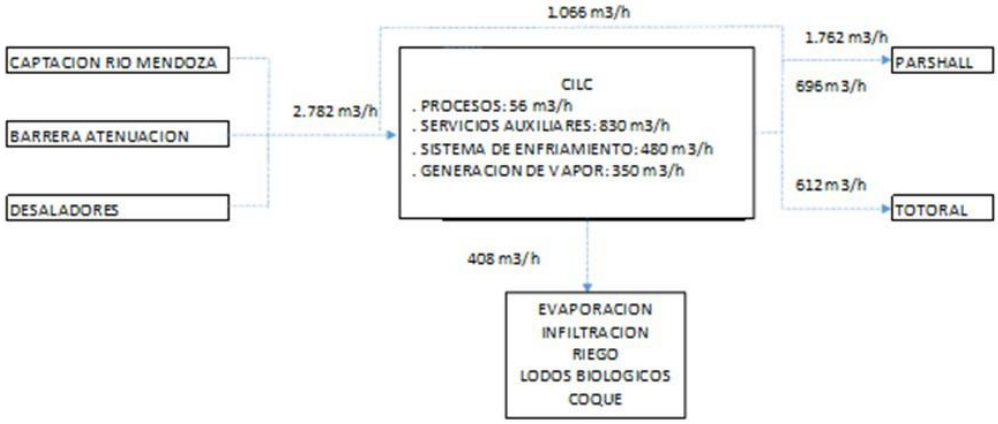
Cuatrimestre	Consumo (m^3)
Primero	1.259.874
Segundo	1.601.641
Tercero	1.334.579
TOTAL 2022	4.196.094

11.6.2. Refinería Luján de Cuyo – río Mendoza

La refinería Luján de Cuyo, toma el agua industrial requerida para sus procesos del río Mendoza desde el dique Las Compuertas a través de un canal de captación hormigonado en la totalidad de su trayecto. El volumen de agua que ingresa a la refinería, así como los circuitos internos, según sus usos y calidades, se representan en la ilustración siguiente.

Según se observa en la Ilustración 168 un 85% del agua de alimentación se vuelca nuevamente al río, mientras que el 15% restante (408 m^3/h) se evapora, infiltra o forma parte de la humedad de otros residuos. Además, el 38% del agua captada (1066 m^3/h) no se utiliza en los procesos productivos y se descarga junto con el resto de los efluentes líquidos. Ante lo expuesto consumo de la planta alcanza al año un valor de 9hm^3.

Ilustración 168. Diagrama Refinería Lujan de Cuyo



La Refinería tiene dos corrientes de efluentes que difieren en su punto de vuelco y en su composición, y se detallan a continuación:

1. Vuelco aguas arriba del dique Cipolletti (Parshall): el vertido es al río Mendoza y está compuesto por el excedente de agua tomada del río que no ingresa a la refinería, el rechazo de la ósmosis inversa y las purgas y lavados de los equipos de la planta de agua. Este vuelco representa una descarga promedio de 1.762 m^3/h (0,5 L/s).
2. Vuelco aguas abajo del dique Cipolletti (Totoral): el vertido está formado por efluentes líquidos provenientes de la planta de tratamiento del complejo industrial. La composición de estos efluentes contiene componentes derivados del proceso de refinación y purgas de tanques, así como las purgas del sistema de enfriamiento, los cuales reciben un tratamiento a fin de adecuarla a la reglamentación vigente (Resol. 778/96) antes de su descarga y su caudal promedio es de 612 m^3/h. La mayor parte de esta corriente es reutilizada en riego agrícola por terceros y el sobrante se vuelca al río o se infiltra en terrenos aledaños al cauce del río Mendoza, en su margen izquierda.

El consumo anual de la destilería, considerando los caudales de reúso, es aproximadamente de 9 hm^3/año.

11.7. Uso turístico

En diversos espejos de agua de la provincia, como así también en ciertos tramos de los cauces de los ríos y zonas aledañas, en actualidad se desarrollan actividades de carácter deportivas, recreativas o solamente turísticas paisajísticas, a partir de las cuales, en determinadas regiones, hoy existe una importante industria turística asociada al recurso hídrico.

En la mayoría del tiempo está actividad, no necesariamente requiere un consumo de agua de características consuntivas, pero en ciertas circunstancias, principalmente frente a la disminución de oferta y aguas abajo de los sistemas de regulación, se producen conflicto con otros usos, con requerimientos temporales distintos a estas actividades, pudiendo en estos casos estos consumos de agua tomar un carácter consuntivo, en el caso de ser satisfechos.

Estos usos si bien no involucran consumo de agua, pueden provocar en alguna medida sobre el recurso hídrico, por lo cual muchos prestadores turísticos se los inscribe como potenciales agentes contaminantes en el RUE.

11.7.1. Río Mendoza

Para el caso de la cuenca del río Mendoza, las actividades náuticas se desarrollan a lo largo del río y también en el embalse Potrerillos.

El río posee un caudal que en algunas épocas del año permite la práctica del rafting, sobre todo en aquellos tramos que las características del río lo permiten. Esta es una actividad recreativa y deportiva que consiste en recorrer el cauce de los ríos en la dirección de la corriente mediante algún tipo de embarcación o balsa.

El embalse cuenta con 1.300 ha ocupadas por el espejo de agua, 12 km de largo, 3 km es el ancho máximo, rodeado de montañas que invita a la práctica de toda clase de deportes acuáticos: Rafting, canotaje, kayaking, pesca y windsurf, además del aprovechamiento paisajístico.

Ilustración 169. Rafting en el río Mendoza, y actividades náuticas en el embalse de Potrerillos



11.7.2. Río Tunuyán

El uso turístico del agua en el río Tunuyán se desarrolla casi en su totalidad mediante el aprovechamiento del espejo de agua del embalse El Carrizal, donde en la actualidad existe en sus orillas una gran cantidad de clubes y camping.

En la margen del embalse perteneciente al Departamento de Rivadavia, se encuentran doce clubes deportivos de pesca y náutica, mientras que en la margen perteneciente al Departamento de Luján de Cuyo, se ubican ocho complejos turísticos recreativos.

Ilustración 170. Imágenes del embalse el Carrizal



11.7.3. Río Diamante

En el caso de la cuenca del río diamante las actividades de índole recreativas o turísticas asociadas a cuerpos de agua, se desarrollan principalmente los espejos de agua de los sistemas de embalse y fundamentalmente en Los Reyunos donde en sus orillas se establecen clubes.

11.7.4. Río Atuel

Este río posee una gran actividad turísticas, asociada principalmente a la zona denominada como Cañón del Atuel, conjuntamente con el embalse El Nihuil y El Valle Grande.

Justamente unos de los tramos que presenta conflictividad de intereses entre los usos corresponde al tramo del cauce del río Atuel, situado aguas abajo del embalse de Valle Grande, donde se desarrollan una importante actividad de navegación de carácter turístico económico (rafting), por la afluencia de gente. Siendo este uno de los principales puntos atracción turística del Departamento de San Rafael.

Ilustración 171. Actividades recreativas en el embalse Los Reyunos



Ilustración 172. Rafting en el río Atuel, y actividades náuticas en el embalse el Nihuil





11.8. Uso energético

Para la generación de energía eléctrica existen diversas tecnologías, entre las cuales se cuentan las centrales hidroeléctricas y las termoeléctricas. En las primeras se hace uso de una corriente de agua que, gracias a una diferencia de nivel o salto, transforma energía potencial en energía mecánica que es la que mueve los generadores eléctricos. En las termoeléctricas, la energía mecánica para mover los generadores se obtiene a partir de la energía térmica de gases de combustión o bien del vapor. En este último caso, es necesario el recurso hídrico para la generación de vapor y también para el enfriamiento en los condensadores de la central. Tanto en las hidroeléctricas como en las térmicas de vapor, se lleva a cabo la utilización del agua, pero mayoritariamente de forma no consuntiva.

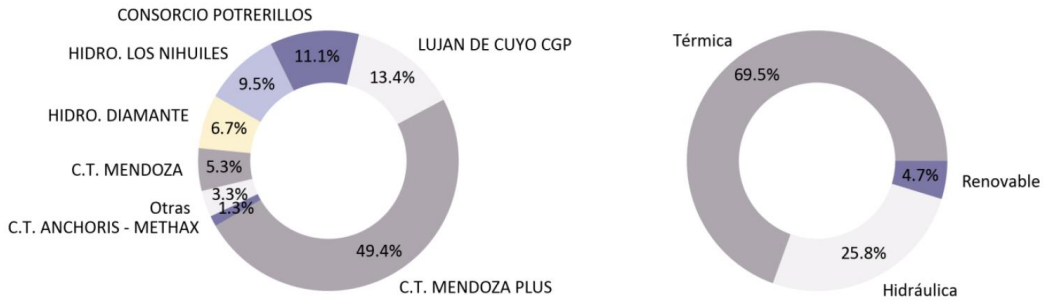
La generación total de energía eléctrica de la provincia para el año 2022 fue de 12,39 GWh/día, sufriendo una reducción del 3%, con respecto a la del año 2021.

Desagregando por fuente se observa que en los últimos doce meses la generación Renovable aumentó 13,7% a.a. mientras que la generación Térmica se redujo 3% y la generación Hidráulica 5,6% a.a.

Tabla 100. Generación eléctrica por fuente – GWh/día[92]

	Total	Hidráulica	Renovable	Térmica
dic.-21	17.75	6.30	0.63	10.82
nov.-22	14.16	4.46	0.84	8.87
dic.-22	17.07	5.44	0.91	10.72
12 meses ant.	12.77	3.38	0.52	8.87
12 meses	12.39	3.19	0.59	8.61
Var. % i.m	20.5%	22.1%	8.1%	20.9%
Var. % i.a	-3.8%	-13.6%	44.2%	-0.9%
Var. % a.a	-3.0%	-5.6%	13.7%	-3.0%

Tabla 101. Generación total por Agente y fuente[93]



11.8.1. Río Mendoza

La cuenca del río Mendoza posee una potencia instalada de 727,1 MW, siendo el 74% de esta cantidad de origen termoeléctrico. se detalla la capacidad de generación y el caudal no consuntivo del agua para las Centrales que se ubican en la Cuenca.

Tabla 102 Uso energético del agua en la cuenca del río Mendoza

Central	Ubicación	Operador	Potencia Instalada [MW]	Caudal [m^3/s]
Central Térmica Mendoza	Luján de Cuyo	CTM S.A.	540	18
Potrerillos - Cacheuta	Luján de Cuyo	CEMPPSA	120	40
Álvarez Condarco	Luján de Cuyo	CEMPPSA	50	40
San Martín	Luján de Cuyo	GEMSA	6,64	35,5
Canal Cacique Guaymallén – S6	Luján de Cuyo	CEOSA	1,20	25
Canal Cacique Guaymallén – S7	Luján de Cuyo	CEOSA	1,20	25
Canal Cacique Guaymallén – S8	Luján de Cuyo	CEOSA	1,20	25
Canal Cacique Guaymallén – S11	Luján de Cuyo	Nauco Energía SA	0,52	20
Canal San Martín – PAH Lulunta	Maipú	Nahuen Energía S.A.	6,34	20

11.8.2. Río Tunuyán

La cuenca del río Tunuyán posee una potencia instalada de 19,1 MW, siendo el 100% de esta cantidad de origen hidroeléctrico. se detalla la capacidad de generación y el caudal no consuntivo del agua para las Centrales que se ubican en la Cuenca.

[92] Emesa
[93] Emesa

Tabla 103. Uso energético del agua en la cuenca del río Tunuyán

Central	Ubicación	Operador	Potencia Instalada [MW]	Caudal [m^3/s]
Central Térmica Mendoza	Rivadavia	CEMMPSA	17	30
Dique Tiburcio Benegas	Rivadavia	CEOSA	1,6	40
Tripe salto unificado	Rivadavia	CEOSA	0,5	12,5

11.8.3. Río Diamante

La cuenca del río Diamante posee una potencia instalada de 394,6 MW, siendo el 100% de esta cantidad de origen hidroeléctrico. En la Tabla 104 se detalla la capacidad de generación y el caudal no consuntivo del agua para las Centrales que se ubican en la Cuenca.

Tabla 104. Uso energético del agua en la cuenca del río Diamante

Central	Ubicación	Operador	Potencia Instalada [MW]	Caudal [m^3/s]
Agua del Toro	San Rafael	Hidroeléctrica Diamante – Pampa Energía S.A.	150	30
Los Reyunos	San Rafael	Hidroeléctrica Diamante – Pampa Energía S.A.	224	30
El Tigre	San Rafael	Hidroeléctrica Diamante – Pampa Energía S.A.	14	30
Los Coroneles	San Rafael	GEMSA	6,64	30

Desde 1990 a 2021, la generación anual promedio fue de 538 GWh, con un máximo de generación de 943 GWh alcanzado en 2006 y un mínimo de 322 GWh alcanzado en 2014.[94]

11.8.4. Río Atuel

En la cuenca del río Atuel se generan aproximadamente 287,2 MW, siendo el 100% de esta cantidad de origen hidroeléctrico. En la Tabla 105 se detalla la capacidad de generación y el caudal no consuntivo del agua para las Centrales que se ubican en la Cuenca.

Tabla 105. Uso energético del agua en la cuenca del río Atuel

Central	Ubicación	Operador	Potencia Instalada [MW]	Caudal [m^3/s]
El Nihuil I	San Rafael	Hidroeléctrica Los Nihuiles – Pampa Energía S.A.	74	35,5
El Nihuil II	San Rafael	Hidroeléctrica Los Nihuiles – Pampa Energía S.A.	136,2	35,5
El Nihuil III	San Rafael	Hidroeléctrica Los Nihuiles – Pampa Energía S.A.	52	35,5
El Nihuil IV	San Rafael	Hidroeléctrica Los Nihuiles – Pampa Energía S.A.	25	35,5

Desde 1990 a 2021, la generación anual promedio fue de 797 GWh, con un máximo de 1.250 GWh registrado en 2006 y un mínimo de 467 GWh registrado en 2021.[95]

[94] https://www.pampaenergia.com/generacion/
[95] https://www.pampaenergia.com/generacion/

11.9. Observaciones: Demanda de Agua

11.9.1. Superficies empadronadas

- En la Provincia de Mendoza se encuentran empadronadas en los distintos ríos un total de 1.464.449 hectáreas (14.644,49 km^2).
    - La superficie empadronada Rio Mendoza es de 109.246 ha, de las cuales, 86.391 ha se abastecen desde el Dique Cipolletti y están reguladas por el Embalse Potrerillos. Además, hay 6.554 ha que se encuentran ubicadas aguas arriba del Embalse Potrerillos y 16.301 ha se abastecen de otras fuentes como son los ACRES y las zonas de manantiales.
    - La superficie empadronada en el Rio Tunuyán Superior es de 54.975 ha, de las cuales 18.968 ha se abastecen del Dique Valle de Uco. Además, hay 8.755 ha que se abastecen de manantiales y 27.252 ha que se abastecen de arroyos de origen nival de la cordillera frontal.
    - La superficie empadronada en el Rio Tunuyán Inferior es de 76.404 ha, estas hectáreas se abastecen del Dique Tiburcio Benegas.
    - La superficie empadronada en el Rio Diamante es de 72.033 ha, de las cuales 65.653 ha se abastecen del Dique Galileo Vitali y 6.380 ha se abastecen de desagües y drenajes.
    - La superficie empadronada en el Rio Atuel es de 1.070.682 ha, de las cuales, 107.517 ha se abastecen desde el Dique Valle Grande, 2.931 ha se abastecen del rio, aguas arriba del sistema de embalses y 960.234 ha corresponden a los empadronamientos del acueducto ganadero.
    - La superficie empadronada en el Rio Malargüe es de 7.816 ha, de las cuales 4.127 ha corresponden a las que se dotan desde el rio, 2.479 ha corresponden al empadronamiento de la Laguna Llancanello y 1.210 ha corresponden a las hectáreas que se dotan desde los arroyos.
    - La superficie empadronada en el Rio Grande es de 73.293 ha, entre ellas hay 71.045 ha que no se encuentran dotadas por no contar con la infraestructura para ello.
- Si se compara esta información con la información presentada en el apartado 11.3 Demanda Agrícola, se puede observar:
    - Para el Rio Mendoza, sobre las hectáreas que reciben agua superficial:
        - Las hectáreas que reciben agua del Dique Cipolletti, así como también las de Alta Montaña, son menores que las empadronadas, se deberá analizar si esta situación se puede convertir en una demanda de agua a futuro, si la diferencia corresponde a un cambio de uso del suelo o si se deben eliminar estas hectáreas del registro.
        - Con respecto a las hectáreas que reciben agua de “otras fuentes” hay una diferencia del 9% entre las que están actualmente regadas y las empadronadas, se debería revisar si la diferencia está en la información de base o en el empadronamiento, no se indica el origen de esta diferencia.
    - Para el Rio Tunuyán Inferior: Se indica que las hectáreas empadronadas son 76.404 ha, si bien el número de hectáreas cultivadas indicado en la Tabla 82, las hectáreas totales (cultivadas y no cultivadas) es mayor. Se debería revisar si la diferencia está en la información de base o en el empadronamiento, no se indica el origen de esta diferencia.
    - Para el Rio Malargüe: se presenta una diferencia entre las hectáreas empadronadas en los arroyos (1.210 ha) con las que se indican como cultivadas en la Tabla 93 (Total: 5.730 ha, 4.851 ha cultivadas y 879 ha no cultivadas)
        - Se debería verificar la información de base o incorporar al documento alguna descripción del origen de estas diferencias.

11.9.2. Abastecimiento poblacional

- El servicio público de agua potable en la Provincia de Mendoza está a cargo de una gran variedad de actores (Operadores).

- El operador mayoritario en la provincia es AySAM con el 69% de las cuentas (422.614). Además, hay 12 operadores municipales que prestan servicio al 15,8% de las cuentas (97.191), 124 Operadores de Gestión Comunitaria que prestan servicio al 14,8% de las cuentas (92.305) y 5 operadores privados que prestan servicio al 0,4% de las cuentas (2.297).
- A nivel provincial solo el 15% de las cuentas cuenta con medición para el consumo, este valor es muy bajo para poder evaluar y controlar el consumo en las viviendas.
- Los Operadores de Gestión Comunitaria tienen instalados equipos de medición de caudales en el 51% de las cuentas, así como también los operadores privados que tienen medición sobre el 84% de las cuentas. Si bien estos valores son altos para el porcentaje de sus cuentas no son relevantes a nivel provincial donde la mayoría de los usuarios no tienen medidos sus consumos.
- Estos operadores muchas veces son pequeños y pueden tener problemas operativos con respecto a la capacidad para prestar el servicio cuando se aumenta significativamente la cantidad de cuentas a servir.
- Para las mayorías de las cuencas no se presenta información sobre el consumo por habitante por día, por eso se calcula como referencia un volumen de agua potable producida por conexión por día.
- Para la mayoría de las cuencas no se presenta información que permita evaluar el sistema de distribución de agua potable.
- Sobre la Cuenca del Rio Mendoza:
    - La cantidad de agua potable producida se encuentra entre 650 y 700 l/hab.dia.
    - Como no se cuenta con medidores, se estima un consumo domiciliario de 352 l/hab.dia, gran parte de este volumen se usa para el riego de jardines.
    - El sistema de distribución de agua potable tiene importantes deficiencias estructurales: falta de reservorios, grandes pérdidas en la red de distribución, 50% aproximadamente, y falta de instalaciones de medición.
    - Gran parte de la dotación de abastecimiento poblacional se realiza a partir del agua subterránea. Esta dotación no se encuentra medida y representa un volumen importante del volumen destinado para la población. Muchas de las perforaciones se ubican en sectores donde además de la dotación de agua buscan solucionar problema de presión en la red de distribución.
    - El uso del agua subterránea para abastecimiento poblacional no responde a una planificación integrada con el uso del agua superficial si no que responde a la necesidad de solucionar problemas puntuales en la red de distribución.
- Sobre la Cuenca del Rio Tunuyán Superior:
    - El 51% de las conexiones son atendidas por AySAM, el 26% por el Municipio de Tupungato y el 23% por pequeños operadores.
    - El 37% del volumen destinado al abastecimiento poblacional proviene de agua superficial y el 63% de aguas subterráneas. El abastecimiento poblacional mediante agua subterránea es menos vulnerable a la variabilidad hidrológica que los sistemas superficiales. No se presenta información para profundizar en el análisis en detalle de los sistemas
    - Se calcula una dotación de 2.215 l/conexión.dia, lo que representa un valor de 554 l/hab.dia, suponiendo 4 habitantes por vivienda. Si bien no se presentan valores de las pérdidas de agua en la distribución, este valor se considera muy elevado.
- Sobre la Cuenca del Rio Tunuyán Inferior:
    - Las poblaciones de la cuenca se abastecen solamente de agua subterránea, esto debe ser tenido en cuenta sobre todo considerando los antecedentes con respecto al proceso de salinización que sufre el acuífero de esta zona.
    - El 75% de las cuentas en esta cuenca son atendidas por AySAM, el 25% por pequeños operadores y el 1% por municipios.

  - Se calcula una dotación de 2.081 l/conexión.dia, lo que representa un valor de 520 l/hab.dia, suponiendo 4 habitantes por vivienda. Si bien no se presentan valores de las pérdidas de agua en la distribución, este valor se considera muy elevado.
- Sobre la Cuenca del Rio Diamante:
  - El 74% del agua destinada a abastecimiento poblacional en esta cuenca es de origen superficial, mayoritariamente la usada por AySAM y algunos pequeños operadores. El 26% de la dotación proviene de agua subterránea.
  - El 60% de las cuentas en esta cuenca son atendidas por AySAM, el 37% por pequeños operadores y el 3% por el municipio.
  - Se calcula una dotación de 1.736 l/conexión.dia, lo que representa un valor de 434 l/hab.dia, suponiendo 4 habitantes por vivienda. Si bien no se presentan valores de las pérdidas de agua en la distribución, este valor se considera muy elevado.
- Sobre la Cuenca del Rio Atuel:
  - El 81% del agua destinada a abastecimiento poblacional en esta cuenca es de origen subterráneo y solamente el 19% es de origen superficial.
  - El 64% de las cuentas en esta cuenca son atendidas por AySAM, el 34% por pequeños operadores y el 2% por el municipio.
  - Se calcula una dotación de 1.706 l/conexión.dia, lo que representa un valor de 426 l/hab.dia, suponiendo 4 habitantes por vivienda. Si bien no se presentan valores de las pérdidas de agua en la distribución, este valor se considera muy elevado.
- Sobre la Cuenca del Rio Malargüe:
  - El 65% del agua destinada a abastecimiento poblacional en esta cuenca es de origen subterráneo y solamente el 35% es de origen superficial.
  - El 88% de las cuentas en esta cuenca son atendidas por AySAM y el 12% por el municipio.
  - Se calcula una dotación de 1.026 l/conexión.dia, lo que representa un valor de 256 l/hab.dia, suponiendo 4 habitantes por vivienda. Si bien no se presentan valores de las pérdidas de agua en la distribución, este valor se considera muy elevado.

11.9.3. Uso Agrícola

- Se presenta información detallada sobre la división de cada uno de los sistemas de distribución en Unidades Administrativas de Manejo (UAM)
- Se asume que en las UAM de uso conjunto (agua superficial y agua subterránea), el volumen bombeado del acuífero es aquel necesario para complementar la demanda agrícola que no cubre el agua superficial. Este criterio se considera adecuado, pero debe ser verificado.
- Los criterios adoptados para el cálculo de las Demanda Neta son correctos con una buena interacción con otras instituciones que validan los procesos. La información presentada tiene un alto nivel de detalle para cada una de las UAM. El uso de imágenes satelitales y herramientas de procesamiento avanzadas permite actualizar la información de manera rápida y con bajo requerimiento de recursos.
- El criterio adoptado para el cálculo de la Demanda Bruta se considera adecuado, pero se recomienda mejorar la información con respecto a la eficiencia del sistema de distribución, sobre todo considerando la gran extensión de los sistemas, la cantidad de canales que no se encuentran impermeabilizados y la operación manual de las compuertas que puede provocar inconvenientes en la distribución. De la misma manera se recomienda profundizar el trabajo desarrollado sobre la eficiencia de riego ya que la mayoría de las hectáreas irrigadas en la provincia lo hacen con métodos de baja eficiencia.

11.9.4. Uso Público

- Corresponde al uso asociado al riego de forestación y espacios verdes de carácter público, se indica que se encuentra cuantificado dentro de los balances hídricos de cada cuenca.
- Si bien su uso es poco significativo (entre el 1% y el 3%), se recomienda mejorar el conocimiento del uso del agua en cada espacio público para poder gestionarlo de mejor manera.

11.9.5. Uso Ganadero

- El uso ganadero hace referencia al abastecimiento de agua para la bebida de animales.
- No se presenta información sobre el volumen destinado a este uso en la provincia.
- Se presenta información sobre un proyecto en particular, Acueducto Bowen Canalejas que podría abastecer hasta con 1 hm^3 a 960.328 ha del Departamento de General Alvear.

11.9.6. Uso Industrial

- La provincia de Mendoza tiene registrados 1.896 establecimientos industriales
- Se indica que aproximadamente el 80% de las industrias reúsan los efluentes para regar 1.380 hectáreas.
- El abastecimiento a las industrias es mayormente de agua subterránea.
- Como no se cuenta con sistemas de medición, el origen de la información es mediante Declaraciones Jurada por parte de las industrias. En función de ello se estima que el consumo anual para uso industrial es del orden de 20,6 hm^3/año.
- Se recomienda avanzar en la instalación de sistemas de medición de consumos de agua para los usos industriales. Sobre todo, considerando que la mayor dotación es de origen subterránea y hay disponibles sistemas de medición de extracción de agua para perforaciones que son accesibles y confiables.
- Se recomienda también avanzar en la medición de los efluentes que se tratan y reúsan en las industrias para conocer el consumo dentro de cada establecimiento y el volumen reutilizado.
- De la misma manera se recomienda analizar la instalación de sensores que monitoreen la calidad del agua tratada que se destina para el reúso.

11.9.6.1. Actividad Petrolera

- Para la actividad petrolera se destinaron el ultimo año 4.196.094 m^3, según lo reportado al DGI mediante Declaración Jurada las empresas petroleras.
- Se indica que, si bien se exige un sistema de telemetría para monitorear los consumos, este no esta funcionado en la actualidad.
- Se recomienda evaluar el funcionamiento del sistema de telemetría para que pueda ser puesto en funcionamiento nuevamente y poder controlar los volúmenes que se extraen para el consumo en la industria petrolera.

11.9.6.2. Refinería Luján de Cuyo – río Mendoza

- El consumo de agua de la refinería durante el año es aproximadamente 9 hm^3, este valor representa un 15% de la dotación que se le entrega por que el 85% del agua que usa vuelve al Rio Mendoza.
- Si bien el volumen anual consumido no es significativo con respecto al derrame del Rio Mendoza y la mayoría del agua que se le entrega vuelve el rio, al ser una dotación constante a lo largo del año, el caudal entregado durante el invierno puede ser un porcentaje significativo del caudal que se está distribuyendo hacia los otros usos. Se sugiere evaluar el impacto del abastecimiento de la refinería frente a los otros usos del agua a lo largo del año.
- No se presenta información con respecto a la medición de caudales que se le entregan a la refinería.

11.9.7. Uso turístico

- La mayoría de los usos turísticos no representan un consumo de agua para las cuencas de la provincia

11.9.8. Uso Energético

- En la provincia de Mendoza, el uso del agua para la generación de energía se usa en las centrales hidroeléctrica como así también en las térmicas.
- El 69,5% de la generación de energía es térmica, el 25,8% es hidráulica y el 4,7% renovable.
- La provincia de Mendoza cuenta con 1425,8 MW de potencia instalados en centrales hidroeléctricas de distintos tamaños y que se ubican en ríos y sistemas de distribución de agua.
- En el último año la disminución de generación hidroeléctrica fue del 5,6%.
- Si se reduce la oferta hídrica, se reducirá también la cantidad de energía hidroeléctrica que se genera, lo cual afecta al 25% de la matriz energética de la provincia. Se recomienda que se estudie esta situación para buscar alternativas y minimizar este impacto.

12. CAPÍTULO DOCE: CALIDAD DEL AGUA

12.1. Introducción

El Departamento General de Irrigación ha ocupado un rol central en la organización y desarrollo territorial de la provincia de Mendoza. Desde sus inicios, este organismo centenario tuvo por principal mandato la distribución y el manejo de uno de los más preciados recursos naturales de la región: el agua. Con el tiempo, esta misión fundacional ha ido complementándose con otros roles necesarios y relevantes, entre los que se destacan una serie de acciones y reestructuraciones vinculadas con la protección y preservación de la calidad del agua, a la vez que fuertes líneas de control en ejercicio del poder de policía que ostenta esta institución.

Si bien la Ley de Aguas de 1884 ya incluía entre sus preceptos la necesidad de cuidar y controlar la calidad hídrica, fue en las últimas décadas del siglo XX cuando el Departamento General de Irrigación asumió un papel protagónico en la escena provincial en esta materia, sancionando normativa de aplicación específica, y conformando cuadros técnicos especializados en el control de la calidad.

Actualmente el DGI lleva adelante acciones y líneas concretas de control, vinculadas al seguimiento de estándares de vertidos de naturaleza cloacal e industrial; controles de valor estadístico y preventivo sobre cuerpos hídricos; fiscalización de actividades que pueden en términos reales o potenciales impactar negativamente sobre la calidad del agua, entre otras. Muchas de estas acciones se realizan en coordinación con otros organismos, en función a las competencias delimitadas por la normativa provincial aplicable en la materia, y de la cual se realiza a continuación una breve descripción.

12.1.1. Legislación

En materia de administración y regulación del agua en Mendoza, la autoridad principal es el Departamento General de Irrigación. El régimen jurídico del agua se sustenta en su pilar legislativo fundamental, que es la **Ley de Aguas** del año 1884. En el año 2019 un grupo de juristas del DGI elaboró una versión “Comentada y Concordada” donde se analiza y depura todo el articulado vigente y también se referencia a las demás normas vinculadas como la Sección Sexta de la Constitución de la Provincia, y numerosas leyes y reglamentaciones dictadas en la materia por el DGI. Debe tenerse presente que el carácter autónomo y autárquico del organismo, y su raigambre constitucional lo dota de una potente competencia legislativa para sus propias resoluciones.

En relación al tema de las aguas tratadas, debemos partir de que el uso prioritario del agua es, conforme la Ley de Aguas, el de “Abastecimiento de Poblaciones (Art. 115)” lo cual genera la necesidad de reglamentar y regular en materia de potabilización y depuración de los efluentes generados. Estos servicios suelen estar en mayor o menor medida (de acuerdo a periodos de privatización o estatización) provistos por prestadores privados y por lo tanto requieren de un ente regulador. Así es que en el Año 1993 se crea por **Ley 6044 al EPAS** (Ente Provincial del Agua y del Saneamiento).

En lo que respecta a aguas domiciliarias tratadas y su posterior reutilización las jurisdicciones funcionan de la siguiente manera:

Las redes colectoras y eficiencia en los sistemas de tratamiento son evaluados y controlados por el EPAS. En esa instancia, las aguas todavía están dentro del fin para el cual fueron concesionadas a los propios prestadores del servicio. El Departamento General de Irrigación vuelve a tomar incumbencia en el punto en que esas aguas salen de los sistemas de tratamiento para su distribución ya que las mismas continúan siendo del dominio público. La regulación del uso de dichas aguas está enmarcada en la **Resolución 400/03** de Superintendencia, más conocida como Reglamento General de ACRES. (Áreas de Cultivos Restringidos Especiales). Esta norma es complementada por la **Resolución 778/96 HTA** que posteriormente fue modificada por la **Res 51/20 HTA** que regula los permisos de uso de aguas tratadas proveniente de efluentes industriales.

Normativa de referencia:

- Ley de Aguas de 1884 Comentada
- Ley 6044
- Res. 400/04 H.T.A.
- Res. 51/20 H.T.A.

12.1.2. Calidad

La calidad de las aguas naturales, están directamente vinculadas a las características composicionales de las formaciones en las zonas de origen en la alta cordillera. Los ríos principales de la provincia nacen en Cordillera Principal donde se encuentra una importante presencia de rocas sedimentarias químicas compuestas por sulfato de calcio (yeso – anhidrita) y carbonato de calcio (calizas). Debido a esta situación las aguas de nuestros ríos tienen en términos generales, una composición dominante de tipo cálcica sulfatada. Los ríos y arroyos que nacen en Cordillera Frontal, compuesta principalmente por rocas volcánicas y metamórficas presentan niveles significativamente inferiores de sales.

Los factores de afectación de calidad de aguas, se manifiesta principalmente en zonas vinculadas a área urbanas a partir de efluentes de tipo mayormente urbanos e industriales.

La Dirección de Gestión Ambiental del Recurso del Departamento General de Irrigación, a través de las Subdelegaciones, monitorea aproximadamente en total unos 202 puntos en la provincia para la determinación de la calidad de agua superficial. Las muestras que se extraen en cada punto son de tipo instantánea y la frecuencia, en general, es de dos a cuatro veces al año. En este contexto se contempla el monitoreo de la calidad del agua en los embalses de la provincia. Estos puntos de monitoreo conforman una vasta y variada red de mediciones, que se conforma sobre cauces de distinta envergadura y naturaleza. Arroyos, ríos, lagos, red primaria y secundaria, cauces de desagüe e incluso algunos drenajes, conforman esta compleja red de muestreo en cada una de las cuencas hídricas de la Provincia de Mendoza, y su seguimiento desde hace ya más de 20 años, han conformado una valiosa base de datos de calidad de la cual se exponen las principales conclusiones a continuación en este documento.

Respecto al agua subterránea los controles de calidad se realizan a través de la Dirección de Gestión Hídrica con un control regular de la conductividad tanto en acuíferos como en niveles freáticos.

Las Plantas de tratamiento de líquidos cloacales y el A.C.R.E. asociados son fiscalizados por los sectores técnicos específicos de las Subdelegaciones y Jefatura de Zona. Siempre debe considerarse y tenerse presente, que existen competencias diversas que no solo recaen sobre el Departamento General de Irrigación, existiendo en la Provincia de Mendoza otros organismos con facultades para el contralor sobre todo en lo referente al tratamiento, diseño y operación de plantas cloacales, como el Ente Provincial de Agua y Saneamiento (EPAS). El presente informe detalla la ubicación, tipo de tratamiento y disposición de efluentes cloacales tratados, dentro de la competencia del D.G.I.

La provincia cuenta con un total de 1.896 establecimientos registrados en el Registro Único de Establecimiento (RUE), asociados a las actividades recreativas, vitivinícola, conserveras, secaderos, mataderos, alimenticia, criaderos, lavaderos, plantas potabilizadoras, plantas de tratamiento cloacal, estaciones de servicio, transporte de efluentes industriales, refinería y petróleo, explotación petrolera y otros.

12.2. Calidad del agua superficial

12.2.1. Cuenca del Río Mendoza

La cuenca del río Mendoza ocupa una superficie de unas 18.484 km2[96] y tiene un módulo medio anual de 45,10 m^3/s, medido en la estación Guido[97].

El río Mendoza propiamente dicho se forma a partir de la unión de los ríos Cuevas, Tupungato y Vacas en la localidad de Punta de Vacas.

En la zona de Cordillera Principal se destaca la presencia de formaciones geológicas del Mesozoico compuestas por rocas sedimentarias clásticas y químicas y la presencia de yesos y calizas. Esto tiene como consecuencia aguas con contenidos elevados de sólidos disueltos (sales, especialmente de sulfato de calcio) y sedimentables. En esto último inciden también la dinámica de los glaciares de altura. Los aportes provenientes de los arroyos de Cordillera Frontal tienen en general escasas proporciones de sales,

[96] Corresponde a la superficie de la cuenca Regional, que abarca desde las nacientes con el límite cordillerano por el oeste, hasta la cuenca del Río San Juan al norte y cuenca del Río Tunuyán al sur.

[97] DGI. Balance Hídrico río Mendoza, 2016. Para los alcances del estudio se ha considerado que el año hidrológico comienza en el mes de julio y termina en el mes de junio del año siguiente.

vinculado a la mayor presencia de rocas ígneas y metamórficas. Por otra parte, es interesante destacar que los sistemas termales como el de Puente del Inca inciden de manera significativa en el nivel de salinidad del río Cuevas.

En la zona de Alta Cordillera (correspondiente al río Cuevas, Horcones, Vacas y Tupungato) se encuentran pequeñas localidades como Las Cuevas, Puente del Inca, Penitentes, Polvaredas, asentamientos y destacamentos de Gendarmería, edificio de Aduanas, Complejo de esquí Penitentes y pequeñas locaciones de prestadores de servicio de la actividad turística y deportiva que ofrece el C° Aconcagua.

Aguas abajo se encuentra la Villa de Uspallata, donde se encuentran los Arroyos San Alberto y Uspallata. Esta villa constituye un importante centro urbano con intensa actividad turística y tránsito vehicular debido a que es atravesada por la RN7, que conecta con la República de Chile.

En el sector de precordillera se encuentra el río Blanco el cual desemboca en el embalse Potrerillos. En la cuenca del río Blanco se encuentran localidades con una importante comunidad residente y turística, como Potrerillos, el Salto, Valle del Sol y Las Vegas. Además, el centro de esquí Vallecitos.

Por lo mencionado cabe esperar, que entre los impactos o riesgos sobre la calidad del agua se encuentran los efluentes de tipo domiciliarios.

Por debajo del dique de distribución Cipolletti, el río presenta agua de forma esporádica o eventual. Los principales aportes que recibe son de, o vinculadas a aportes por surgencia de aguas subterráneas y freáticas.

En toda la red de distribución las aguas mantienen la calidad de origen, con eventuales afectaciones de efluentes de origen urbano o industrial.

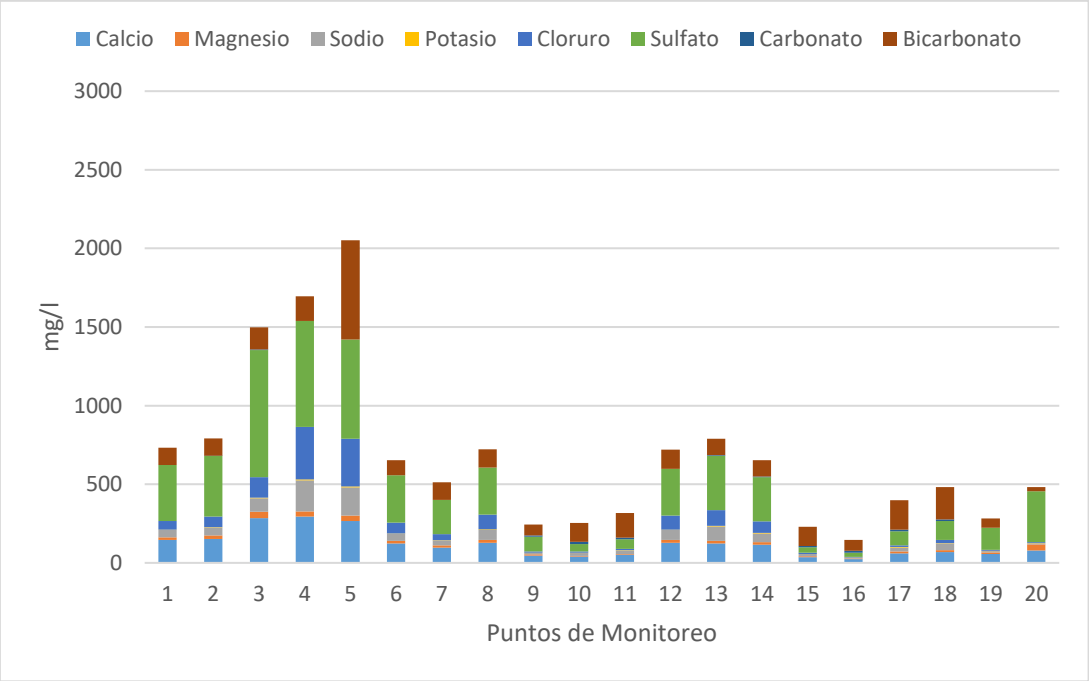
Ya en sistemas de desagües y drenajes se manifiestan efluentes de origen urbano e industrial en diferentes sectores. Los sistemas de desagües y drenajes manifiestan en términos generales un aumento significativo de la condición salina. La calidad del agua superficial a nivel de cabecera de la cuenca puede considerarse como aceptable para su uso en el riego y otras actividades humanas.

En la denominada zona de surgencia se encuentra el Sistema Tulumaya Leyes el cual se alimenta principalmente de vertientes y desagües. Presenta condiciones de salinidad más elevadas que el río Mendoza y la presencia de diferentes componentes de tipo orgánicos o nutrientes vinculados a los aportes urbanos. Las aguas del río Mendoza y principales tributarios tienen una composición cálcica sulfatada. En cuanto a las concentraciones salinas más elevadas, correspondiente al mes de setiembre, se han medido valores de 900 µS/cm en el dique Cipolletti, siendo los valores medios de aproximadamente 500 µS/cm.

Los mayores valores se encuentran en los colectores de drenajes y desagües con conductividades que pueden superar los 10.000 µS/cm. En este caso las composiciones de las aguas cambian a aguas del tipo sódico sulfatada clorurada.

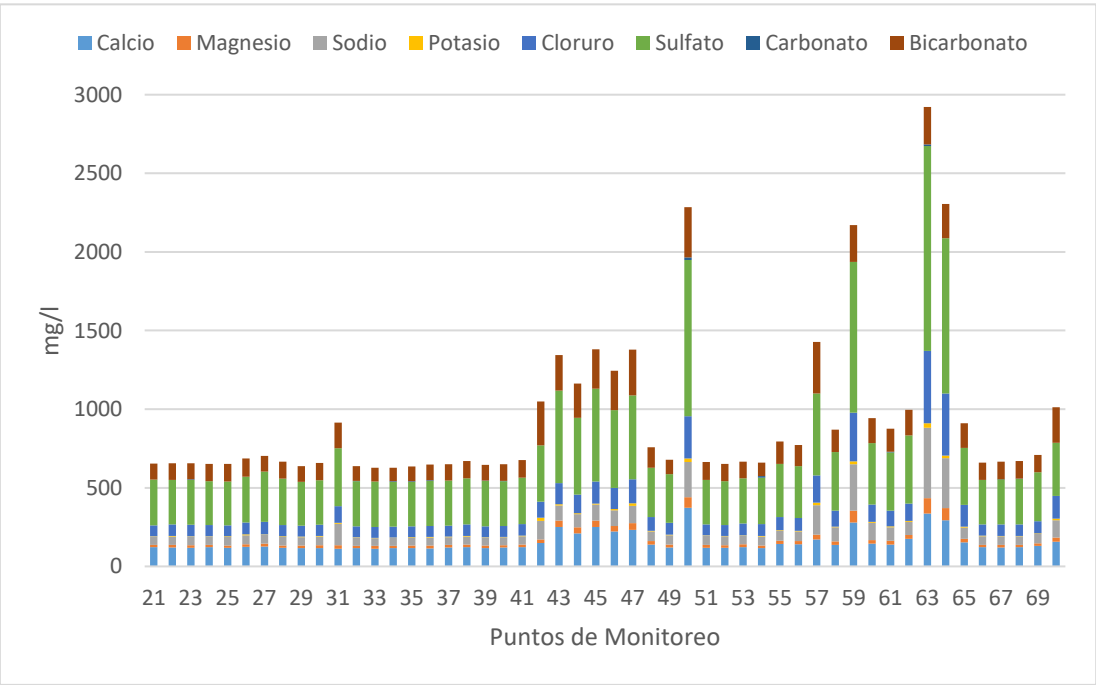
En las siguientes figuras pueden visualizarse la composición de las aguas en la cuenca alta y baja del río Mendoza.

Ilustración 173. Principales iones de cuenca alta río Mendoza (aguas arriba dique Potrerillos) promedio entre 2017 y 2021 (mg/l)



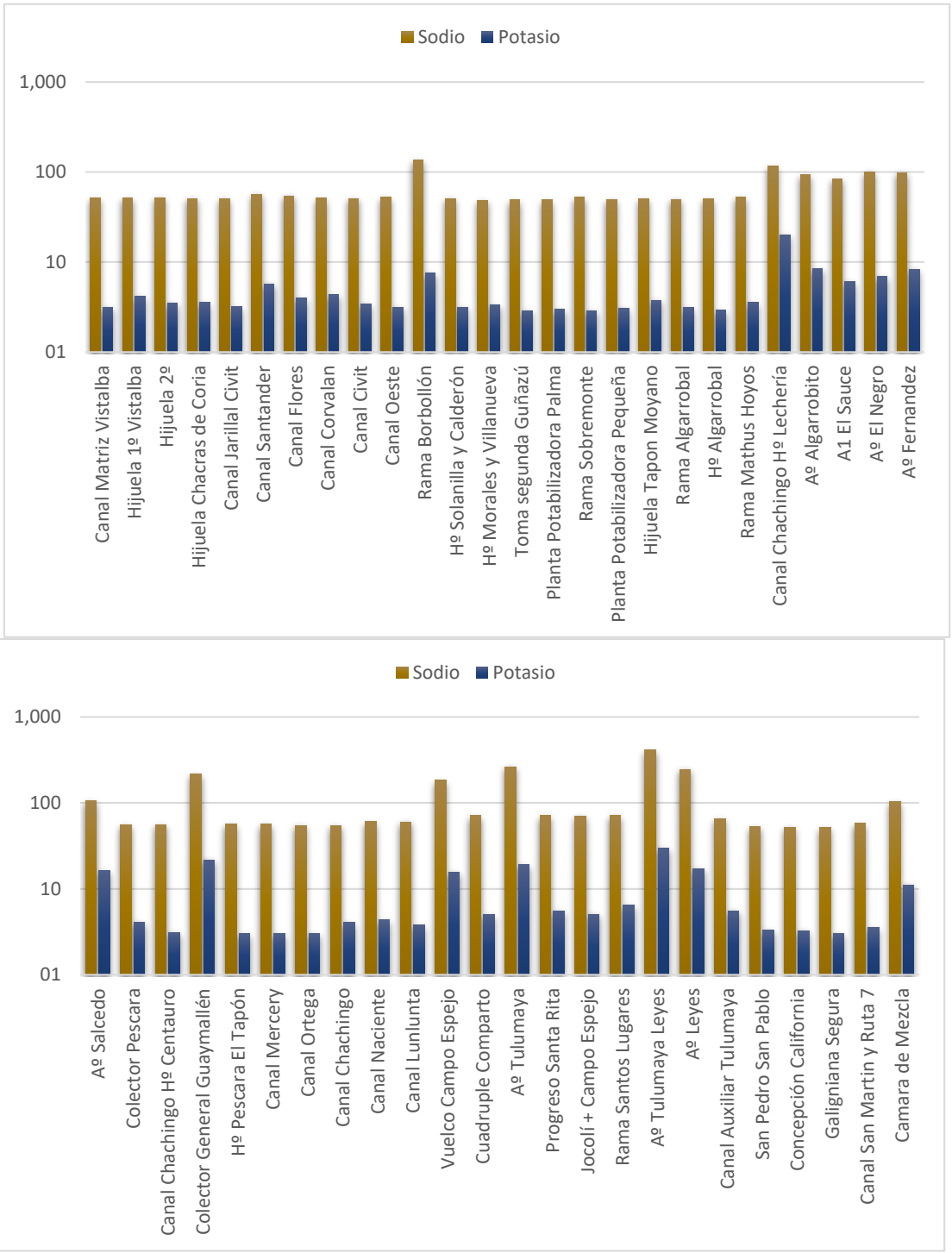
Fuente: Subdelegación Río Mendoza -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

Ilustración 174. Principales iones cuenca baja río Mendoza (aguas abajo del Dique Potrerillos Promedio entre 2017 y 2021(mg/l)



Fuente: Subdelegación Río Mendoza -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

Ilustración 175. Determinaciones microbiológicas de la cuenca baja del río Mendoza. Promedio 2017 a 2021 (nótese escala logarítmica del eje)



Fuente: Subdelegación Río Mendoza -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

12.2.1.1. Embalse Potrerillos[98]

El embalse Potrerillos, ubicado sobre el Río Mendoza, en el departamento de Lujan de Cuyo, es el único reservorio artificial de la cuenca y el principal afluente es el río Mendoza.

Los parámetros de la calidad del agua indican que son aguas con una conductividad eléctrica promedio de 900-1070 µS.cm-1 con valores de transparencia de agua entre 4 a 5,5 m en la zona central y próxima a la presa respectivamente. Las partículas propias de la erosión de la cuenca que arrastra el río, sedimentan en la zona distal en función de la superficie ocupada por el agua y el volumen almacenado.

Los resultados de calidad del agua para el período 2021 – 2022 arrojaron que:

- La Calidad del agua del embalse Potrerillos posee parámetros normales.
- El Índice Trófico como una medida de la salud ambiental del reservorio pone en evidencia que se mantiene dentro de los valores históricos y normales para el reservorio y en una categoría similar en forma comparativa con otros embalses de la Provincia de Mendoza. Los promedios anuales de clorofila-α para el período 2021 fueron de 3,0 mg/m^3 (n=5) y fósforo total 70,0 mg/m^3 (n=6), caracterizándolo como oligotrófico y eutrófico respectivamente.
- El embalse Potrerillos presenta valores bajos de concentración de biomasa fotosintética algal. La concentración de fósforo total lo encuadran dentro de la categoría eutrófico.
- No se han observado concentraciones (células por litro) significativas de Cianobacterias potencialmente generadoras de toxinas.
- No se han detectado floraciones de fitoplancton que generen olores o color verdosa en el agua, la cual se pone en evidencia en el valor bajo de la concentración promedio anual de clorofila-a presentado en el índice trófico.

Durante el período 2021, los análisis bacteriológicos mostraron valores bajos de bact. coliformes totales 29 NMP/100ml y la misma concentración para bact. coliformes fecales

Las muestras de agua colectadas en 2021 para el análisis de hidrocarburos totales No detectaron la presencia de estos compuestos en cada una de las muestras colectadas y analizadas.

12.2.1.2. Aptitud del recurso para diferentes usos

La calidad del agua superficial a nivel de cabecera de la cuenca puede considerarse como aceptable para su uso en el riego y otras actividades humanas.

La calidad de las aguas es de buena aptitud para riego con rangos de salinidad de 750 a 1.000 µS/cm a nivel de cabecera de distribución en el dique Cipolletti, que es el nacimiento de los canales principales San Martín y Cacique Guaymallén. Esta salinidad intrínseca del agua es originada por fenómenos de la lixiviación de las rocas en la cuenca imbrífera y luego en el lecho principal del río Mendoza.

La conductividad eléctrica en la red de riego en verano es de 850 µS/cm en el canal Gran Matriz al comienzo de la red de riego.

12.2.2. Cuenca del Río Tunuyán

12.2.2.1. Río Tunuyán Superior

El río tiene su nacimiento en la cordillera principal y en su recorrido hacia el llano recibe aportes de la cordillera frontal y arroyos de drenaje. Los afluentes más importantes del río Tunuyán son los ríos Palomares, Salinillas y Colorado. Los cordones montañosos de esta región son el Cordón del Plata, el Cordón El Portillo y la Cordillera de las Llaretas.

El río Tunuyán, principal afluente del sistema, posee características geológicas particulares (con abundancia de rocas sedimentarias químicas, como yesos y calizas). El río a la altura del Valle de Uco

[98] DGI. 2021. Monitoreo de la Calidad del Agua en El Embalse Potrerillos, Cuenca del río Mendoza.

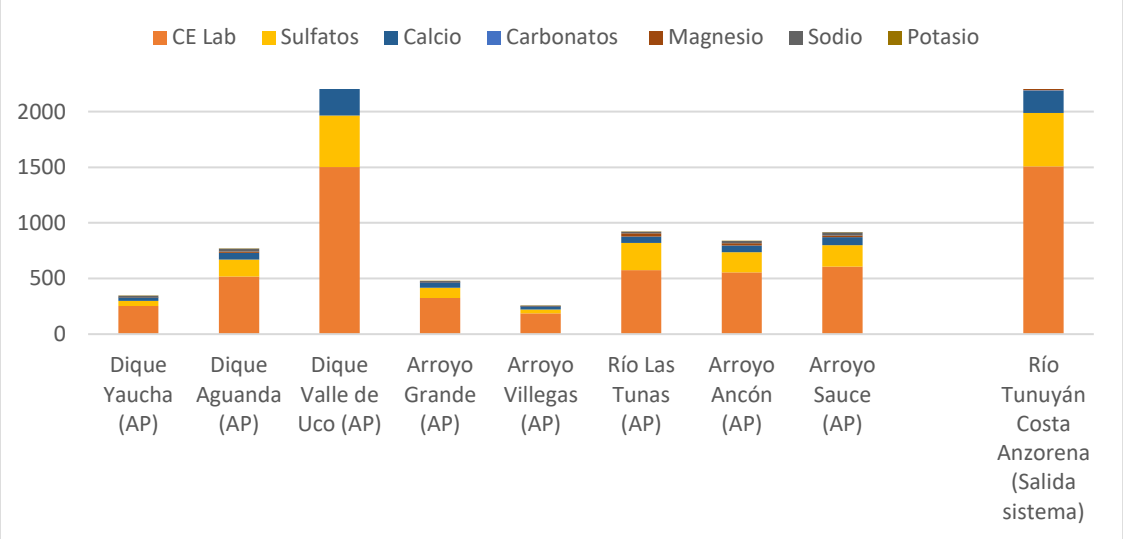
posee una considerable carga de sales, principalmente los iones Sulfato y Calcio. Por otro lado, existen arroyos que nacen en los faldeos de la cordillera frontal que vierten en el oasis agua de baja salinidad. A su vez los ingresos a la cuenca infiltran en la estructura porosa del suelo aluvional dando origen a diversos arroyos que se alimentan del nivel freático[99].

En el curso medio del río se encuentra el dique derivador Valle de Uco, por el que se derivan los caudales que alimentan la red de riego de importantes villas como Campo de los Andes, La Consulta, Vista Flores, San Carlos, Eugenio Bustos y Tunuyán, en la parte media de la cuenca.

Respecto a la calidad del recurso, a la altura del dique Valle de Uco, el agua es sulfatada cálcica con una CE media de 1095 µS/cm.

Aguas arriba del dique El Carrizal los valores promedios se mantienen prácticamente constantes desde el dique Valle de Uco hasta Costa Anzorena. El hecho de que no existan modificaciones a lo largo del recorrido del río indica que existe una mezcla de aguas de distinta conductividad antes de llegar a Costa Anzorena, lo que permite llegar al Dique el Carrizal con 1350 µS/cm[100]. El contenido de iones en el principal ingreso de agua al sistema y en el egreso (el río Tunuyán en dique Valle de Uco y Costa Anzorena respectivamente), puede observarse que, salvo un incremento de la cantidad de Bicarbonato debido al aumento en el pH, las proporciones se mantienen[101]. Esto mismo se observa con la conductividad del agua entrante y saliente del sistema (figura siguiente), que sufre un incremento menor a 100 µS en su paso por el oasis.

Ilustración 176. Principales iones río Tunuyán en su entrada (Yaucha, Aguanda, Dique Valle de Uco, Villegas, río Las Tunas, Ancón y Sauce) y su salida del Valle de Uco (Costa Anzorena). Promedio entre 2017 y 2021(mg/l)



Fuente: Subdelegación Río Tunuyán Superior -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

El río Tunuyán recibe el aporte (AP) de varios arroyos como Yaucha, Aguanda, San Carlos, Villegas, etc., provenientes de las laderas orientales y meridionales de la cordillera de las Yaretas.

Las aguas de la mayoría de la cuenca pueden caracterizarse como sulfatadas cálcicas, salvo el arroyo Yaucha, Grande y Villegas, que poseen aguas con tendencia a bicarbonatadas cálcicas.

Los arroyos Villegas, Olmos, Grande, Pircas y Manzano que se forman fundamentalmente de la fusión de hielo y nieve en la cordillera Frontal (cordón del Portillo, Las Tunas y Santa Clara) y de lluvias esporádicas, ingresan a la cuenca desde el oeste por la parte central de la misma, delimitada al norte por el río de Las Tunas y al sur por el río Tunuyán. La conductividad eléctrica, varía entre 87 y 288 µS/cm. Una característica

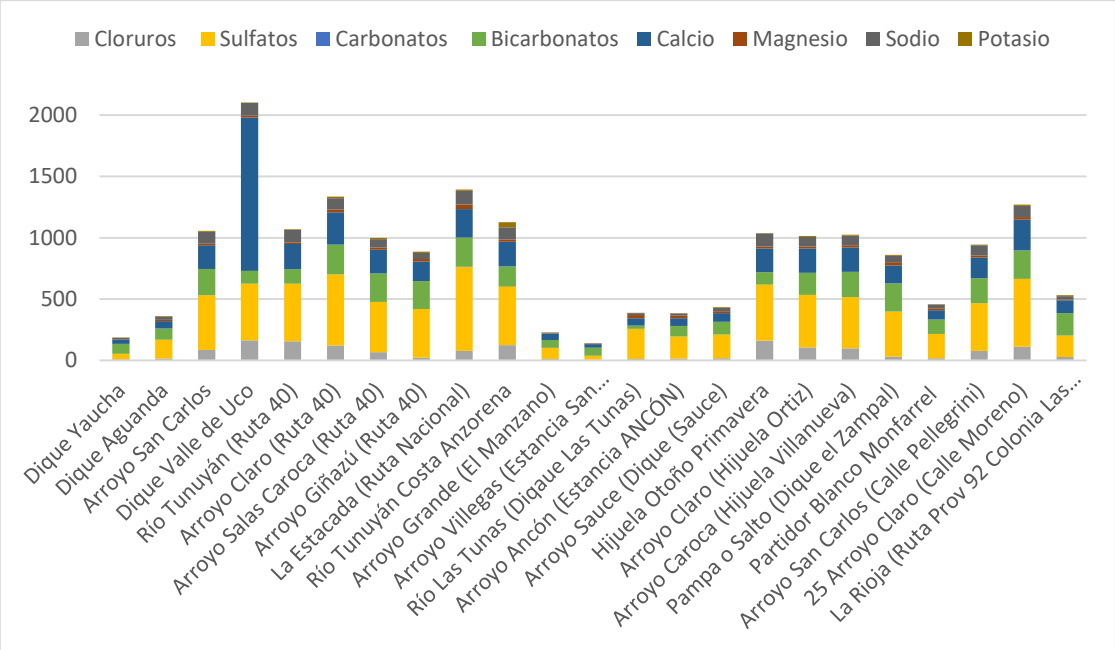
[99] Hernández, J. y N. Martinis (2001) Modernización del manejo de los recursos hídricos. Agua subterránea. Cuenca del río Mendoza y Tunuyán inferior. Mendoza, Argentina. FAO-DGI
[100] DGI. 2016. Balance Hídrico río Tunuyán Superior.
[101] Estudios de caracterización del sistema hídrico superficial de la provincia de Mendoza - Componente Calidad de Agua y Suelos Programa de Riego y Drenaje de la Provincia de Mendoza PROSAP – DGI – OEI. 2006

distintiva de este grupo de arroyos con respecto al conjunto de las fuentes de agua superficial del área de estudio, es la baja concentración absoluta de sodio, que de acuerdo a la información recopilada varía entre 0,6 y 11,5 mg/l, aunque el promedio en ninguno de los arroyos supera los 6,1 mg/l.

La CE del agua varía entre 200 y 280 µS/cm para el Aº Yaucha y entre 450 y 580 µS/cm para el A° Aguanda. Los iones predominantes son el calcio, el bicarbonato y el sulfato en los que se presenta en la mayoría de los casos concentraciones relativas que superan el 20%. Por lo que se encuentran aguas con tipologías químicas tales como cálcicas sulfatadas, cálcicas bicarbonatadas y cálcicas bicarbonatadas sulfatadas. En muy pocos casos se encuentran aguas del tipo sódicas[102]. Es posible clasificar el agua del arroyo Aguanda como sulfatadas cálcicas, mientras que el arroyo Yaucha presenta una composición aniónica sulfatada-carbonatada con predominancia del catión calcio. En cuanto al pH medio, las aguas se clasifican como débilmente básicas.

El Arroyo Guiñazú tiene valores promedio superior a 1100 µS/cm, mientras que los arroyos San Carlos, Claro y la Estacada superan los 1400 µS/cm[103].

Ilustración 177. Principales iones del río Tunuyán y arroyos de sub-cuenca Tunuyán Superior. Promedios de datos disponibles para período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Subdelegación Río Tunuyán Superior -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

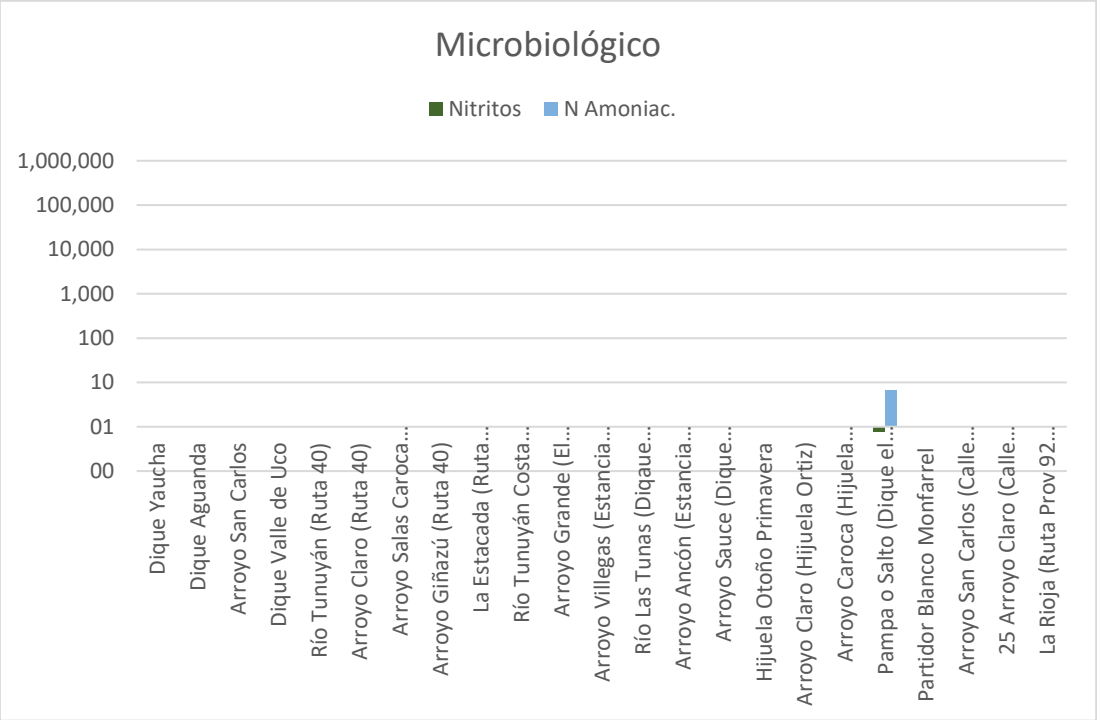
Con respecto a las determinaciones microbiológicas, los cauces del sector oeste de la cuenca poseen buena calidad, no así los puntos ubicados en el área de influencia de los asentamientos urbanos.

Esto podría deberse a que gran parte de la zona urbana carece de conexión al sistema de cloacas y por lo tanto los desagües terminan en arroyos y cauces de riego. A diferencia del otoño, en verano el mayor uso del agua lavaría los efluentes hasta los puntos donde fueron extraídas las muestras.

Los sitios donde se detectó contaminación fecal son: El arroyo San Carlos, que recibe los efluentes de la planta de OSM de San Carlos; los arroyos Claro, Salas Caroca, Guiñazú y La Estacada, que reciben los efluentes del área urbana de Tunuyán, además de la influencia del basural en caso del Aº Claro; y por último Costa Anzorena que recibe los efluentes de la planta de tratamiento de Tunuyán.

[102] En base al Estudio Hidrogeológico de la Subcuenca de los Arroyos Yaucha y Aguanda realizado por el INA (Instituto Nacional del Agua) en el año 2011.
[103] DGI. 2016. Balance Hídrico río Tunuyán Superior.

Ilustración 178. Bacterias coliformes fecales y totales en los puntos de monitoreo del Tunuyán Superior. (nótese la escala logarítmica del eje y). Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Subdelegación Río Tunuyán Superior -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

12.2.2.1.1. Aptitud del recurso para diferentes usos

La calidad del agua superficial a nivel de cabecera de la cuenca puede considerarse como aceptable para su uso en el riego y otras actividades humanas. La única limitación es el carácter moderadamente salino de las aguas del río Tunuyán. Los principales arroyos que aportan a la cuenca (Grande, Villegas, Yaucha, Aguando) presentan niveles muy inferiores en salinidad, teniendo una excelente calidad para los diferentes usos.

El abastecimiento de población de los departamentos del Valle de Uco se realiza a través de aguas superficiales y perforaciones administradas por diferentes operadores.

12.2.2.2. Río Tunuyán Inferior

La subcuenca del río Tunuyán Inferior se inicia a partir del embalse El Carrizal que recibe los aportes del tramo superior del Río Tunuyán y de los diferentes afluentes y vertientes de la cuenca del Valle de Uco y de la subcuenca arroyo El Carrizal.

A 5 km de El Carrizal, en la localidad de Medrano, se encuentra el dique derivador Gobernador Tiburcio Benegas, desde el cual se alimentan la red de riego y alcanza el extremo este de la provincia hasta la desembocadura del río Tunuyán en el río Desaguadero.

Por el curso inferior del río sólo escurren caudales muy esporádicamente, y sólo lo hacen cuando se sobrepasa la capacidad de regulación del embalse El Carrizal y el dique derivador Gobernador Tiburcio Benegas.

Las aguas de la red de riego de la cuenca baja del río Tunuyán, se clasifican como cálcicas sulfatadas.

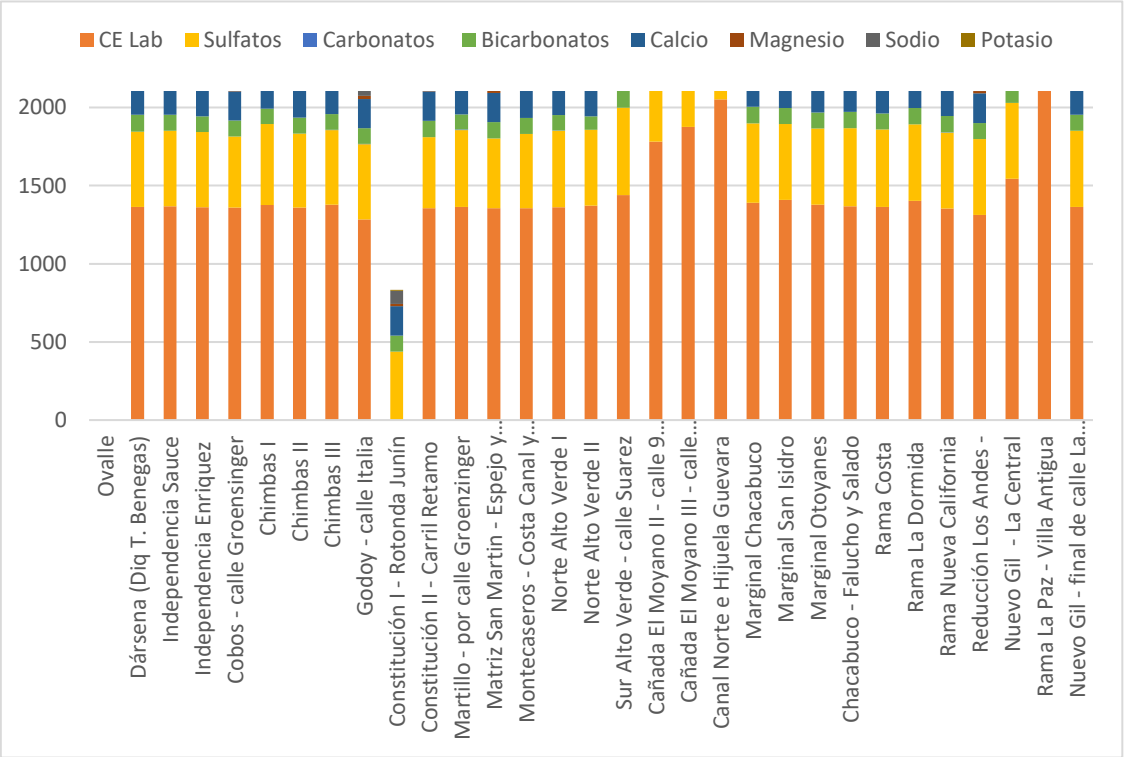
Los resultados obtenidos muestran que la conductividad eléctrica es estable en la red de riego, con un valor promedio de 929 µS cm^{-1} en verano y 1154µS cm^{-1}en otoño. Los colectores de drenaje como Cañada Moyano y el desagüe Santa Rita las Lagunas mostraron valores de 1820 y hasta valores mayores de 30000 µS/cm respectivamente.

El punto de monitoreo más distal de la cuenca baja del Tunuyán es en La Paz, y se observa que la conductividad no sufre una variación significativa ya que la red primaria está totalmente revestida y no se manifiestan afectaciones al recurso.

Los pH obtenidos tendieron a ser más alcalinos en verano (promedio verano: 8; otoño: 7,5). El máximo valor de pH se registró en el desagüe Santa Rita las Lagunas, situado en un bajo salino de elevada conductividad y componentes orgánicos.

Como puede observarse en la siguiente figura, la composición iónica en la red de riego no varía a lo largo de la misma. Los desagües presentan variaciones relacionados a distintos aportes salinos. El agua del desagüe Santa Rita - Las Lagunas se clasifica como sódica sulfatada.

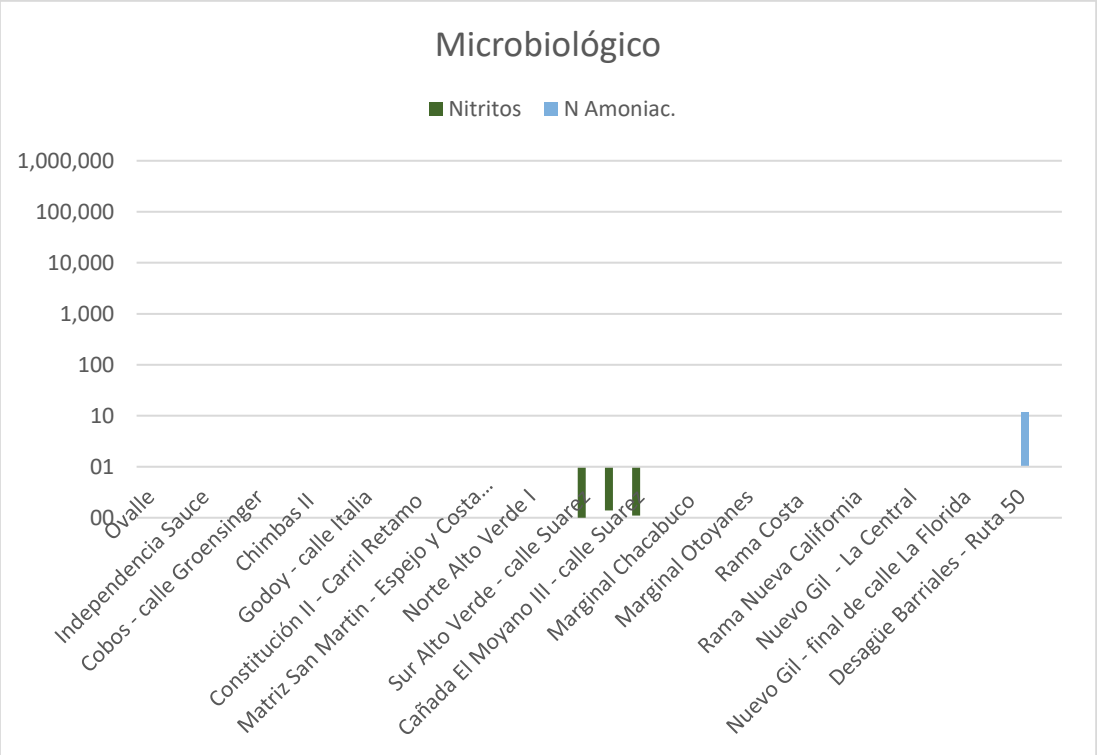
Ilustración 179. Principales iones del río Tunuyán Inferior en su red de distribución de la subcuenca. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Subdelegación Río Tunuyán Inferior -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

A continuación, se presentan los resultados de bacterias coliformes fecales.

Ilustración 180. Bacterias coliformes fecales en los puntos de monitoreo del río Tunuyán Inferior. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Subdelegación Río Tunuyán Inferior -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

12.2.2.2.1. Embalse El Carrizal[104]

En la localidad de El Carrizal se encuentra el embalse homónimo, que regula los caudales que son utilizados aguas abajo para satisfacer las demandas de la parte baja de la cuenca.

Las aguas del embalse son alcalinas con valores promedio de pH de 7.6. Los mayores valores se registraron en la temporada de primavera con pH = 8, mientras los menores se dan en otoño. La conductividad promedio osciló entre 1100 y 1200 µS/cm. En las temporadas de primavera y verano se presentaron los mayores valores de conductividad (> a 1000 µS/cm). En otoño la misma desciende a 890 µS/cm[105].

Según el análisis de la comunidad de zooplancton y de los distintos índices calculados para el promedio del período 2006, el embalse se define como eutrófico. Se caracteriza por presentar un estado mesotrófico a eutrófico.

Los parámetros de la calidad del agua medidos in situ tal como la CE en el embalse El Carrizal fue de 1696 µS.cm-1, pH 8,2.

Según el promedio de los elementos químicos dominantes, las aguas se caracterizan como sulfatadas cálcicas. Los iones principales son el calcio y el sulfato, seguidos por sodio, cloro, bicarbonato y magnesio.

La calidad del agua del embalse El Carrizal posee parámetros normales para el período 2022:

El Índice Trófico como una medida de la salud ambiental del reservorio pone en evidencia que se mantiene dentro de los valores históricos y normales para el reservorio y en una categoría similar en forma comparativa con los embalses de la provincia de Mendoza.

No se han observado concentraciones (células por litro) significativas de Cianobacterias potencialmente generadoras de toxinas.

[104] DGI. 2022 Monitoreo de la Calidad del Agua en El Carrizal.
[105] Según Estudio de Caracterización Limnológica de los Embalses de la Provincia de Mendoza – 2006 - DGI

No se han detectado floraciones de fitoplancton que generen olores o color verdosa en el agua, la cual se pone en evidencia en el valor bajo de la concentración promedio anual de clorofila-a presentado en el informe y relacionado mediante el índice trófico.

El análisis bacteriológico en los sitios del centro y de la presa fue de <1,1 NMP/100 ml; y en la zona de la desembocadura fue de 6,4 NMP/100 ml. Estos valores expresan valores bajo los cuales expresan que en la zona no hay contaminación significativa de origen fecal.

La concentración de hidrocarburos totales medidos de las muestras colectadas en El Carrizal (22/10/2022) indicó la no detección de dichos compuestos, con un límite de cuantificación de 0,3 mg/L.

12.2.2.2.2. Aptitud del recurso para diferentes usos

Cabe destacar que el principal destino que reciben las aguas erogadas por el embalse El Carrizal es el riego agrícola. Otros abastecimientos se realizan a partir de aguas subterráneas.

Según se señaló para otros ríos de la provincia el agua para riego tiene aptitud moderada debido a los niveles de salinidad.

12.2.3. Cuenca del Río Diamante

La cuenca tiene una superficie aproximada de 11.000 Km^2 y el caudal medio anual del río Diamante, en la estación La Jaula es de 31.8 m^3/s para el periodo 1971-2021[106].

El Río Diamante nace en la laguna del Diamante, uno de los principales reservorios de agua dulce de la provincia. En su recorrido, discurre en dirección sur hasta la confluencia con el río Borbollón, su principal tributario. Aguas abajo recibe el aporte del río Negro y el Blanco y en menor medida, Las Aucas. Posteriormente, recibe los aportes del arroyo Hondo a la altura de la presa Agua del Toro.

El río Diamante, luego de su paso por las presas Agua del Toro, Los Reyunos y El Tigre, llega al azud derivador Galileo Vitali. Desde este punto nace la denominada red primaria, constituida por el canal matriz, y los canales marginales.

Dentro del oasis irrigado por el río Diamante existen zonas claramente diferenciables respecto de la calidad de agua utilizada para riego.

Por un lado, se cuenta con el agua distribuida por la red primaria (canal matriz y marginales) desde donde se deriva a los cauces de la red secundaria. Esta es agua que proviene íntegramente del río Diamante, lo que usualmente se designa como “aguas vivas”.

Se presentan, además, sectores irrigados íntegramente con aguas provenientes de desagües o drenajes con variaciones significativas en determinados parámetros físico químicos y microbiológicos.

En otros lugares se refuerza el agua derivada de los canales marginales o de canales de la red secundaria con aguas de drenajes o desagües con el consecuente desmejoramiento de la calidad del recurso.

Hay zonas en las que la situación es inversa, es decir concesiones de desagüe reforzadas con aguas vivas en las que el efecto es mejorador.

La conductividad eléctrica de los cauces de la red primaria y secundaria, tienen una media cercana a los 1200 µS/cm. Los valores más bajos, inferiores a los 300 µS/cm corresponden a tributarios del Diamante de alta montaña y los valores intermedios de conductividad entre los 1000 y los 2000 µS/cm se observan en los cauces de la red secundaria o terciaria que reciben refuerzos de desagües o drenajes.

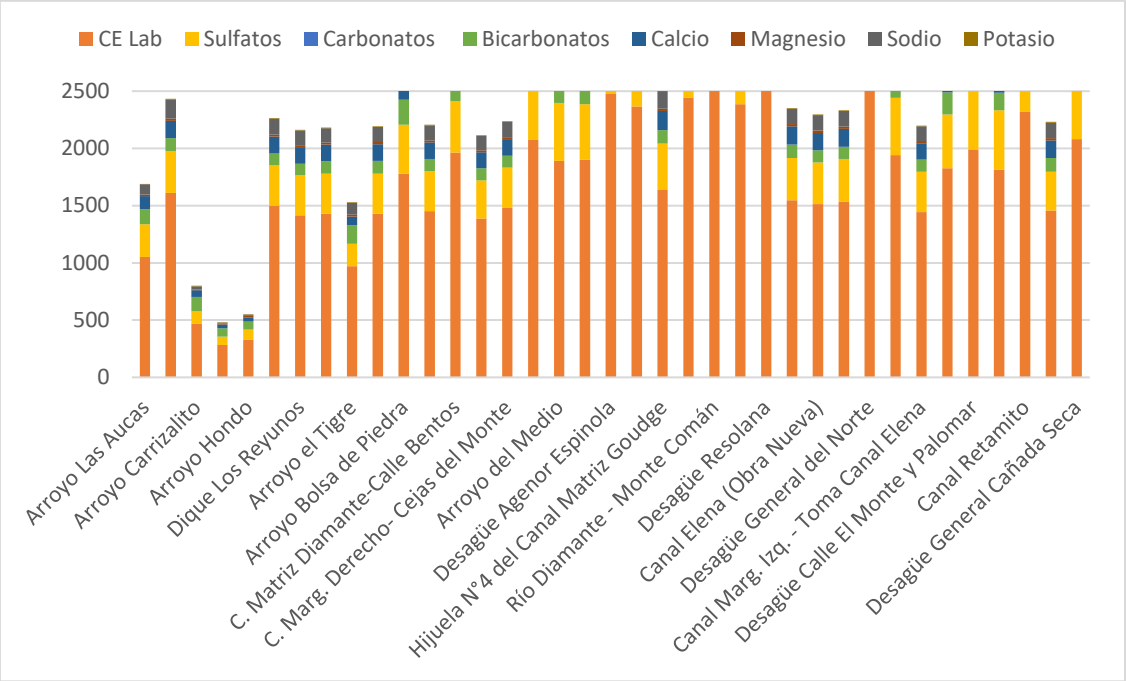
Las mediciones de pH muestran claramente el tenor alcalino de la cuenca en general, con valores que oscilan entre 7.7 y 8.3 en la escala de pH.

A nivel aniónico, se observa una marcada predominancia de Sulfato, seguida por la presencia de Cloruro. En menor escala aparecen los Bicarbonato. En cationes, se observa predominancia de Calcio y en menor grado de Sodio.

En las siguientes figuras pueden visualizarse la composición de las aguas en la cuenca del río Diamante.

[106] DGI (2022) Pronóstico de caudales 2022/2023 y Medidas estructurales y estratégicas. Departamento General de Irrigación.

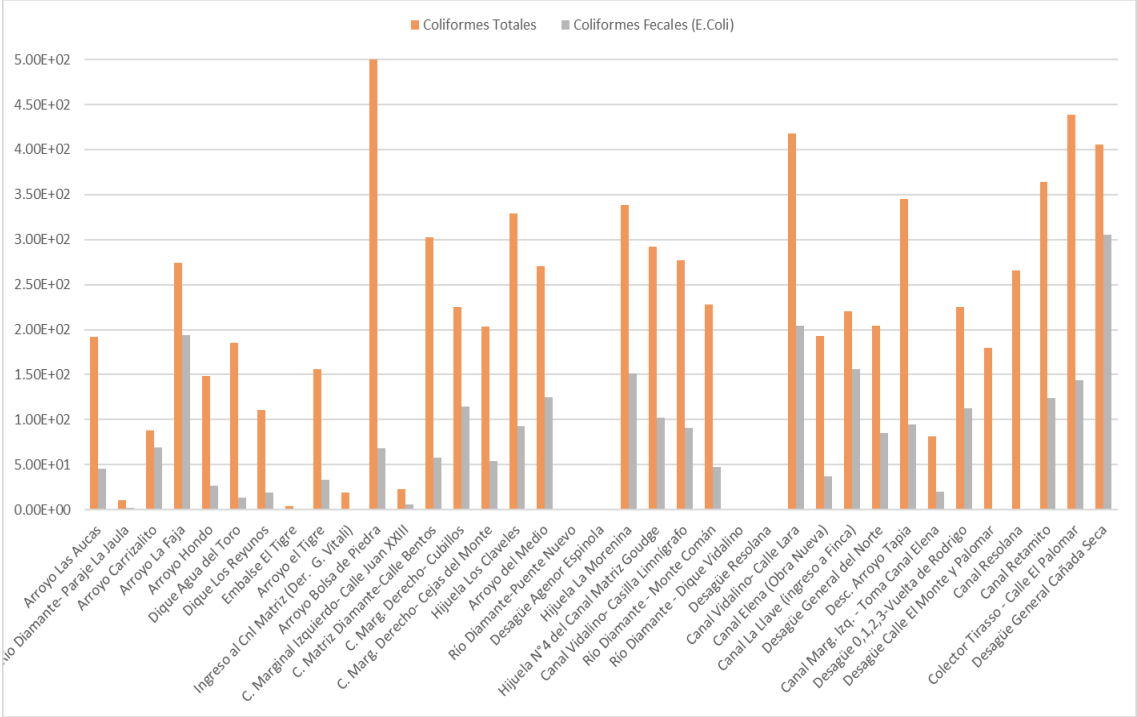
Ilustración 181. Concentración de iones principales en la red de monitoreo de la cuenca del río Diamante. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Subdelegación Río Diamante -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

Las principales afectaciones en cuenca baja se manifiestan en parámetros microbiológicos. Los cauces de la red primaria y sus derivados directos han mostrado una alta calidad bacteriológica, con ausencia de coliformes o valores sumamente bajos. Sólo se han observado algunos valores elevados en cauces de desagües o drenajes. En la siguiente figura se presentan los valores de coliformes totales y fecales.

Ilustración 182. Análisis microbiológicos en la red de monitoreo de la cuenca del río Diamante. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Subdelegación Río Diamante -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

Fuente: Subdelegación Río Diamante -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021Debido a la presencia del yacimiento uranífero de Sierra Pintada, el DGI ha incluido siempre en sus monitoreos, la determinación de niveles de elementos radiactivos en agua asociados a esta particularidad. Los resultados obtenidos de Radio 226 y Uranio son normales para agua superficial.

Los niveles de metales se presentan sumamente bajos, con valores en general por debajo de los límites de detección.

12.2.3.1. Embalse Agua del Toro[107]

El embalse Agua del Toro, ubicado sobre el Río Diamante, entre los departamentos San Rafael y San Carlos, es el reservorio artificial cabecera del sistema hidroeléctrico y recibe los afluentes del río Diamante y del arroyo Hondo, siendo este último un aporte significativamente menor compara dos con el río.

Posee una morfología de vaso profundo, con un significativo aporte de sedimento en la zona de la desembocadura del río Diamante. Los parámetros de la calidad del agua indican que son aguas con una conductividad eléctrica promedio de 1100-1300 µS.cm-1 con valores de turbidez promedio de entre 3,5 a 5 m. Las partículas propias de la erosión de la cuenca que arrastra el río, sedimentan en la zona distal.

La Calidad del agua del embalse Agua del Toro posee parámetros normales para el período 2021.

El Índice Trófico como una medida de la salud ambiental del reservorio pone en evidencia que se mantiene dentro de los valores históricos y normales para el reservorio y en una categoría similar en forma comparativa con los embalses de la provincia de Mendoza.

No se han observado concentraciones (células por litro) significativas de Cianobacterias potencialmente generadoras de toxinas.

No se han detectado floraciones de fitoplancton que generen olores o color verdosa en el agua, la cual se pone en evidencia en el valor bajo de la concentración promedio anual de clorofila-a presentado en el índice trófico.

Durante el período 2021 la concentración (NMP/ 100ml) fue de < 1 coliformes totales y coliformes fecales.

Las muestras de agua colectadas 30/08/2021 para el análisis de hidrocarburos totales No Detectaron la presencia de estos compuestos en cada una de las muestras colectadas y analizadas.

12.2.3.2. Embalse Los Reyunos[108]

El embalse Los Reyunos, ubicado sobre el Río Diamante, en San Rafael, es el reservorio artificial aguas abajo del embalse Agua del Toro y recibe los afluentes del río Diamante.

Posee una morfología de vaso profundo, con un significativo aporte de sedimento en la zona de la desembocadura del río Diamante. Los parámetros de la calidad del agua indican que son aguas con una conductividad eléctrica promedio de 1200-1450 µS.cm-1 con valores de turbidez promedio de entre 4 a 5,5 m. Las partículas propias de la erosión de la cuenca que arrastra el río, sedimentan en la zona distal.

La Calidad del agua del embalse Los Reyunos posee parámetros normales para el período 2021:

El Índice Trófico como una medida de la salud ambiental del reservorio pone en evidencia que se mantiene dentro de los valores históricos y normales para el reservorio y en una categoría similar en forma comparativa con otros embalses de la Provincia de Mendoza con de similares características.

No se han observado concentraciones (células por litro) significativas de Cianobacterias potencialmente generadoras de toxinas.

No se han detectado floraciones de fitoplancton que generen olores o color verdosa en el agua, la cual se pone en evidencia en el valor bajo de la concentración promedio anual de clorofila-a presentado en el índice trófico.

[107] DGI.2021. Monitoreo de la Calidad del Agua en El Embalse Agua del Toro, Cuenca del río Diamante.
[108] DGI.2021. Monitoreo de la Calidad del Agua en El Embalse Los Reyunos, Cuenca del río Diamante

Durante el período 2021 la concentración (NMP/ 100ml) fue de < 1 coliformes totales y coliformes fecales.

Las muestras de agua colectadas 30/08/2021 para el análisis de hidrocarburos totales No Detectaron la presencia de estos compuestos en cada una de las muestras colectadas y analizadas.

12.2.3.3. Aptitud del recurso para diferentes usos

A lo largo del recorrido el río Diamante es aprovechado para diversos usos y actividades, como la generación energética, el riego, abastecimiento poblacional, uso industrial, aprovechamientos recreativos, actividades de navegación, pesca, etc.

En los antecedentes se observan en general valores normales en lo que concierne a calidad del agua, cuya mayor limitante es la condición salina del agua con fines de riego.

12.2.4. Cuenca del Río Atuel

La cuenca tiene una superficie aproximada de 29.721 km² y el caudal medio anual del río Atuel, en la estación La Angostura es de 34.8 m³/s para el periodo 1907-2015[109].

El río Atuel nace de una pequeña laguna, a 3.200 msnm, formada por el deshielo de los glaciares Overo y Cajón Ancho, formando una pequeña laguna al Noroeste del volcán Overo.

En todo su recorrido, recibe varios afluentes de importancia en caudal. En La Junta recibe su tributario más importante, constituido por el río Salado. El río Salado cuenta con arroyos Blanco, Leñas y Desecho como sus afluentes más importantes.

Tanto el río Atuel como el río Salado son ríos de montaña, torrenciales, con un sistema hidrológico muy dinámico, muy erosivo en las áreas elevadas, generando transporte y deposición de sedimentos, originando conos aluviales de tipo deltaico.

Debido a las características físicas del río Atuel en su tramo medio se encuentran emplazados una sucesión de importantes aprovechamientos hidroeléctricos y para riego: complejo hidroeléctrico Los Nihuiles y dique compensador Valle Grande.

La cuenca hidrográfica abarca una superficie de 4189,6 km^2, haciendo su recorrido por formaciones geológicas constituidas por yesos, arcillas, calizas, areniscas, conglomerados calcáreos, correspondientes a formaciones del mesozoico y terciario.

Hidroquímicamente las aguas se caracterizan por ser Cálcicas Sulfatadas, debido a la disolución de los yesos de las formas geológicas presentes en la región; siguen en orden de importancia los iones sodio, potasio y cloruro[110] .

Los valores de conductividad eléctrica varían significativamente entre los arroyos y ríos. En la **cuenca alta** del río Atuel los menores valores de conductividad se presentan en todas las temporadas en los arroyos Desecho (450 µS/cm) y Arroyo Blanco (180 µS/cm). Las restantes estaciones de arroyo Leñas La Manga y río Atuel el valor de conductividad varía entre 1800 y 2300 µS/cm.

La conductividad eléctrica presenta mayores valores en invierno y primavera; espacialmente se presenta un patrón con aumento de conductividad hacia aguas abajo en todas las estaciones del año.

El agua del río Salado se caracteriza como clorurada sódica, con una alta carga de sólidos disueltos. Presenta valores altos de salinidad (entre 900 y 4000 µS/cm), y al confluir con el río Atuel incrementa el contenido de sales[111]. En esta zona el incremento de la conductividad se debe básicamente la influencia de arroyos circundantes en la zona y de las termas del Hotel Lahuenco y Los Molles[112].

Posee bajas concentraciones de magnesio, carbonatos y bicarbonatos y una concentración moderada de sulfatos y calcio. Las aguas son alcalinas con valores de pH entre 7,8 a 8,2 en promedio.

---

[109] DGI,2016. Balance Hídrico Río Atuel. Departamento General de Irrigación.
[110] INA CRAS. Exploración hidrogeológica en el sector oriental de la planicie Sanrafaelina. Provincia de Mendoza. Serie Técnica – Nº D56. 1982.
[111] Hernández, J. y Martinis, N. Particularidades de las cuencas hidrogeológicas explotadas con fines de riego en la provincia de Mendoza. https://www.ina.gob.ar/archivos/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-9-Hernandez.pdf
[112] DGI,2016. Balance Hídrico Río Atuel. Departamento General de Irrigación.

El sector superior de la cuenca del río Salado recibe el impacto antrópico directo del complejo de esquí de Las Leñas. Hacia aguas abajo, se encuentran asentamientos, como algunas cabañas, ejército, y Hotel Los Molles.

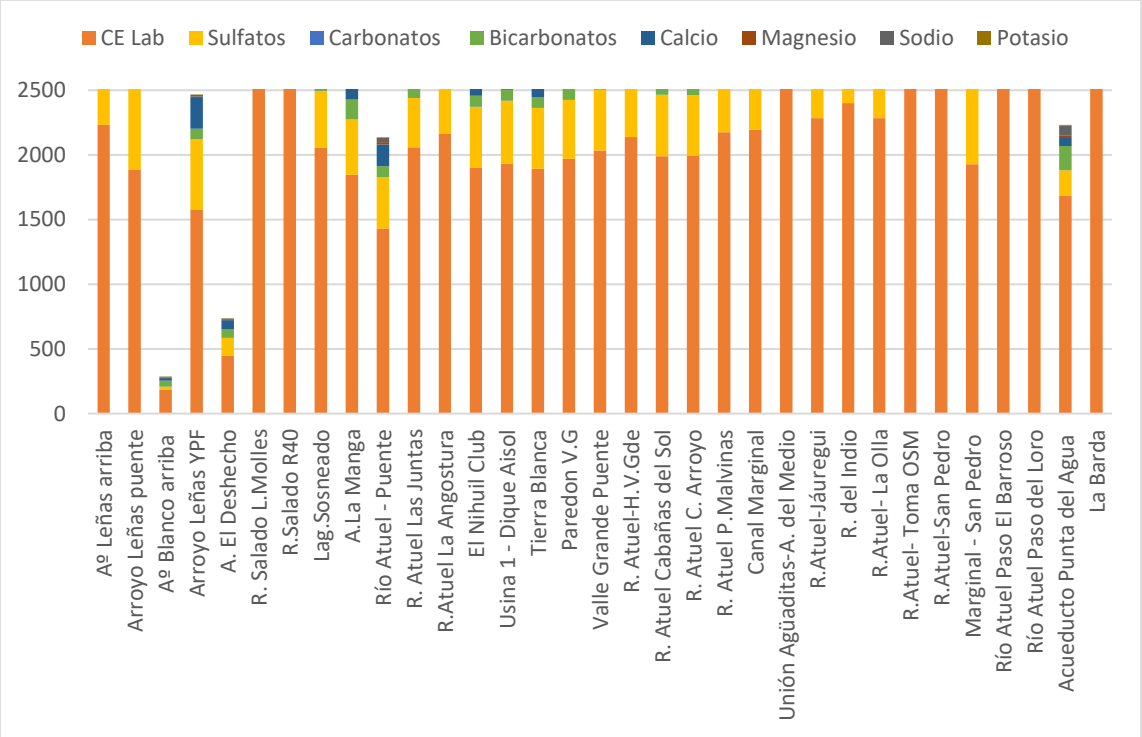
No existe actividad industrial en la zona, únicamente ganado menor y cultivo de la papa.

En la **cuenca baja,** a partir del embalse Valle Grande hasta Villa Atuel, la red de distribución de riego es contigua con la cuenca del río Diamante. Aguas abajo de Valle Grande, el río cuenta con 6 tomas directas que se distribuyen entre este embalse y la Toma del Canal Marginal del Atuel, a partir de este, lo hacen 6 canales más.

En esta zona es donde se desarrolla la mayor actividad agrícola de la cuenca entre las localidades de Rincón del Atuel, la Correína, Calle Larga, La Llave, Villa Atuel, Colonia López, Soitué y Jaime Prats, Real del Padre, General Alvear y por último San Pedro del Atuel. Desde esta última localidad, el río adquiere rumbo Sureste y se abre en varios brazos en la zona de los bañados del Atuel.

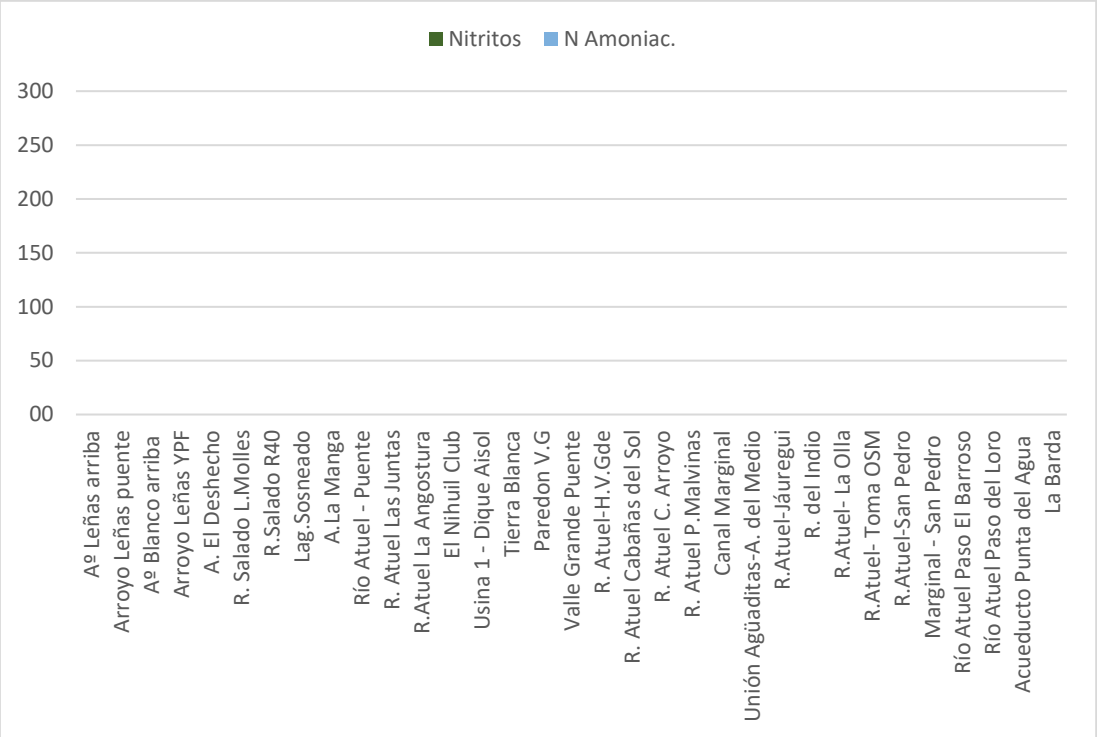
En la cuenca baja del río Atuel las aguas se caracterizan como sulfatadas cálcicas. Entre los cationes, luego del calcio siguen en orden de importancia el sodio, magnesio y potasio. Entre los aniones, luego del sulfato, el cloruro y bicarbonato.

Ilustración 183. Concentración de iones principales en la red de monitoreo de la cuenca del Río Atuel. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Subdelegación Río Atuel -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

Ilustración 184. Análisis microbiológicos en la red de monitoreo de la cuenca del río Atuel. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Subdelegación Río Atuel -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

Presentan pH alcalino y la conductividad eléctrica presenta mayores valores en invierno y primavera; espacialmente se presenta un patrón con aumento de conductividad hacia aguas abajo en todas las estaciones del año: de 950 a 1856 µS/cm en verano, de 1087 a 2500 µS/cm en otoño, de 1275 a 2453 µS/cm en invierno y de 1417 a 2582 µS/cm en primavera.

Respecto a los hidrocarburos, metales, detergentes y pesticidas, estos elementos se encuentran ausentes o en muy baja concentración. No se observa contaminación inorgánica y/o orgánica.

12.2.4.1. Embalse Nihuil[113]

El embalse El Nihuil, ubicado sobre el Río Atuel, en San Rafael, es el espejo de agua dulce más grande de la provincia (9600 ha) en su cota máxima. El embalse es la obra de cabecera del sistema hidroeléctrico Los Nihuiles y recibe los afluentes del río Atuel y del río Salado. Posee una morfología de vaso somero, con un significativo aporte de sedimento en la zona de la desembocadura del río Atuel.

Los parámetros de la calidad del agua indican que son aguas con una conductividad eléctrica promedio de 1250 µS.cm-1 con valores de turbidez promedio de 2 m. Las partículas propias de la erosión de la cuenca que arrastra el río, sedimentan en la zona distal. El largo total del mismo y la morfología del vaso estructuran la comunidad y propician las condiciones de hábitat para el desarrollo de vegetación acuática sumergida (VAS) también llamada comúnmente en la zona como “lama” o “lamares”.

La Calidad del agua del embalse El Nihuil posee parámetros normales para el período 2020-2021:

No se han observado concentraciones (células por litro) significativas de Cianobacterias potencialmente generadoras de toxinas.

No se han detectado floraciones de fitoplancton que generen olores o color verdosa en el agua.

[113] DGI.2021. Monitoreo de la Calidad del Agua en El Embalse El Nihuil, Cuenca del río Atuel. Departamento General de Irrigación.

La VAS ha tenido un nivel creciente de desarrollo desde el 2019 hasta la fecha 09/02/2022. Frente a este nivel de desarrollo y las evaluaciones realizadas hasta la fecha, no ha sido necesario aplicar la técnica de poda y extracción con la máquina podadora del DGI.

Durante el período 2021 la concentración (NMP/ 100ml) fue de < 1 coliformes totales y coliformes fecales.

Las muestras de agua colectadas para el análisis de hidrocarburos totales No Detectaron la presencia de estos compuestos en cada una de las muestras colectadas y analizadas.

12.2.4.2. Embalse Valle Grande[114]

El embalse Valle Grande, ubicado sobre el Río Atuel, en San Rafael fue construido a continuación de la Central Nihuil III, tiene como objetivo compensar los caudales de descarga de las centrales que integran el Sistema Nihuiles, para mantener con eficacia y sin afectar el funcionamiento normal del mismo.

Las aguas se caracterizan como alcalinas, con pH cercanos a 8. La conductividad es elevada siempre mayor a los 1000 µS/cm. En invierno y primavera de 2005 se registraron los mayores valores, con más de 1400 µS/cm.

- Las aguas del embalse Valle Grande se caracterizan como Sulfatadas Cálcicas. Se presenta como catión dominante el Calcio, seguido por Sodio y Magnesio. Entre los aniones se destaca el Sulfato como dominante y Cloro y Bicarbonato como codominantes.
- Entre los nutrientes todas las clases de Nitrógeno y Fósforo se encuentran por debajo de los límites máximos.
- La Clorofila a presentó mayor concentración en las márgenes y centro el embalse.
- En general la riqueza de especies de algas es baja con aumento de la densidad celular hacia 2006. En todas las temporadas y meses analizados dominaron las Diatomeas. En el invierno y otoño dominaron las clorófitas. Las cianófitas se encontraron en baja proporción, con mayor representatividad en octubre de 2004.
- El número de especies de zooplancton en Valle Grande varió entre 1 y 11 especies con una media de 4, con alta densidad de organismos.
- Según los índices de Carlson calculados en base al fósforo total, clorofila a, transparencia y teniendo en cuenta lo indicado por las comunidades planctónicas, el embalse se caracteriza como Mesotrófico.

12.2.4.3. Aptitud del recurso para diferentes usos

Los recursos hídricos superficiales provenientes de la alta cuenca son interceptados en la cuenca media, en la cual se desarrolla un paisaje serrano, con obras de aprovechamiento hidráulico, que posibilitan la regulación de los caudales para el regadío y la generación de energía hidroeléctrica.

Aguas abajo de la presa de Valle Grande, las aguas del río Atuel son utilizadas como fuente de vida para el desarrollo socioeconómico de la región en base a la agricultura de regadío, generándose los oasis de San Rafael (irrigado también con aguas del río Diamante) y de General Alvear.

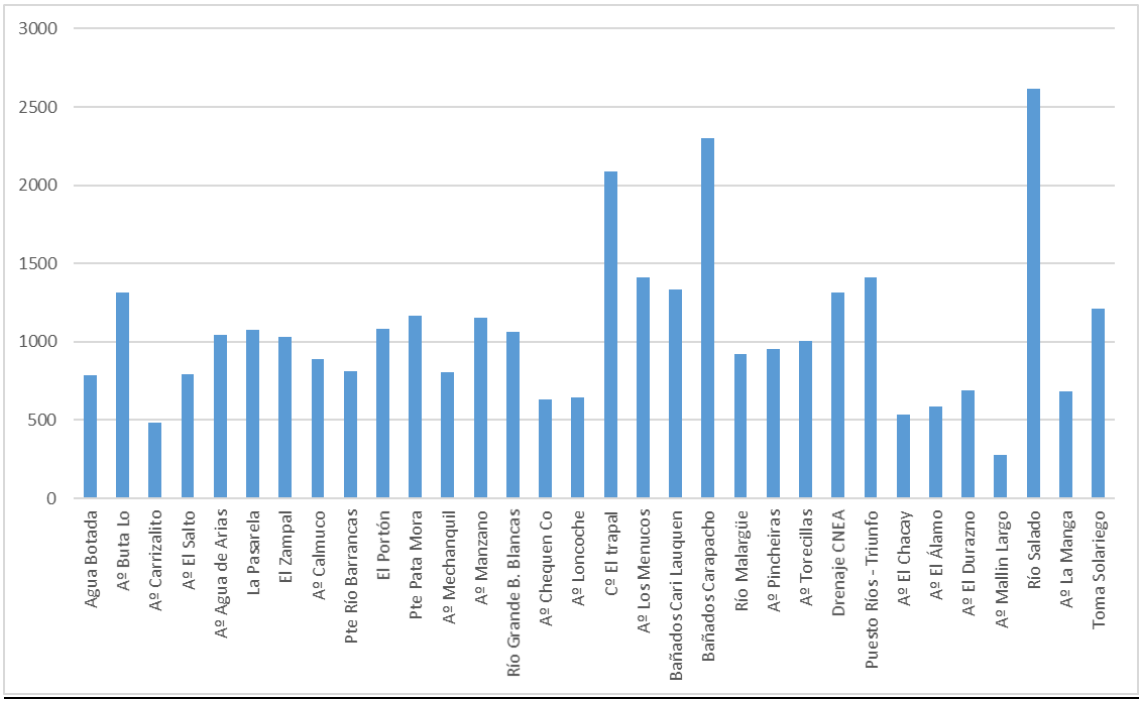
Las aguas del río Atuel presentan como mayor limitación la salinidad con fines de riego.

12.2.5. Río Malargüe, Barrancas, Grande y Colorado

Conductividad eléctrica en la red de monitoreo de la cuenca de los Ríos Malargüe, Barrancas, Colorado y Grande. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).

[114] Estudios de caracterización del sistema hídrico superficial de la provincia de Mendoza - Componente Calidad de Agua y Suelos Programa de Riego y Drenaje de la Provincia de Mendoza PROSAP – DGI – OEI. 2006

Ilustración 185. Conductividad Eléctrica Zona Malargüe. Promedios para período 2017 a 2021 mg/l).



Fuente: Jefatura Ríos Malargüe, Grande, Barrancas y Colorado -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

12.2.5.1. Río Malargüe

La cuenca del río Malargüe constituye la única cuenca endorreica de la provincia con una superficie total de 11.146 km². La misma comprende el departamento del mismo nombre y una pequeña parte del departamento de San Rafael.

En verano, el caudal medio del río asciende a los 29 m³/s cuando comienza el deshielo, y decrece en invierno hasta los 2,6 m³/s[115].

El río nace al pie del cerro cabecera del Colorado, desde donde nace con el nombre de arroyo Colorado. A 10 km aguas abajo, a la altura del puesto Navarro recibe el aporte de las aguas del arroyo Torrecillas, adoptando a partir de este punto la denominación de Río Malargüe.

A lo largo de su recorrido el río recibe el aporte de numerosos arroyos, entre ellos, los arroyo Lagunitas y Agua Hedionda que lo hacen por margen derecha. Aguas abajo y por la margen izquierda recibe los aportes de los arroyos de los Terremotos y Negro.

Por la misma margen se produce la confluencia del Arroyo Pincheira o de las Minas con el río Malargüe. Este arroyo es uno de los tributarios más importantes que tiene el río.

Después de esta confluencia, el río recibe los aportes de los arroyos Seco, El Suncho y Llano Grande. Este último arroyo nace de la confluencia de los arroyos Butamallín y Grande. Entre los arroyos Suncho y Llano Grande, el río recibe solo aportes del tipo temporal.

Aguas arriba del cruce del río Malargüe con la Ruta Nacional 40, el río encuentra al Azud Derivador Blas Brisoli, que deriva agua por margen izquierda al Canal Matriz Cañada Colorada. A través de este canal se entrega la dotación de riego a la mayoría de los usuarios con derechos empadronados. Así mismo desde este canal se deriva el agua que es utilizada para consumo humano.

Aguas abajo de este punto, existen tres tomas directas del río, dos por margen izquierda y una por margen derecha. Las mismas son utilizadas para satisfacen demandas agrícolas e industriales de la zona.

[115] DGI. 2022. Balance Hídrico – Río Atuel y Rio Malargüe, 2022. Departamento General de Irrigación.

Por margen derecha, aguas abajo la Ruta Nacional 40, y después de la última toma directa, el río Malargüe recibe los aportes del arroyo Loncoche, que es el último afluente importante que tiene el río. El caudal resultante escurre aguas abajo con dirección Sureste hasta llegar a la Laguna de Llancanelo.

La calidad del agua del río Malargüe fue recientemente valorada por personal de la UNCuyo[116] mediante distintas técnicas de muestreo, caracterizándose la misma como sulfatada cálcica y su peligro salino alto (toma en el cruce de la RN 40).

CFI[117] expuso referencias de Vitale en relación a la calidad de esta fuente, calificándola como dura, debido a que escurren por entre estratos calcáreos y de yeso en el lugar de origen. Se refiere también a que su color; en primavera, toma tonos variables, según la dirección del viento, con predominio del rojo.

Las aguas son alcalinas con valores de pH de 8,2 en promedio.

12.2.5.2. Río Grande

El río Grande se origina por la unión de los ríos Tordillos y Cobre. En Valle Hermoso, el río Tordillo recibe al río, que drena las aguas que provienen de los glaciares de la Cordillera Principal que posee un frente andino de aproximadamente 20 km. Luego, penetra en un estrecho cañón, denominado Quebrada de la Estrechura, en cuyo trayecto, solo recibe pequeñas afluencias de margen izquierda. A la salida de la quebrada recibe los aportes del río Valenzuela, presenta el subtipo nival mitigado. Allí se origina el río Grande aforado en La Estrechura, posee un régimen tipo nival puro, producto de la combinación de los regímenes de sus afluentes. El río Grande recibe el aporte por margen derecha de importantes cauces que bajan directamente de la Cordillera Principal. El río Chico, posee una importante cuenca y drena las aguas provenientes del cerro Campanario y la zona de paso El Pehuenche. En el tramo comprendido por la desembocadura del Chico y Bardas Blancas, el Grande recibe afluentes importantes como el río Poti-Malal. Por margen izquierda, los más importantes son el arroyo Piedra Hernández y Chacayco. El Poti-Malal, que recibe los aportes provenientes de las sierras de Mary, que constituye el divorcio de las aguas con la cuenca del río Barrancas. Los afluentes Chico y Poti Malal, se encuentran a más baja altura, donde la componente pluvial es más importante, dando como resultado un régimen fluvial del tipo nivo-pluvial. La subcuenca del Grande se encuentra en una zona de transición entre la región cuyana seca y patagónica húmeda, donde el aporte nival y pluvial es más importante debido a que la Cordillera es más baja, lo que permite el ingreso de aire húmedo del Pacífico.

La conductividad de las aguas del río Grande no supera los 1.500 µS/cm, por lo que es un agua medianamente salina. Las aguas son alcalinas con valores de pH de 8,3 en promedio.

El río Grande presenta una alta variabilidad de carga iónica dependiendo de las fechas de muestreo, dado que, en cada momento del año distintos afluentes de áreas de diferente naturaleza geológica aportan un mayor caudal.

12.2.5.3. Río Barrancas

El Río Barrancas nace en la Laguna Negra, en los faldeos de la Cordillera de los Andes, y recibe los aportes de los arroyos de Matancilla, Montón, y Puente de Tierra. Aguas abajo recibe los afluentes que provienen de la Sierra de Cochicó, los Glaciares del Domuyo y los cerros La Cruzada y Palao, y los que bajan de los cordones montañosos Mari y Mayán. Los afluentes del Río Barrancas se originan en algunas lagunas, entre ellas se encuentra la Laguna Cari Lauquen, con una superficie de alrededor 9 km2.

12.2.5.4. Río Colorado

El río Colorado se origina en la confluencia de los ríos Grande y Barrancas. El primero le aporta la cuarta quinta parte del caudal. Desde su nacimiento en la Cordillera de los Andes hasta su desembocadura en el Océano Atlántico presenta una extensión de 1.200km, de los cuales 920km corresponden estrictamente al Río Colorado.

---

[116] Universidad Nacional de Cuyo. 2017. Manifestación General de Impacto Ambiental. Presa y Central Portezuelo del Viento

[117] Consejo Federal de Inversiones, CFI (1962). Recursos Hidráulicos Superficiales. Serie Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina (Primera Etapa), Tomo IV, Volumen 2. Buenos Aires

El área de la cuenca imbrífera, que corresponde al Río Colorado aguas arriba de la estación de aforos de Buta Ranquil, abarca aproximadamente 15.300km2. Presenta un caudal medio anual de 138,8 m3/s118.

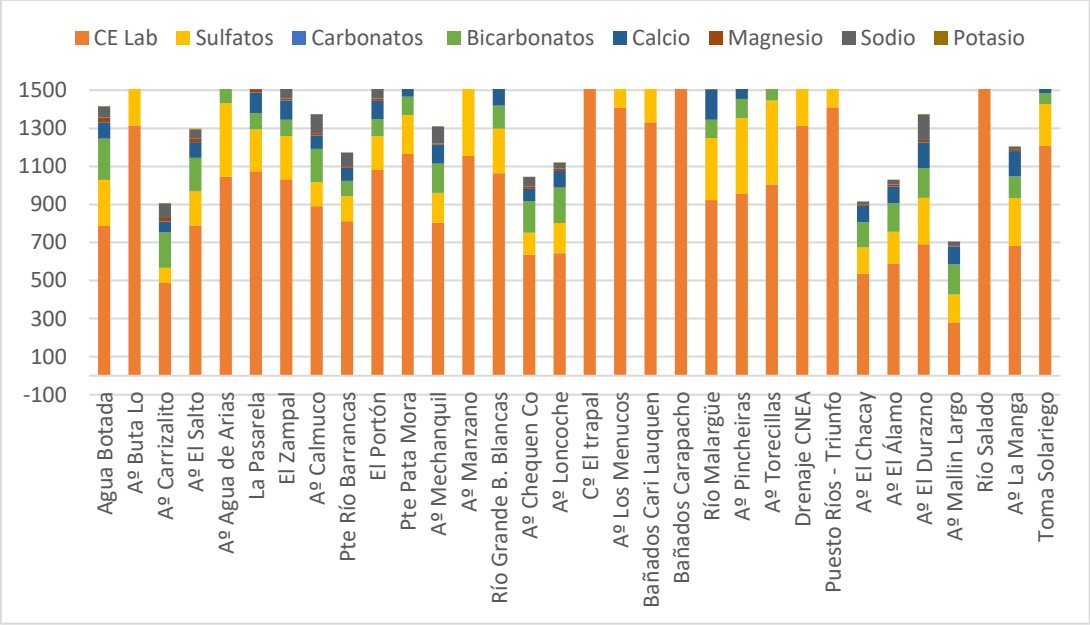
En la cuenca se ha desarrollado la agricultura bajo riego principalmente en su porción media y baja.

El agua del Río Colorado es fuente para el abastecimiento de agua potable de todas las poblaciones ribereñas, como también para poblaciones que se encuentran alejadas de la cuenca 119(COIRCO, 2010).

Según Azar (2019)120, la conductividad eléctrica (CE) del río Colorado presenta los mayores valores, entre 1000 a 1400 µS/cm en otoño, invierno y verano. Mientras que, en el momento de mayor estiaje, los valores de concentración de electrolitos descendieron a valores menores a 1000 µS/cm, con los menores valores registrados en primavera de 2015 (entre 654 y 711 µS/cm). Las aguas se presentaron en general con valores de pH neutro.

Según la concentración de iones mayoritarios (Ca, Na, K, HCO3-, y SO4-2), en verano, otoño e invierno la mineralización de las aguas se ve determinada por Ca y Na como cationes principales, y cloruro como el anión estable en el período analizado. En primavera en cambio, el sulfato constituye el anión predominante por lo que las aguas se tipifican sulfatadas cálcicas, a diferencia de las restantes temporadas donde se describen como cloruradas sódicas. Estos iones provienen del lavado de rocas sedimentarias presentes en el área (Azar, 2019).

Ilustración 186. Concentración de iones principales en la red de monitoreo de los ríos Malargüe, Barrancas, Colorado y Grande. Promedios de datos disponibles para período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Jefatura Ríos Malargüe, Grande, Barrancas y Colorado -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 2021

Según la concentración iónica el agua se tipificó como sulfatada cálcica en primavera, a diferencia de las restantes temporadas donde se describió como clorurada sódica (Azar, 2019).

Sobre ambas márgenes de este río se desarrollan actividades hidrocarburíferas, sobre la margen izquierda, perteneciente a la provincia de Mendoza, el desarrollo de esta actividad ha tenido un importante crecimiento es los últimos años, de allí la importancia de llevar un control de las características del mismo a fin de detectar posibles alteraciones del mismo a causa de estas actividades.

[118] COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado). 2015. Perl, J. E., Andrés, F. O. Presentación: Manejo Integral de la cuenca del río Colorado. Oferta y demanda hídrica en períodos de sequía. En: Jornada de Actualización "Cuenca del río Colorado: Situación Actual, Proyectos en Ejecución, Planificación". Villa Casa de Piedra, La Pampa.

[119] COIRCO. 2010. Informe Estadístico de Incidentes en la Cuenca del Río Colorado. Programa de Calidad de Aguas.

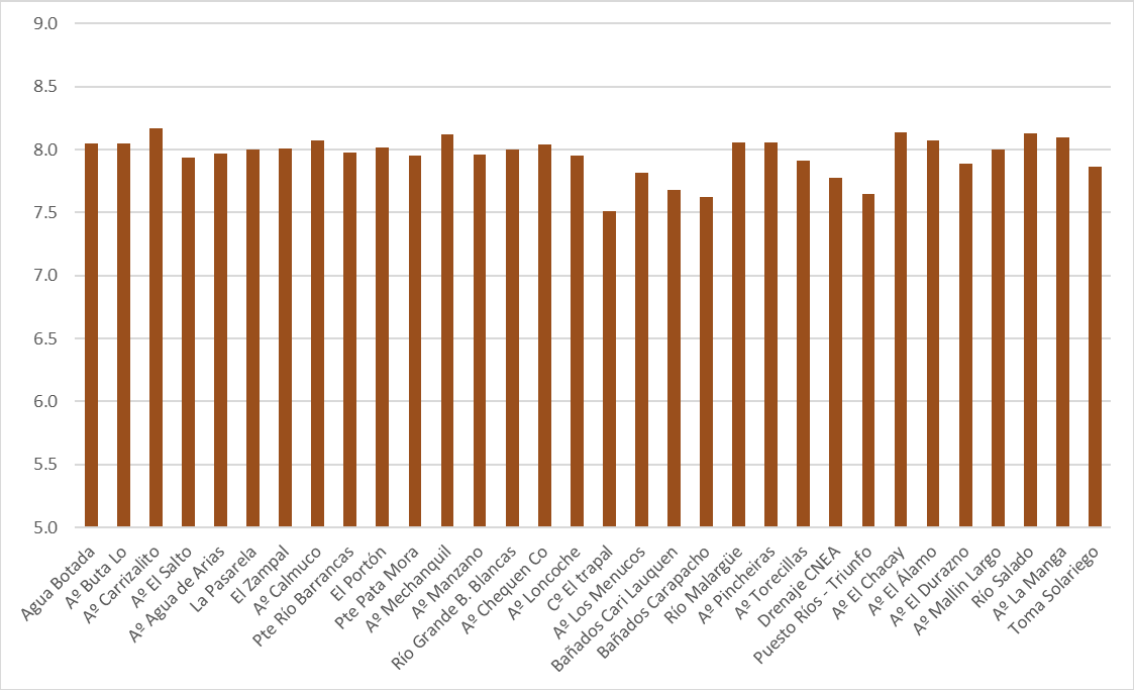
[120] Azar, N (2019). Caracterización limnológica de un tramo del río Colorado sobre la margen mendocina, para determinación de estado ecológico y calidad de agua. Período 2015-2018. Tesis de grado. Facultad de Cs. Agrarias – UNCuyo.

Los resultados del Monitoreo de cauces superficiales y agua de coproducción en la zona de Influencia de los ríos Malargüe, Grande, Barrancas y Colorado121, los valores de conductividad en cauces superficiales se mostraron dentro del rango admisible, observándose un valor pico de 2000 µS/cm en el arroyo Agua Botada.

En el agua de coproducción, los valores hallados oscilaron entre los 15000 y 70000 µS/cm. El valor más elevado corresponde a la base operativa de El Cargamento, en las cercanías de la ciudad de Malargüe. No se observan valores anormales en cauces superficiales que puedan relacionarse con una incorrecta re inyección del agua coproducida.

Los valores de pH en cauces superficiales se muestran levemente alcalinos, con valores entre 7 y 8 de la escala de pH, mientras que en general, el agua de coproducción se manifiesta levemente por debajo del valor de neutralidad.

Ilustración 187. pH en la cuenca de los Ríos Malargüe, Barrancas, Colorado y Grande. Promedios de datos disponibles para el período 2017 a 2021 (mg/l).



Fuente: Jefatura ríos Malargüe, Grande, Barrancas y Colorado -Departamento de Registro de Contaminación – Dirección de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico –DGI 202.A nivel superficial se observa una leve predominancia cálcica y de sulfato, mientras que en el agua de coproducción se observa predominancia del anión sodio y el catión cloruro.

La determinación de metales en cauces superficiales mostró valores relativamente normales, apareciendo algo sobreelevados los valores de Bario y Estroncio, pero en forma generalizada, lo que hace presuponer que se trata de trazas presentes en forma natural en el área en estudio.

12.2.5.5. Aptitud del recurso para diferentes usos

La cuenca del Río Colorado discurre por las provincias de Neuquén, Río Negro, Mendoza, La Pampa y Buenos Aires. El consumo humano y el riego son sus usos principales, aunque el aprovechamiento para ganado, energía hidroeléctrica y explotación de hidrocarburos y minería son también relevantes.

En la cuenca del río Malargüe el área irrigada se abastece a través del dique Blas Brísoli y Canal Cañada Colorada, que deriva las aguas del río y posibilita su uso en múltiples actividades. Hay pequeñas áreas irrigadas de tomas directas del río Salado y Las Juntas.

[121] Estudios de caracterización del sistema hídrico superficial de la provincia de Mendoza" - Componente Calidad de Agua y Suelos Programa de Riego y Drenaje de la Provincia de Mendoza PROSAP – DGI – OEI. 2006

En generales las aguas presentes buena aptitud para los diferentes usos en la zona de influencia de los ríos de las cuencas analizadas.

12.3. Calidad del Agua Subterránea

12.3.1. Cuenca Norte

Las recargas a partir del río Mendoza y en menor medida el río Tunuyán son determinantes respecto de la tipología hidroquímica del agua subterránea en esas zonas, la cual es definida principalmente como cálcica sulfatada, con variaciones a partir de diferentes procesos de mineralización a cálcica sódica sulfatada e incluso clorurada en situaciones particulares.

La red de monitores de niveles del Departamento General de irrigación en la Cuenca Norte cuenta con un total de 712 pozos, distribuidos en diferentes áreas. De estos, 467 se ubican en el área del río Mendoza (86 en la Margen Derecha y 381 en la Margen Izquierda) y 179 en el área del río Tunuyán Inferior. Estos pozos monitores han sido operados durante más de 50 años.

Con relación a la calidad del agua subterránea, se ha realizado una caracterización de los niveles de explotación en función de los monitoreos realizados. Se han identificado tres niveles de explotación distintos, cada uno con características específicas en cuanto a la salinidad y composición química del agua.

En términos generales en las zonas de acuíferos libres ese proceso muestra cambio en los valores de Conductividad Eléctrica (CE) E de 1000 a 2200 µS/cm, desde su sector proximal al distal. En la zona de acuíferos confinados, el acuífero freático varía su salinidad de 2.600 µS/cm a valores superiores a 5.500 µS/cm en zonas de intensa actividad agrícola[122].

El primer nivel de explotación tiene profundidades inferiores a los 80 m. La salinidad del agua varía desde 1.000 µS cm^{-1} en el área de máxima recarga a valores superiores a 5.500 µS cm^{-1} en zonas de intensa actividad agrícola ubicadas al Este del río Mendoza. En general, este nivel no se explota debido a su elevado tenor de salinidad, causa por la cual la mayoría de las perforaciones de esta profundidad se han abandonado y reemplazado por otras que explotan los niveles más profundos.

El segundo nivel de explotación tiene profundidades que varían entre 100 y 180 m. Los tenores más bajos de salinidad, variables entre unos 700 y 1000 µS cm^{-1}, se encuentran en el área de acuífero libre y en casi todo el sector de influencia del río Mendoza. Hacia el Este de la cuenca la salinidad aumenta progresivamente hasta alcanzar valores de 4.000 µScm^{-1}.

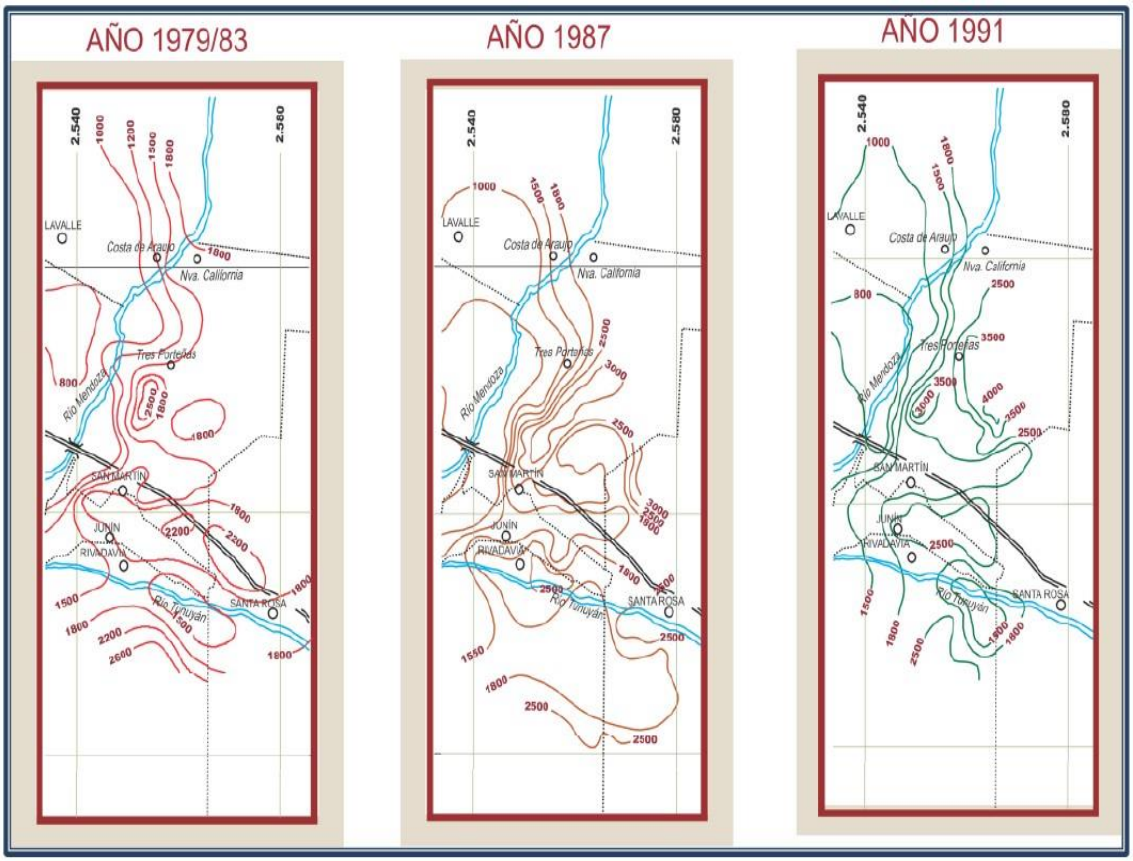
El tercer nivel de explotación tiene profundidades superiores a los 200 m y es el menos expuesto a procesos de contaminación de origen exógeno. La salinidad del agua en este nivel varía entre unos 700 a 1800 µS cm^{-1}, pero en el área de influencia del río Mendoza no supera los 1200 µS cm^{-1}.

Según el estudio “Guía sobre salinización del agua subterránea en el Este mendocino”[123], en la zona crítica del Departamento San Martin, al Este del río Mendoza, se observan importantes elevaciones de la base cristalina, lo que está asociado a menores caudales en desplazamiento horizontal del agua subterránea hacia esos puntos. Esta menor afluencia horizontal de agua colabora en el proceso de intrusión salina que ocurre con la explotación de los niveles medio e inferior del acuífero .

En cuanto a la salinidad que presenta el agua subterránea, debe recordarse que la recarga del acuífero se produce por diferentes fuentes, la principal recarga en el lecho del río, pero también por pérdidas de canales o en áreas de riego en zonas de recarga. A su vez, el proceso de salinización puede afectar tanto al nivel freático, como al segundo y el tercer nivel. Por lo tanto, es importante destacar que la principal zona crítica del segundo nivel, en la que predominan las explotaciones que hacen uso exclusivo del agua subterránea, coincide con el área que muestra las líneas de mayor nivel de salinidad, y también coincide en cierta medida con el estrechamiento del espesor de material cuaternario que conforma el acuífero.

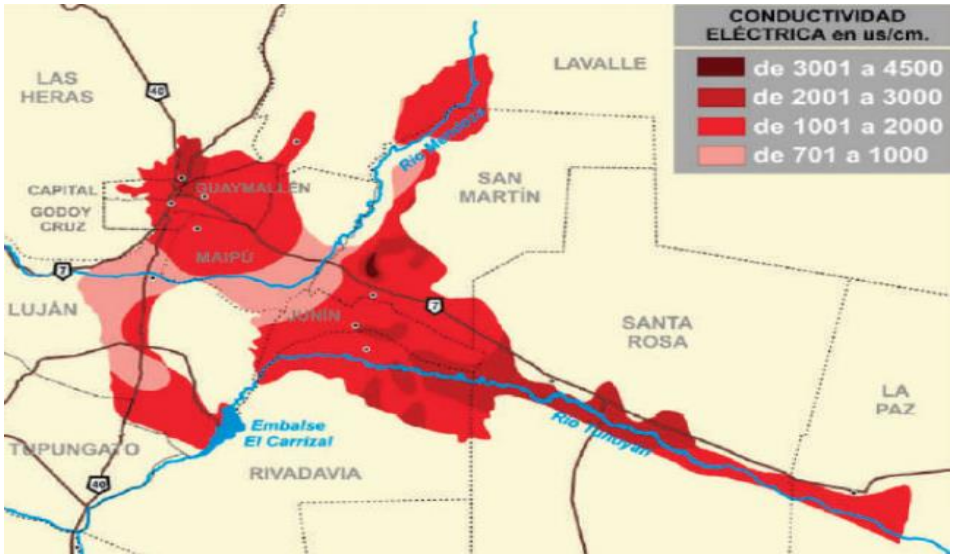
[122] Hernández y Martinis. 2006. Particularidades de las cuencas hidrogeológicas explotadas con fines de riego en la provincia de Mendoza.
[123] Llop, A.; Alvarez, A. 2002. Guía sobre salinización del agua subterránea en el este mendocino. 50 p.

Ilustración 188. Curvas de isoconductividad eléctrica – II Nivel. Cuenca Norte – Área Central



Fuente: Llop, A. y Álvarez, A. 2002

Ilustración 189. Conductibilidad eléctrica Cuenca Norte Rio Mendoza



Fuente: Diagnostico Físico-Ambiental – SEU U.N. de Cuyo Mendoza 2004[124]

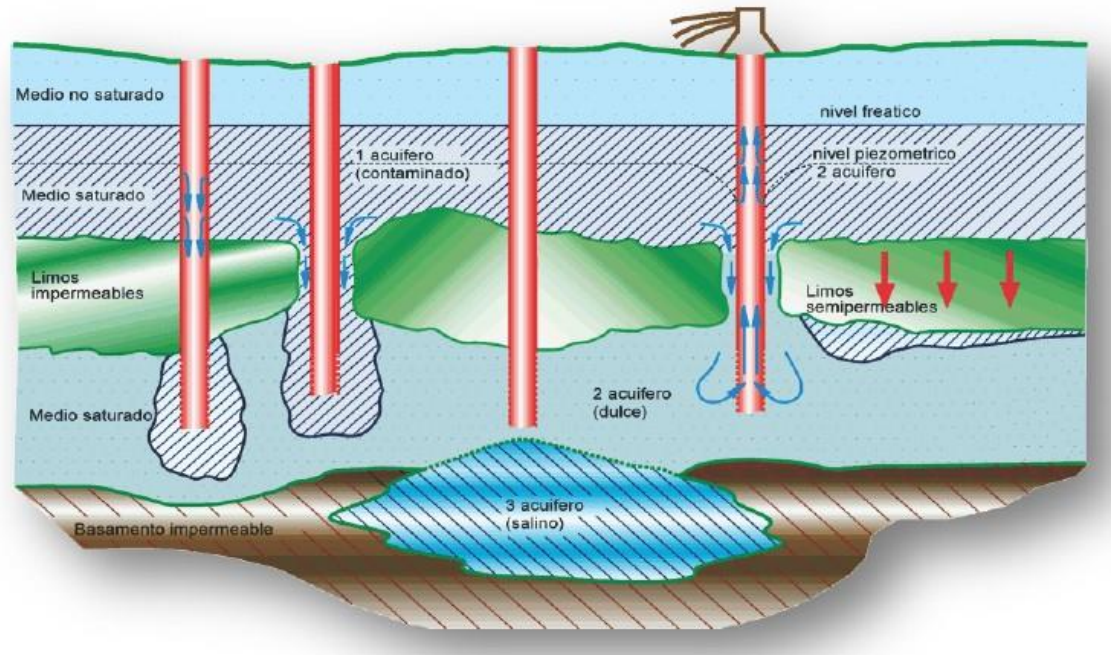
[124] UNCuyo. 2012. Diagnostico Físico-Ambiental – SEU UNCuyo Mendoza.

Respecto a la acumulación de sales en el nivel freático, la concentración de sales comienza luego de la aplicación del riego y la evapotranspiración de los cultivos, que absorben el agua y las sales necesarias para su metabolismo, quedando el resto de las sales en el perfil. Con los siguientes riegos, las sales son arrastradas por drenaje profundo (lixiviación) e ingresan en el perfil saturado del nivel freático. Por otra parte, cuando el nivel freático se eleva (revenimiento) produce problemas de salinización de suelos.

Al Este de la denominada área de surgencia, precisamente en el área crítica de salinización, por diferencia el nivel piezométrico entre acuíferos confinados respecto al acuífero freático, se produce la intrusión salina hacia los mantos acuíferos confinados inferiores. La intrusión salina desde el nivel freático ocurre particularmente cuando se bombean grandes caudales de los niveles confinados con fines de riego, particularmente en primavera y verano. Esta situación tiene dos efectos: por un lado, reduce la presión en los acuíferos confinados, y por el otro, al regar mediante prácticas tradicionales, los excedentes percolados se incorporan al nivel freático, aumentando su nivel y su presión.

La intrusión salina desde el nivel freático hacia los niveles inferiores ocurre por dos vías: por pasaje del agua salina a través del semiconfinamiento o en menor significancia través de pozos de riego con problemas en sus cañerías o mal cementados. Actualmente se sabe que la principal vía de salinización es a través de semiconfinamiento por diferencia de presión.

Ilustración 190. Proceso de intrusión salina



Fuente: Llop, A. y Álvarez, A. 2002

Las perforaciones en mal estado, construidas sin la aplicación de las reglas del arte y/o por roturas debidas a la corrosión de las cañerías de aislación, permiten la comunicación vertical de los mantos acuíferos superficiales salinos, con los profundos de buena calidad. En este sentido el DGI tiene una política sostenida de cegado de pozos a los fines de minimizar esta problemática

El acuífero freático es libre y recibe una componente de recarga vertical proveniente de la infiltración de excedentes de riego y lixiviado de las sales del suelo y en algunos casos que se encuentra a escasa profundidad se produce la concentración de sales por evaporación directa desde el manto acuífero. En un segundo nivel acuífero se observa el proceso de salinización en una extensión areal muy importante. En el tercer nivel, con los estudios efectuados hasta el momento, no se ha detectado afectación salina manteniéndose por lo tanto las condiciones hidroquímicas próximas a las naturales.

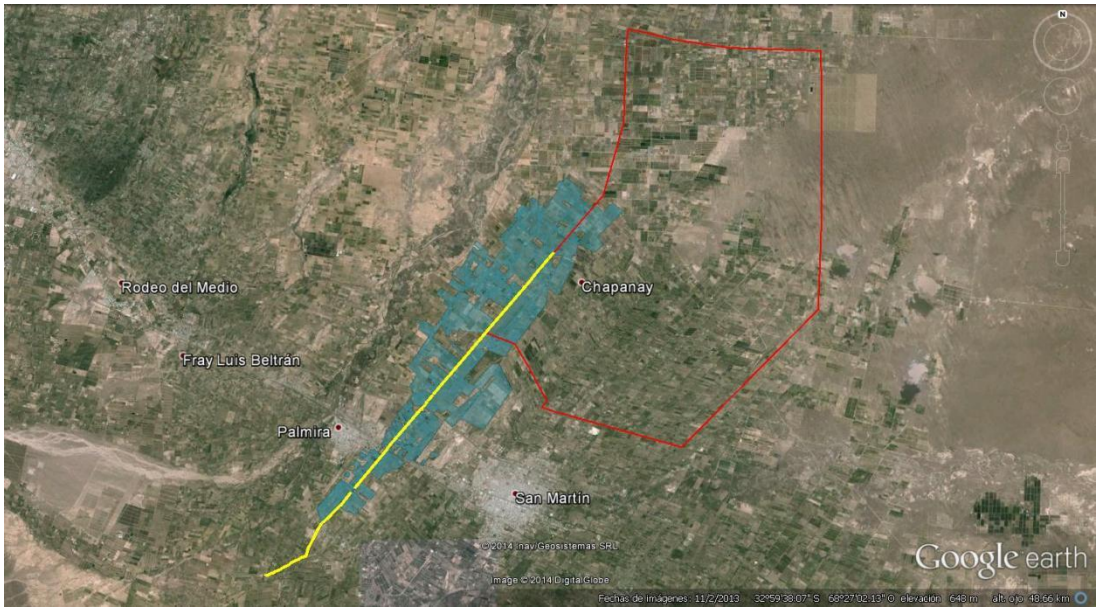
La regulación del régimen fluvial mediante embalses incide en un aumento de la infiltración en todo el sistema de recarga, conducción y área irrigada, incidiendo en la dinámica antes mencionada.

La zona de restricción declarada por el DGI para la construcción de nuevas perforaciones para la explotación de aguas subterráneas abarca los distritos de Alto Salvador, Chapanay, Montecaseros y Tres Porteñas, del departamento de San Martín.

El fundamento de la restricción se basa en resultados de estudios hidrogeológicos que han puesto de manifiesto la existencia de procesos de salinización de acuíferos. Se aprecia un continuo deterioro de la calidad del agua del segundo nivel de explotación.

Dada la importancia de esta zona desde el punto de vista agrícola e industrial, se realizó un monitoreo hidroquímico en el año 2006[125]. En la siguiente ilustración se observa el área de estudio con respecto a las parcelas involucradas en el proyecto.

Ilustración 191. Área de estudio hidroquímico de zona de restricción San Martín.



El primer nivel (< 80 m) mostró valores de conductividad eléctrica que oscilan entre 1711 µS cm^{-1}y 8620 µS cm^{-1}. Actualmente este nivel, debido a su salinidad, no se explota generalmente.

La salinidad del segundo nivel (80 – 180 m) es menor al anterior, variando entre 1114 µS cm^{-1}a 4800 µS cm^{-1}.

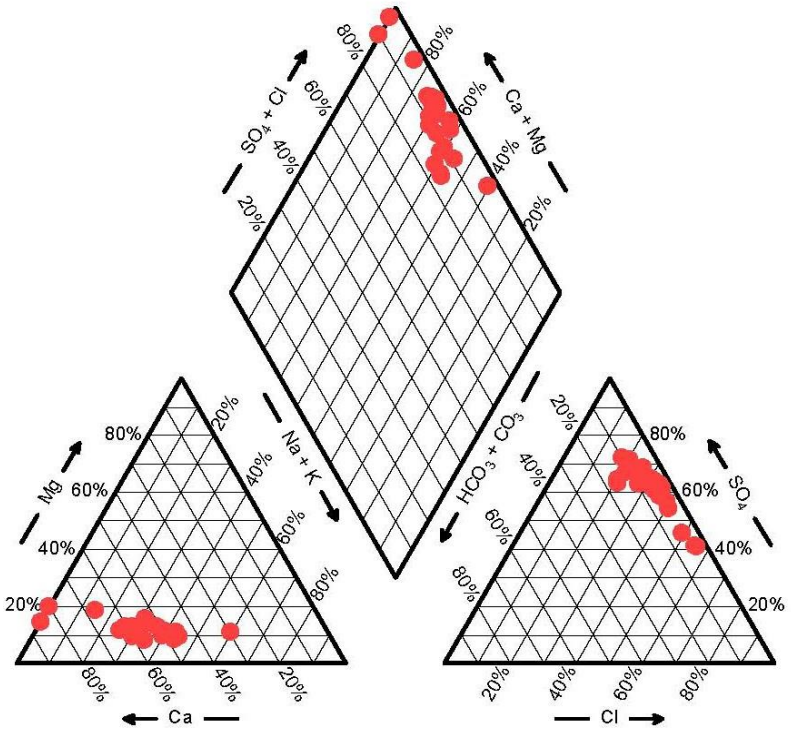
El tercer nivel de explotación presenta salinidades más bajas que los niveles anteriores con valores entre 887µS cm^{-1} y 1885µS cm^{-1}.

La información de composición química de los tres niveles de explotación se volcó a los diagramas PIPER para su caracterización hidroquímica.

Las perforaciones que explotan agua subterránea en esta zona de estudio tienen concentraciones de calcio (Ca^{++}) superiores a las de sodio (Na^{+}) y alto contenido de sulfato ($SO4^{-}$) en relación al cloruro (Cl^{-}) y al bicarbonato ($HCO3^{-}$). Este grupo de perforaciones presenta características de agua sulfatadas cálcicas propias de aportes provenientes de los ríos Mendoza y Tunuyán. En la siguiente figura se puede observar en el diagrama de Schoeller la concentración de los iones principales de los tres niveles de explotación.

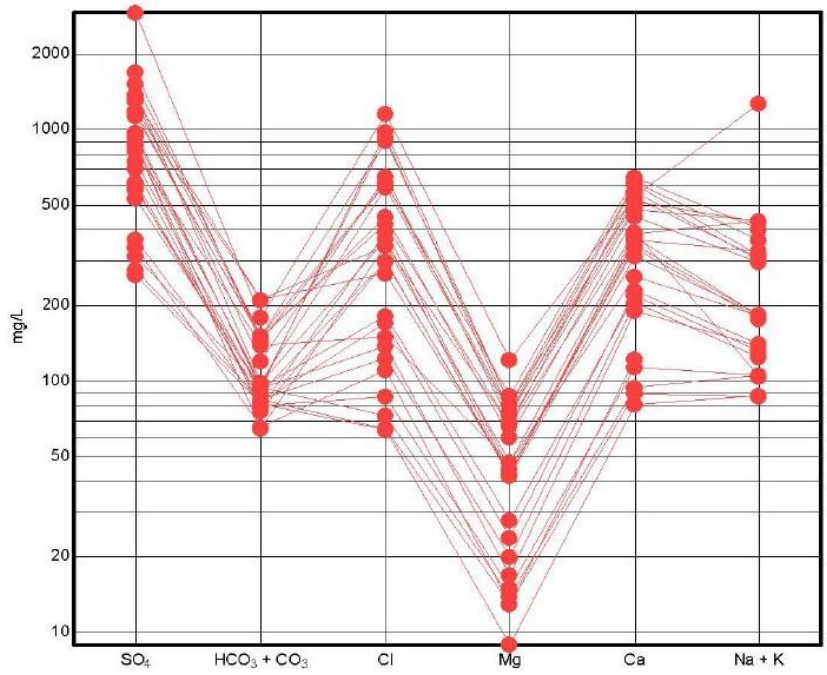
[125] Estudios de caracterización del sistema hídrico superficial de la provincia de Mendoza - Componente Calidad de Agua y Suelos Programa de Riego y Drenaje de la Provincia de Mendoza PROSAP – DGI – OEI. 2006

Ilustración 192. Diagrama de PIPER, zona de restricción.



Fuente: Monitoreo Hidroquímico Zona de Restricción. Departamento San Martín. PROSAP, DGI. 2006.

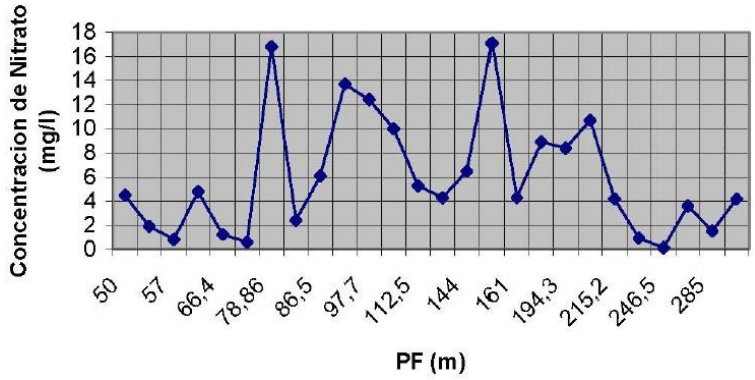
Ilustración 193. Diagrama de Schoeller.



Fuente: Monitoreo Hidroquímico Zona de Restricción. Departamento San Martín. PROSAP, DGI. 2006.

Con relación a los contenidos de Nitratos, en la siguiente figura se muestra la relación de la concentración de este ion en función de la profundidad final.

Ilustración 194 Concentración de Nitrato vs. Profundidad



Fuente: Monitoreo Hidroquímico Zona de Restricción. Departamento San Martín. PROSAP, DGI. 2006.

Con respecto a este indicador no se observan valores perjudiciales ya que, independientemente de la profundidad, las concentraciones de nitratos son moderadas a bajas. Sin embargo, el primer nivel alcanza valores de hasta 16 mg/L por lo que es importante realizar un seguimiento del proceso.

La dureza total en el primer nivel varía entre 664 y 1993 mg l^{-1}de $CaCO_3$. En el segundo nivel varía entre 346 y 1638mg l^{-1}de $CaCO_3$. En el tercer nivel varía entre 242 y 602 mg l^{-1}de $CaCO_3$.

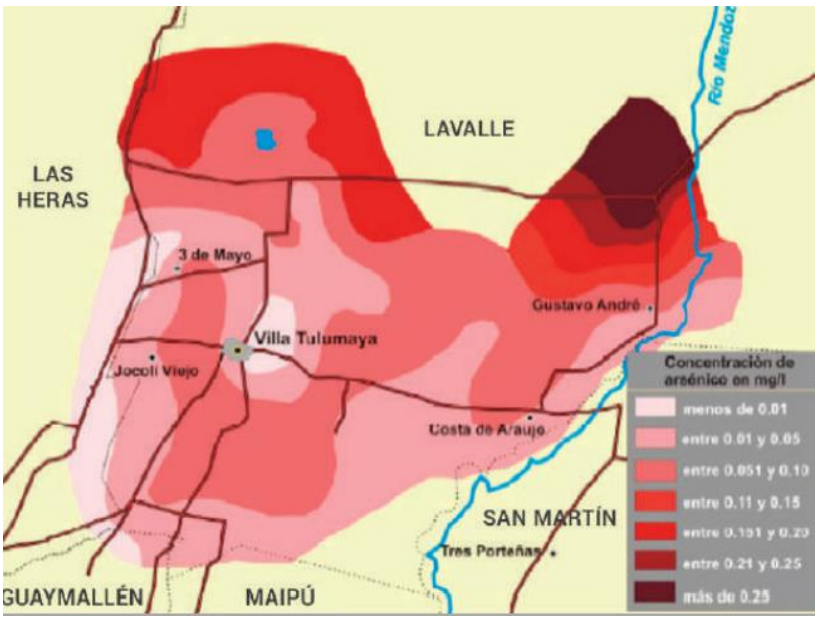
La alcalinidad del agua de la zona de estudio es en general baja, alcanzando el máximo valor medido en 200 mg l^{-1}de $CaCO_3$.

Otro problema potencial derivado del uso agrícola del agua subterránea son los resultantes de la aplicación de agroquímicos a los cultivos. En el área agrícola bajo riego, el uso de agroquímicos como: pesticidas, fertilizantes y herbicidas, puede constituir una fuente de incorporación de contaminantes a las aguas subterráneas. Las zonas más susceptibles de ser afectadas se encuentran en el área de acuífero libre y de acuífero freático en las zonas confinadas. Los estudios realizados por el DGI, no hay reflejado impactos de estos componentes sin embargo son objeto de estudio y análisis como procesos críticos

En el sector noreste de la provincia en particular el Departamento de Lavalle las aguas subterráneas presentan niveles de arsénico en algunos sectores superiores al límite establecido por la OMS (0,01 MG/L). El EPAS no autoriza los pozos existentes como fuente de abastecimiento de agua. En función de esta problemática se han construido acueductos para el abastecimiento de la población.

Como resumen de la información generada por el Departamento General de Irrigación, se destaca:

Ilustración 195. Niveles de arsénico en el sector noreste de la provincia.



Fuente: Diagnostico Físico-Ambiental – SEU UNCuyo Mendoza 2004

Como se mencionó anteriormente La red de monitores de niveles en la Cuenca Norte cuenta con un total de 712 pozos, distribuidos en diferentes áreas. De estos, 467 se ubican en el área del río Mendoza (86 en la Margen Derecha y 381 en la Margen Izquierda) y 179 en el área del río Tunuyán Inferior. Estos pozos monitores han sido operados durante más de 50 años.

En relación a la calidad del agua subterránea, se ha realizado una caracterización de los niveles de explotación en función de los monitoreos realizados. Se han identificado tres niveles de explotación distintos, cada uno con características específicas en cuanto a la salinidad y composición química del agua.

El Primer Nivel de Explotación abarca profundidades de hasta 80 m, y el agua subterránea presenta tenores de salinidad que la hacen poco apropiada para su uso. La salinidad del agua subterránea en este nivel varía desde valores próximos a 1000 µS/cm hasta superiores a 5500 µS/cm. La salinidad más baja se presenta en el área de acuífero libre y próximo al área de mayor recarga del río Mendoza. En general, la explotación de este nivel está siendo paulatinamente abandonada debido a la baja calidad del agua.

El Segundo Nivel de Explotación corresponde a profundidades entre 100 y 180 m. En esta zona se encuentran los tenores más bajos de salinidad, entre 700 y 1000 µS/cm, en el área de máxima recarga, subcuenca El Carrizal, zona oeste del río Mendoza, que abarca el Departamento de Maipú y sur de Lavalle, y una estrecha franja del Departamento de San Martín ubicada al este del río Mendoza. Hacia el este de la cuenca, la salinidad aumenta a valores que superan los 4500 µS/cm.

El Tercer Nivel de Explotación es el menos expuesto a procesos de contaminación de origen exógeno y se ubica a profundidades iguales o mayores a 200 m. En general, presenta una salinidad y composición química que se correlaciona con los procesos lógicos de la evolución natural del agua en las formaciones acuíferas desde las áreas de recarga. Actualmente, la mayoría de las perforaciones que se construyen explotan este nivel de explotación, con filtros ubicados a profundidades superiores a los 200 m.

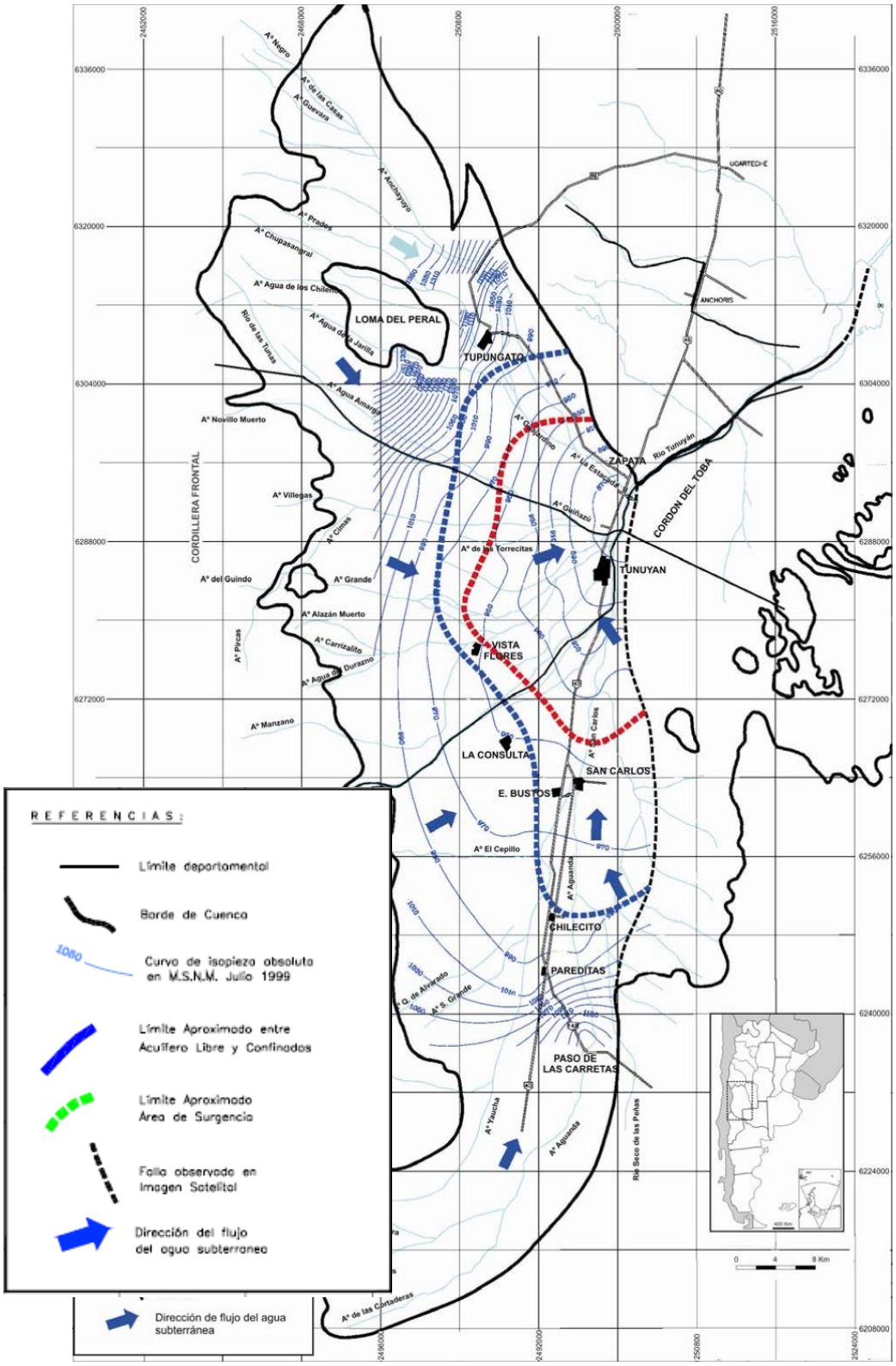
12.3.2. Cuenca Centro o del río Tunuyán Superior o del Valle de Uco

La cuenca de agua subterránea Centro se encuentra ubicada al centro-oeste de la Provincia de Mendoza. Superficialmente abarca unos 3.180 km^2. Tiene una forma alargada de norte a sur y se extiende adosada al este de la Cordillera de los Andes por unos 140 km. Sus principales acuíferos se encuentran en una cubierta sedimentaria de edad neoterciaria, cuartaria y reciente. El sustrato está formado por sedimentos impermeables del terciario superior, sobre los que se acumulan depósitos aluvionales y fluviales que fueron aportados por el río Tunuyán, el río La Tunas y otros 19 arroyos de caudales permanentes.

En cuanto a las características químicas del agua subterránea, en general, es principalmente de tipo cálcica sulfatada en las zonas de recarga, similar al agua de los ríos asociados, variando su composición y aumentando su salinidad a medida que circula por los sedimentos permeables de la cuenca hidrogeológica, adquiriendo mayores concentraciones de cloro y sodio. El quimismo varía en el sentido horizontal y vertical.

La circulación del agua subterránea se desarrolla a partir de las zonas de mayor recarga (acuíferos libres) coincidentes en su mayor parte con los conos de deyección originados por los cursos de agua superficial, acompañando la pendiente topográfica del terreno natural hacia las zonas más bajas y de descarga.

Ilustración 196. Esquema hidrogeológico cuenca Centro, río Tunuyán Superior o del valle de Uco[126]



La cuenca es provista por diferentes fuentes de agua superficial, tantas como ríos y arroyos ingresan y cada una de ellas ejerce un efecto hidroquímico distinto sobre las características del agua subterránea en su área de influencia. En general, se puede asegurar que el agua bombeada en cualquier punto de la

[126] Martinis, N., Alvarez, A., Hernández, J., Villalba, J, L. Fornero., (2002). Proyecto: Evaluación hidrogeológica de la cuenca del Valle de Uco. Tomo 1, 2 y 3. Publicación Interna IT N° 15-CRA. Instituto Nacional del Agua. Centro Regional Andino. 520pp.

cuenca es de muy buena a buena calidad para la agricultura e incluso para el consumo humano. Se diferencia claramente la calidad del agua que proviene del Río Tunuyán, que nace en la Cordillera Principal, respecto de los sistemas que tienen su origen en Cordillera Frontal, los cuales tiene un contenido salino muy inferior.

Desde el punto de vista hidroquímico se ha verificado una estratificación vertical de las sales que ha permitido establecer dos niveles de explotación bien definidos y que coinciden con el esquema hidrogeológico mencionado.

Según el estudio de Particularidades de las cuencas hidrogeológicas explotadas con fines de riego[127], las características hidroquímicas del nivel acuífero superior están dadas por las curvas de igual salinidad del agua subterránea en términos de conductividad eléctrica específica (CEE) y que para este nivel en general varía entre 300 y 2.000 µS/cm.

La zona que presenta menor mineralización es la parte central de la cuenca, donde el agua que se extrae tiene una salinidad comprendida entre 350 y 400 µS/cm.

En cuanto al nivel acuífero inferior, los pozos que en general lo explotan no se encuentran distribuidos uniformemente en la cuenca y se localizan en el sector este de la misma, en el área de acuífero confinado y presentan la mayoría de ellos niveles estáticos positivos. Puede establecerse que, a ésta profundidad, el agua subterránea es menos mineralizada y más uniforme en su salinidad, que la explotada en el primer nivel de explotación. En ella la conductividad eléctrica del agua varía entre 300 y 700 µS/cm.

La zona de menor salinidad se localiza también en la parte central de la cuenca, con valores de conductividad eléctrica inferiores a los 300 µS/cm. En general puede establecerse que la salinidad del agua subterránea de este nivel aumenta en la dirección del flujo.

Los arroyos Yaucha y Aguanda abarcan un sector de importancias del área cultivada del departamento San Carlos y presenta la menor salinidad en la parte sur suroeste, experimentando una progresiva mineralización en la dirección del flujo subterráneo, que en la zona tiene una dirección principal sur – norte y suroeste - noreste. En general la salinidad varía entre 400 y 2000 µS/cm con un valor promedio de 900 µS/cm aproximadamente. Una franja longitudinal al arroyo Aguanda posee salinidades que oscilan entre 400 y 700 µS/cm hasta las proximidades de la localidad de San Carlos.

Desde el punto de vista de la tipología química del agua subterránea, existe un área ubicada al sur de la localidad de Pareditas que posee aguas con componentes sódico sulfatada. Se encuentran pozos que extraen aguas predominantemente cálcicas bicarbonatadas y cálcicas bicarbonatadas sulfatadas.

En el sector oeste de la zona, influenciado por la recarga del arroyo Aguanda, el agua subterránea es del tipo sulfatada cálcica y cálcica sulfatada.

La zona ubicada al oeste del departamento Tunuyán, es una franja longitudinal de norte a sur en el área de influencia del río de Las Tunas y de los arroyos Olmos, Villegas, Grande y Manzano. Estos cursos superficiales, con salinidades bajas, contribuyen con una alícuota importante en la recarga global de la cuenca de agua subterránea. La influencia de dichas fuentes superficiales se ve reflejada en la baja salinidad del agua del nivel acuífero superior donde se muestrearon 91 perforaciones con registros de conductividades que varían entre 224 µS/cm y 494 µS/cm.

La baja mineralización general de la zona con muy bajas concentraciones de sodio se debe a la influencia hidroquímica de los arroyos antes mencionado, principalmente del Villegas y Grande cuya recarga definiría las menores concentraciones de sodio de la zona, inferiores a 10 mg/l. Estas reservas de agua subterránea son muy importantes por su calidad química para diversos usos. El menor porcentaje de sodio está directamente vinculado a la composición de las rocas en Cordillera Frontal, (Cordón del Portillo).

Se destaca que el Departamento General de Irrigación desarrolla planes de monitoreo regulares en la región:

Se realiza una medición anual de los niveles de agua durante la temporada de mínimo bombeo, que abarca los meses de invierno de junio a agosto. El monitoreo de los niveles se ha registrado desde 1972 hasta la

[127] Hernández, J. y Martinis, N. 2006. Particularidades de las cuencas hidrogeológicas explotadas con fines de riego en la provincia de Mendoza. https://www.ina.gob.ar/archivos/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-9-Hernandez.pdf

actualidad, con cambios en la red de monitoreo. Actualmente, la red de monitoreo de la Cuenca Centro tiene un total de 177 perforaciones.

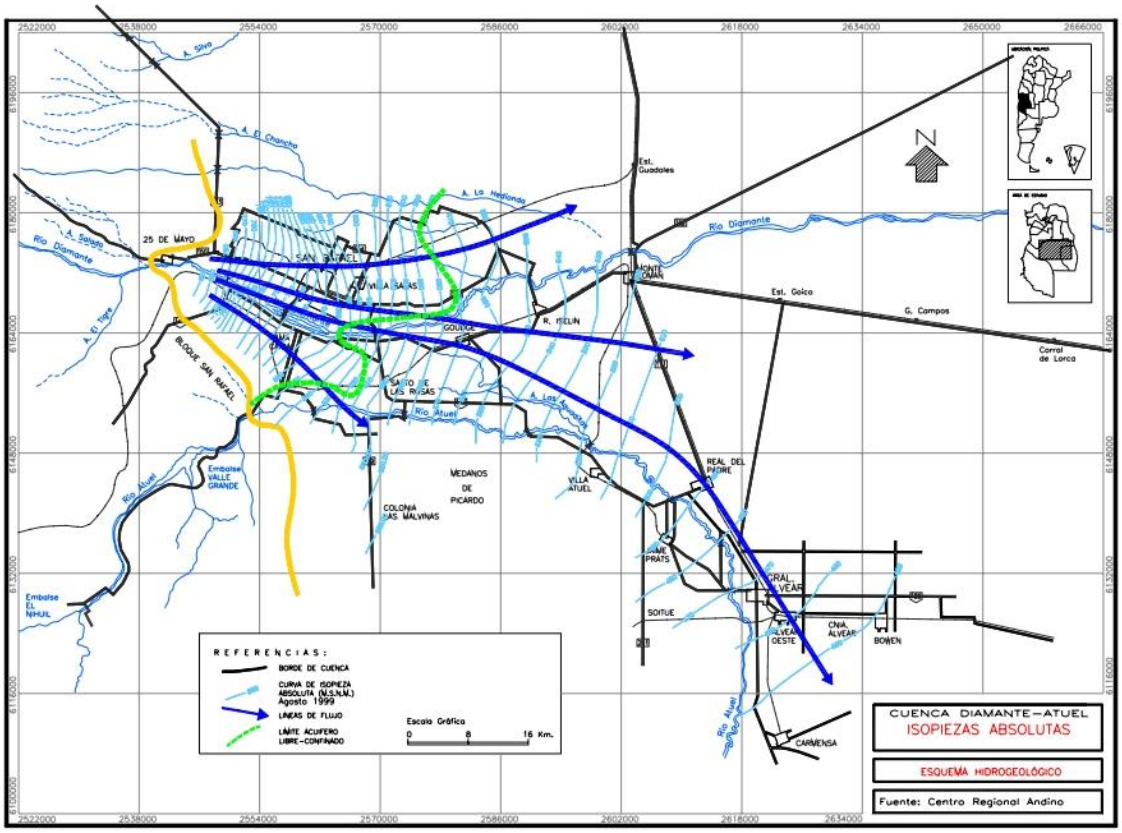
Como resumen de la información relevada por el DGI se destaca que l a calidad del agua en los niveles acuíferos varía según el nivel de explotación. El nivel inferior tiene una CEE (conductividad eléctrica) que oscila entre 300 µS/cm y 850 µS/cm para las formaciones del Terciario y entre 233 µS/cm y 1367 µS/cm para el Cuaternario, mientras que el nivel superior presenta una marcada variación en la salinidad expresada en CEE en sentido horizontal, con valores que oscilan entre 224 µS/cm y 2650 µS/cm.

12.3.3. Cuenca Sur o de los ríos Diamante y Atuel[128]

La cuenca de agua subterránea Sur o de los ríos Atuel y Diamante se encuentra ubicada al sur de la Provincia de Mendoza, superficialmente abarca unos 8.000 km2 y se extiende desde las últimas estribaciones de la cordillera de los Andes al oeste hasta el límite con la provincia de San Luis. Ese límite está representado físicamente por el río Desaguadero-Salado, el que actúa como dren de la cuenca.

Sus principales acuíferos se encuentran en una cubierta sedimentaria de edad neoterciaria, cuartaria y reciente. Prácticamente toda la zona cubierta por el cono actual presenta características de alta permeabilidad, destacándose el área cercana a isla Diamante como la de máxima capacidad de infiltración

Ilustración 197. Esquema hidrogeológico cuenca Diamante – Atuel[129]



Las direcciones dominantes del flujo subterráneo son en general radiales y divergentes desde el oeste hacia el noreste, este y sudeste de la cuenca. Hay, aproximadamente 800 perforaciones, especialmente orientadas a la extracción de agua subterránea para riego, explotan los acuíferos.

En la zona de acuíferos libres los pozos exploran profundidades entre los 30 y 60 m. En el área de confinamiento se bombea agua desde dos paquetes hidráulicos: el primero se desarrolla aproximadamente hasta los 60 metros de profundidad y se caracteriza por ser libre. El segundo, confinado o semiconfinado, comienza desde los 60 metros y alcanza los 250 metros.

[128] Hernández, J. y Martinis, N. 2006. Particularidades de las cuencas hidrogeológicas explotadas con fines de riego en la provincia de Mendoza. https://www.ina.gob.ar/archivos/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-9-Hernandez.pdf

[129] Hernández, J. y Martinis, N. 2006. Particularidades de las cuencas hidrogeológicas explotadas con fines de riego en la provincia de Mendoza. https://www.ina.gob.ar/archivos/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-9-Hernandez.pdf

La tipología hidroquímica dominante de las aguas es cálcica sulfatada

En zona de acuífero libre esta zona es de aceptable aptitud para riego; la conductividad eléctrica es del orden de los 1000-2000 µS/cm.

Aumenta al continuarse en el acuífero freático o somero de la zona de confinamiento a más de 5000 µS/cm hacia este. El agua es utilizada para riego, aunque en muchos casos debe mezclarse con el agua superficial para no exceder los rangos tolerados de salinidad.

En el acuífero inferior de la zona de confinamiento, el aumento de salinidad se produce, como en la generalidad de los casos, en dirección oeste-este. Varía desde los 1000-2000 en el sector donde limitan las zonas de acuífero libre y de acuíferos confinados hasta los 4000 µS/cm en extensión hacia el este en profundidades de hasta 160m. Su calidad es considerablemente mejor que la de los niveles suprayacentes, siendo explotada para riego con mejores resultados.

A mayores profundidades que los 160 m mencionados se observan conductividades eléctricas que oscilan entre los 2000-2500 µS/cm; este rango de explotación es el que experimenta menor variabilidad por ser menos vulnerable a factores externos y representan el rango de mayor calidad y estabilidad de aguas de riego.

Como síntesis de la información generada por el Departamento General de Irrigación se destaca lo siguiente:

En la Cuenca Sur se desarrolla un monitoreo de hidroquímica con frecuencia anual. La medición se realiza utilizando los niveles basados en perfiles de explotación equivalentes, diseñados por los profesionales del Centro Regional Andino (DI-273-CRAS-1996). Toda la información obtenida se publicó y sirvió de base para la Resolución N°378/14 y 1154/15, que abrieron los ríos Diamante y Atuel.

- En el primer nivel de explotación, el agua subterránea alcanza niveles de salinidad que la hacen poco apropiada para su uso en la mayor parte de la cuenca. La zona de máxima recarga muestra un área de baja salinidad, que no difiere mucho de los niveles de explotación más profundos. Sin embargo, hacia el este y sureste, los niveles de salinidad se incrementan notablemente debido a la percolación de la infiltración de excedentes agrícolas y el lavado de suelos salinos. La salinidad del agua subterránea en la zona de estudio varía desde valores próximos a 1500 hasta superiores a los 3400 µS/cm. La salinidad más baja se encuentra en el área de acuífero libre, cerca del área de mayor recarga de la cuenca, que se produce en el lecho del río Diamante en La Isla y Rama Caída. Al este de dicha zona, entre Monte Comán y Villa Atuel, la salinidad de este nivel se mantiene en tenores variables que rondan los 3000 µS/cm.
- En el segundo nivel de explotación, la salinidad en el área de máxima recarga varía entre 1500 y 2500 µS/cm. La salinidad alcanza su mayor expresión en la zona de Villa Atuel y, siguiendo el recorrido del río Atuel, alcanza niveles variables entre 2500 y 4000 µS/cm. Al sureste de la cuenca, en el departamento de General Alvear, la salinidad varía con valores del orden de los 2000 y los 4000 µS/cm.
- El tercer nivel de explotación solo proporciona información hidroquímica que permite apreciar el orden de magnitud de la salinidad, debido a que las perforaciones existentes explotan principalmente los acuíferos menos profundos. Se observa que la salinidad de este nivel de explotación varía entre 1200 y 3000 µS/cm. Este nivel es el menos expuesto a procesos de contaminación de origen exógeno y presenta una salinidad y composición química que se correlaciona con los procesos naturales de evolución del agua en las formaciones acuíferas desde las áreas de recarga.

El monitoreo de niveles de agua se realiza desde el año 1979 con una frecuencia anual durante los meses de invierno donde los bombeos están prácticamente detenidos. Actualmente se registran 407 pozos dentro del listado para su medición del nivel de agua.

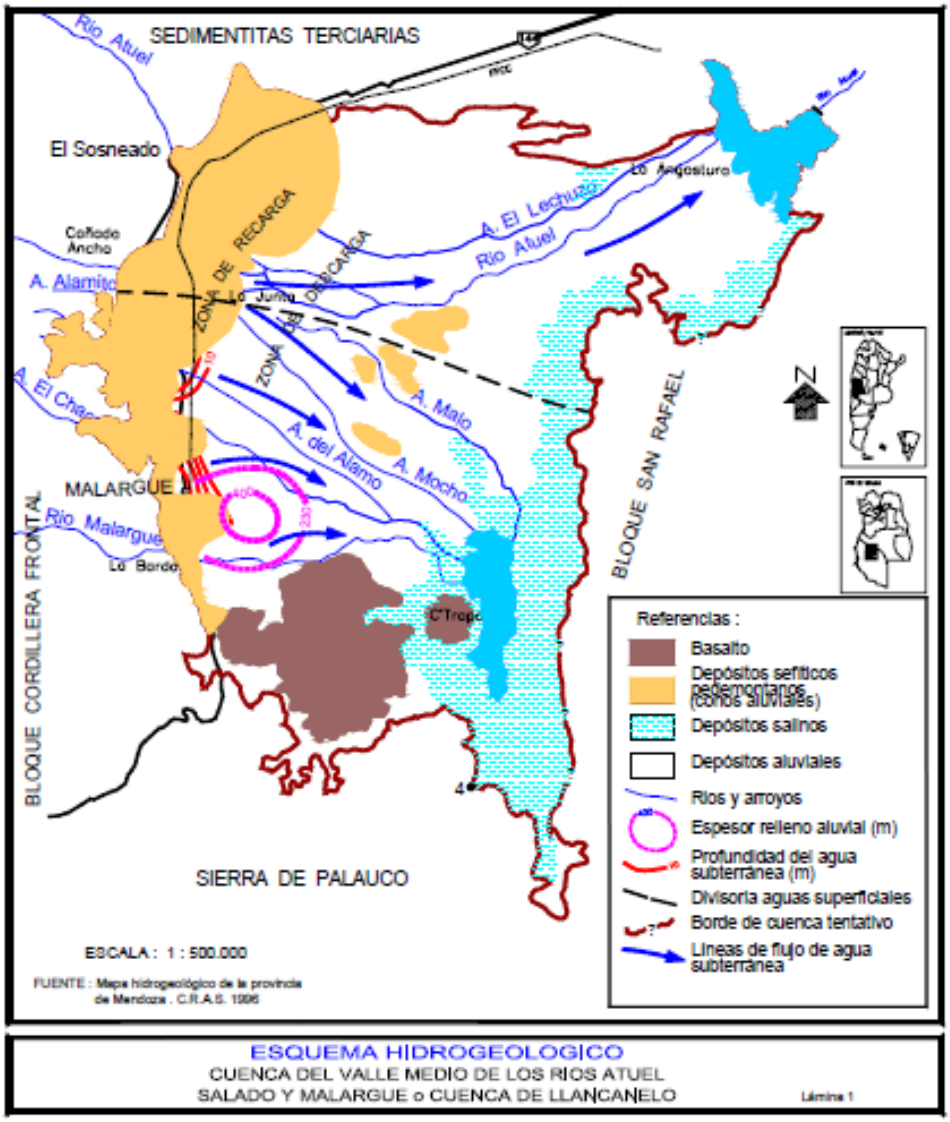
12.3.4. Cuenca del valle medio de los ríos Atuel-Salado-Malargüe o Llancanelo

La cuenca de agua subterránea de los ríos Malargüe, Atuel y Salado o cuenca de Llancanelo se encuentra ubicada en el extremo sur de la Provincia de Mendoza. Superficialmente abarca unos 5.200 km^2 y se extiende desde las últimas estribaciones de la cordillera de los Andes al oeste hasta los afloramientos terciarios del Bloque de san Rafael al este.

Los principales acuíferos de esta cuenca hidrogeológica se encuentran en la cubierta sedimentaria inconsolidada que se ha formado principalmente por los productos del transporte y deposición realizada por los ríos Atuel, Salado, Malargüe y otros arroyos. Los sedimentos aportados por los ríos originaron en sus cabeceras conos aluviales coalescentes en abanico, alineados al este de la cordillera, y luego como consecuencia del cambio de gradiente topográfico dieron lugar a la llanura de inundación fluvial.

Ubicada al sureste de la cuenca se encuentra la laguna de Llancanelo; consta de un cuerpo de agua de muy poca profundidad y alta salinidad. La laguna se desarrolla sobre una amplia planicie, sin desagües.

Ilustración 198. Esquema hidrogeológico del valle medio de los ríos Atuel, Salado y Malargüe, tomado de Hernández y Martinis[130].



El límite norte indicado para la cuenca puede ser extendido, aún sin definir con precisión.

El conocimiento hidrogeológico de la zona es escaso, como así también las obras de captación de agua subterránea. La información actual solo es representativa de zonas muy restringidas y no se puede extender su conocimiento a toda la región hidrogeológica.

[130] Hernández, J. y Martinis, N. 2006. Particularidades de las cuencas hidrogeológicas explotadas con fines de riego en la provincia de Mendoza. https://www.ina.gob.ar/archivos/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-9-Hernandez.pdf.

La profundidad del agua subterránea, según algunas mediciones efectuadas en las inmediaciones de la ciudad de Malargüe, indican que varías entre los 10 y 40 m. Hacia el oeste en el área de recarga, es probable que aumente la profundidad a valores que superan los 40 m y hacia el este, en la zona de descarga, que disminuya hasta alcanzar valores positivos.

Según datos extraídos de informes finales de pozos presentados al DGI, en 7 perforaciones realizadas en la ciudad de Malargüe y alrededores, con profundidades variables entre 30 y 160 m, se ha registrado salinidades entre 700 y 1000 mg/l. Hacia el este de la ciudad de Malargüe, en 5 perforaciones realizadas en su mayoría por las compañías petroleras con profundidades variables entre los 12 y 56 m tienen salinidades entre 800 y 1400 mg/l. Aproximadamente 13 km al norte, existen otros 4 pozos con profundidades que van de los 85 a los 120 m y salinidades variables entre 400 y1000 mg/l.

Las perforaciones son utilizadas para actividad agrícola, ganadero, industrial, petróleo y minería, recreativo, abastecimiento y otras.

- En la zona ubicada entre el área de influencia de los Aº Chacay y El Álamo se encuentran las condiciones de calidad más favorables de toda la cuenca con conducitivdade electrica que varía entre 430 y 800 µS/cm aproximadamente.

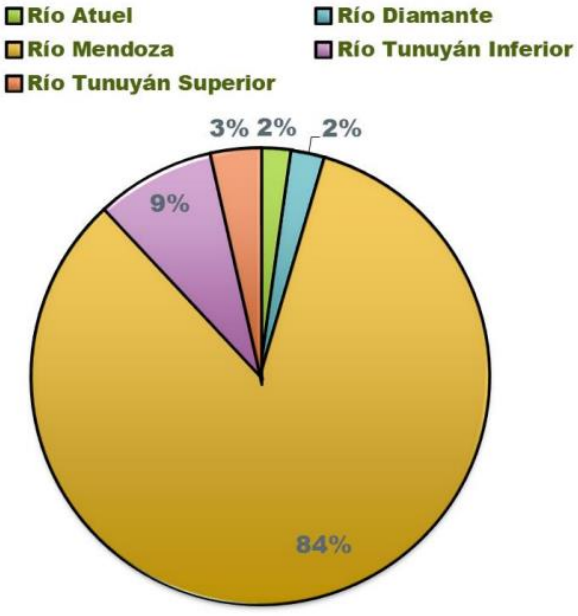
- La zona central del área de recarga ubicada próxima al arroyo Bombilla tiene conductividades variables entre 1000 y 2200 µS/cm.

- En la zona de influencia del área urbana de Malargüe existen datos difíciles de correlacionar entre sí, principalmente cuando se analizan las características químicas que son bastante diferenciadas, incluso entre pozos con profundidades equivalentes de explotación.

12.4. Plantas de Tratamiento de efluentes y A.C.R.E. asociados

La provincia cuenta con 42 Plantas Depuradoras de aguas residuales en funcionamiento. En conjunto, estas plantas depuradoras tratan un volumen diario de 330.000 m3 de efluentes cloacales provenientes en su mayoría del Área Metropolitana[131].

Ilustración 199. Porcentaje de volúmenes diarios de efluentes tratados (sin peines)



Fuente: Taller de Reutilización de aguas residuales, DGI 2022

El desarrollo del apartado se basa en el Informe de plantas de tratamiento de líquidos cloacales y A.C.R.E, publicado en el año 2022 por el DGI[132].

[131] DGI. 2022. Taller: Reutilización de aguas residuales. Departamento General de Irrigación.
[132] DGI. 2022. Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E. Departamento General de Irrigación.

En el mismo se presenta el estado de cada una de las estaciones depuradoras y zonas de reúso respectivas, separadas por cuenca, detallando: actividades realizadas en el año 2021, el estado actual de las mismas y las acciones tomadas y/o a tomar. En la siguiente tabla se observa la síntesis de las estaciones depuradoras de la provincia.

Tabla 106. Estaciones depuradoras de la provincia de Mendoza.

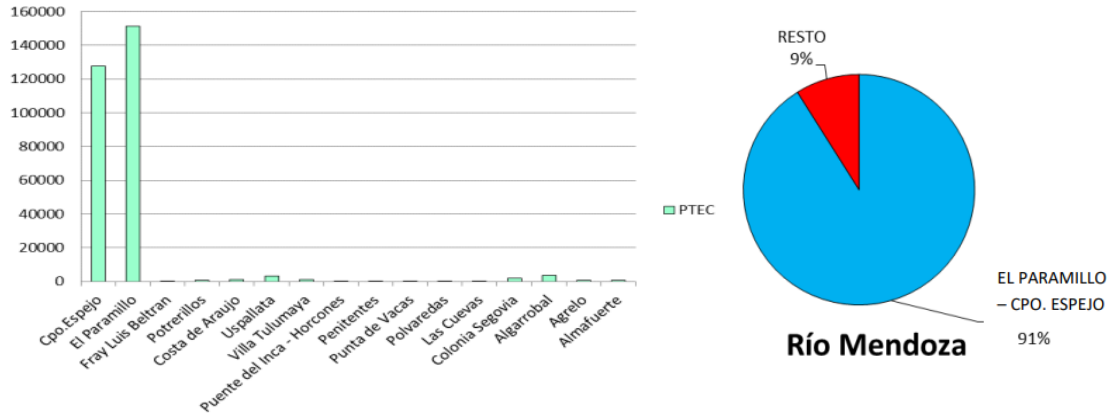
Subdelegación	Estaciones depuradoras
Rio Mendoza	El Algarrobal
	Campo Espejo
	Complejo Penitenciario Almafuerte
	Colonia Segovia
	Costa de Araujo
	Villa Tulumaya
	Las Cuevas
	Penitentes
	Pte. del Inca - Horcones
	Polvaredas
	Punta de Vacas
	Potrerillos
	Uspallata
	El Paramillo
	Fray Luis Beltrán
	Agrelo
Tunuyán Inferior	Rodríguez Peña
	Ing. Giagnoni
	Palmira
	Los Barriales
	Junín
	Los Otoyanes
	San Martín
	La Central
	La Libertad
	La Paz
	Los Campamentos
	Rivadavia
	Santa Rosa
Tunuyán Superior	Tupungato
	Vista Flores
	San Carlos
	Tunuyán
	Colonia Las Rosas
Río Atuel	Bowen
	Gral. Alvear
	Cañón del Atuel/Valle Grande
	Real del Padre
	El Nihuil
Río Diamante	Villa 25 de Mayo
	Unidad Penitenciaria X El Cerrito
	San Rafael-C. Nacional
Zona de Riego Malargüe/Río Atuel	Los Molles
	Las Leñas

Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 - DGI

12.4.1. Cuenca del Río Mendoza

En la cuenca del río Mendoza se encuentran dieciséis estaciones depuradoras. La siguiente figura muestra el caudal que se genera por cada Depuradora en la cuenca del Río Mendoza, donde se observa que Campo Espejo y El Paramillo posee los mayores volúmenes.

Ilustración 200. Caudal generado por cada Depuradora en la Cuenca del Río Mendoza



Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 - DGI

Tabla 107. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Mendoza

Estación depuradora	Operador	Tipo de Tratamiento	Caudal(m^3/día)
El Algarrobal	Sin Operador	Primario - Laguna	3.460
Campo Espejo	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	127.911
Complejo Penitenciario Almafuerte	Penitenciaría	Secundario - Lagunas	900
Colonia Segovia	Municipio de Guaymallén	Secundario - Lagunas	1.963
Costa de Araujo	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	1115
Villa Tulumaya	AYSAM S.A.	No hay tratamiento	1115
Las Cuevas	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	58
Penitentes	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	231
Pte. del Inca -Horcones	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	289
Polvaredas	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	144
Punta de Vacas	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	231
Potrerillos	AYSAM S.A.	Secundario - Lodos Activados	579
Uspallata	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	3300
El Paramillo	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	151.474
Fray Luis Beltrán	Municipio de Maipú	Primario Cámara Séptica	433
Agrelo	Municipio de Luján de Cuyo	Secundario - Lagunas	1040

Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 – DGI

12.4.1.1. Estación depuradora El Algarrobal

La planta de tratamiento consiste en una laguna de tratamiento primario. No posee operador. Cuando se estableció la planta, el operador era una UTE formada por tres operadores de agua potable, UTE que fue disuelta, por lo que la depuradora está abandonada hace varios años.

El efluente tratado es volcado a un sector contiguo a la planta.

12.4.1.2. Estación depuradora Campo Espejo

Posee un caudal de 128000 m3/dia (1480 l/s) y una superficie líquida de 278 ha en 11 series de lagunas de estabilización primarias, secundarias y terciarias, de tres lagunas cada serie.

La cantidad de usuarios del ACRE es de 214 con una superficie empadronada de 2851 ha.

Considerando al Gran Mendoza como la aglomeración urbana integrada por Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Luján y Maipú, su red de alcantarillado está dividida en dos cuencas Campo Espejo (1,5m3/s), que recibe los efluentes del Este de Godoy Cruz, Capital y Las Heras, y El Paramillo (1,7 m3/s) que recibe los efluentes del Oeste de Godoy Cruz, Guaymallén, Luján de Cuyo y Maipú. Estos efluentes corresponden aproximadamente al 77% de los efluentes tratados en la provincia133.

12.4.1.3. Estación depuradora Complejo Penitenciario Almafuerte

La planta de tratamiento consiste en lagunas de tratamiento secundario. La Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación e Infraestructura Pública, estuvo a cargo de la construcción de la planta y del ACRE interno. El operador es la Penitenciaria de Mendoza.

Posee un ACRE pero el excedente es derivado hacia un cauce aluvional.Se ha notificado en diversas oportunidades y se han llevado a cabo varias reuniones con el Ministerio y la Penitenciaría, con el fin de encontrar una pronta solución. En líneas generales el Ministerio proyecta una licitación para el manejo de efluentes y de la zona de Reúso (ACRE).

Existen dos usuarios interesados en las aguas residuales de la planta, cercanos a la misma, con la intención de efectuar incluso las obras que sean necesarias para recibir el agua en sus propiedades.

12.4.1.4. Estación depuradora Colonia Segovia

La planta posee tratamiento mediante una serie de lagunas de estabilización, y vuelca sus efluentes en un terreno aledaño, sin vegetación. El operador es el municipio de Guaymallén.

Se enceuntra proyectado que en aproximadamente dos años las conexiones de esta planta se deriven a la depuradora de El Paramillo.

12.4.1.5. Estación depuradora Costa de Araujo

La depuradora de Costa de Araujo cuenta con una serie de lagunas secundarias y es operada por AYSAM S.A.

Vuelca sus efluentes en su misma propiedad en terreno natural. En el 2021, un usuario presenta ante el DGI, una propuesta para hacer reúso agrícola en su propiedad. Desde el Depto. de Reúsos Hídricos se está gestionando tal pedido para lograr regularizar la disposición final de dicha agua residual.

12.4.1.6. Estación depuradora Villa Tulumaya

La planta sólo cuenta con separación de sólidos mediante rejas, luego de la estación de bombeo. Es operada por AYSAM S.A.

El efluente volcado es crudo, en zona con forestales y en terreno natural sin vegetación.

12.4.1.7. Estación depuradora Las Cuevas

La planta posee tratamiento primario, con biodigestor y peines de infiltración. Es operada por AYSAM S.A. Los peines no se observan colapsados durante el año 2021.

Vale comentar que en las Plantas de Alta Montaña (Las Cuevas, Penitentes, Horcones, Polvaredas y Punta de Vacas), en general vuelcan muy poca cantidad de efluente, y muy diluido ya que los pobladores de dichos pueblos suelen dejar agua corriendo, con el fin de que no se congelen las cañerías, por las bajas temperaturas de la zona.

[133] DGI 2022. Taller: Reutilización de aguas residuales. Departamento General de Irrigación.

12.4.1.8. Estación depuradora Penitentes

La planta posee tratamiento primario, con biodigestor y peines de infiltración. Es operada por AYSAM S.A. Los peines no se observan colapsados durante el 2021.

12.4.1.9. Estación depuradora Pte. del Inca – Horcones

La planta posee tratamiento primario, con biodigestor y peines de infiltración. Es operada por AYSAM S.A.

Los peines se encuentran colapsados, generando en distintos puntos enlagunamientos de considerable magnitud con efluente tratado. Se ha solicitado a la Operadora que efectúe un mantenimiento de los mismos, con el fin de evitar estos anegamientos en la zona.

12.4.1.10. Estación depuradora Polvaredas

La planta posee tratamiento primario, con biodigestor y peines de infiltración. Es operada por AYSAM S.A. Los peines no se observan colapsados durante el 2021.

12.4.1.11. Estación depuradora Punta de Vacas

Al igual que el resto de las Plantas de Alta Montaña, posee tratamiento primario, con biodigestor y peines de infiltración. De igual manera, los peines no se observan colapsados durante el 2021.

12.4.1.12. Estación depuradora Potrerillos

La Planta de Potrerillos posee un sistema de tratamiento mediante lodos activados. Es operada por AYSAM S.A.

El efluente tratado es volcado en terreno aledaño con vegetación natural.

12.4.1.13. Estación depuradora Uspallata

La depuradora de Uspallata trata el agua residual mediante lagunas artificiales (que no poseen membrana de impermeabilización). Es operada por AYSAM S.A.

El efluente es volcado en un área cerrada, aunque no cubre con la superficie necesaria para captar todo el caudal que vuelca la Planta

Se está evaluando efectuar un humedal artificial, como tratamiento complementario al agua residual proveniente de la depuradora.

12.4.1.14. Estación depuradora El Paramillos

La Planta depuradora Paramillos posee un tratamiento mediante lagunas de estabilización primarias, secundarias y terciarias. Es operada por AYSAM S.A.

Posee un caudal de 151475 m3/dia (1753 l/s) y una superficie líquida de 310 ha.

Cuenta con uno de los ACREs más importante de la Provincia. La cantidad de usuarios del ACRE es de 44 con una superficie empadronada de 2851 ha. Los ACRE de verano suman un total de 1.800 ha y emplean 1 m3/s, mientras que las de invierno representan aproximadamente 800 ha y emplean 0,5 m3/s.

La Planta se encuentra con obras de optimización y ampliación, por lo que el ACRE también sufrirá un incremento.

Considerando al Gran Mendoza como la aglomeración urbana integrada por Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Luján y Maipú, su red de alcantarillado está dividida en dos cuencas Campo Espejo (1,5m3/s), que recibe los efluentes del Este de Godoy Cruz, Capital y Las Heras, y El Paramillo (1,7 m3/s) que recibe los efluentes del Oeste de Godoy Cruz, Guaymallén, Luján de Cuyo y Maipú. Estos efluentes corresponden aproximadamente al 77% de los efluentes tratados en la provincia[134].

12.4.1.15. Estación depuradora Fray Luis Beltrán

La Planta de Beltrán posee un tratamiento con biodigestor y peines de infiltración. Es operada por el municipio de Maipú.

[134] DGI 2022. Taller: Reutilización de aguas residuales. Departamento General de Irrigación.

La mayoría de los peines observados en el año 2021 se encontraban colapsados formando lagunas en superficie.

Las conexiones de dicha Planta se desviarán próximamente a la planta de Palmira, operada por AYSAM S.A.

12.4.1.16. Estación depuradora Agrelo

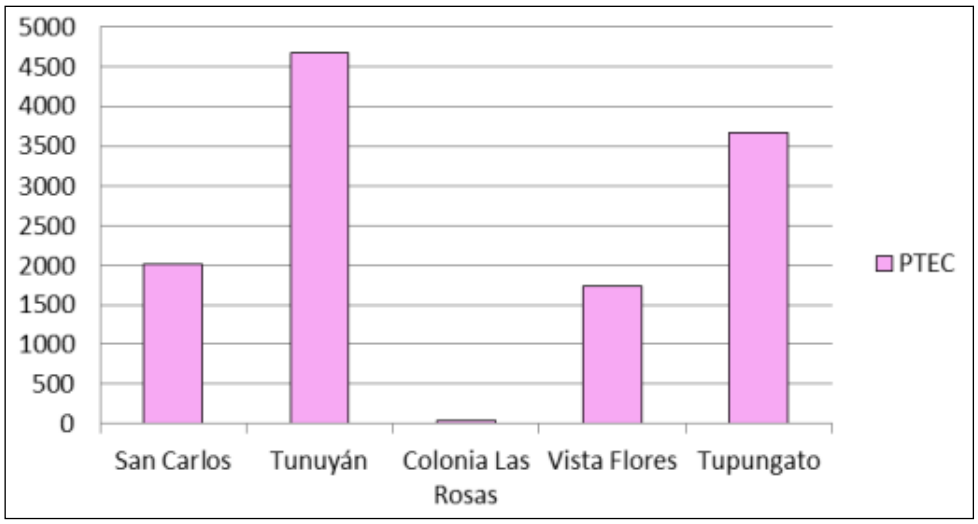
La Planta de Agrelo posee tratamiento de efluente mediante lagunas secundarias, comenzó a funcionar hace 3 años. Es operada por el municipio de Luján.

El agua residual se deriva a una propiedad cercana, mediante una cañería de plástico soterrada, donde se hace reúso con plantaciones de alfalfa.

12.4.2. Cuenca del Río Tunuyán Superior

En la cuenca del río Tunuyán Superior se encuentran cinco estaciones depuradoras. La siguiente figura muestra el caudal que se genera por cada Depuradora en la Cuenca del río Tunuyán Superior, donde se observa que Tunuyán y Tupungato posee los mayores volúmenes.

Ilustración 201. Caudales de aguas residuales generados en las Cuenca del Río Tunuyán Superior



Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 – DGI

Tabla 108. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Tunuyán Superior

Estación depuradora	Operador	Tipo de Tratamiento	Caudal (m3/día)
Tupungato	Municipio de Tupungato	Secundario Biodiscos-Aireación extendida	3667
Vista Flores	Cooperativa Eléctrica	Secundario - Lodos Activados	1732
San Carlos	AYSAM SA	Primario - Laguna	2022
Tunuyán	AYSAM SA	Secundario - Lagunas	4677
Colonia Las Rosas	AYSAM SA	Primario - Biodigestor	29

Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 - DGI

12.4.2.1. Estación depuradora Tupungato

La planta de tratamiento consiste en piletas con tratamiento secundario, biodiscos y aireación extendida. El operador es el municipio de Tupungato.

El efluente tratado se vuelca al Arroyo Sauce, de allí recorre aproximadamente 6 km y en su camino recibe aportes de vertientes, para luego ser utilizado en riego de cultivos, mediante la Inspección de cauce Arroyo Pampa o Salto. Con el agua residual mezclada con agua cruda se riegan 1080 ha, aproximadamente.

12.4.2.2. Estación depuradora Vista Flores

La planta de tratamiento consiste en piletas con tratamiento secundario y lodos activados, posee oxigenación asistida y cámaras aireadoras que permiten una degradación que no genera olores. Es operada mediante la Cooperativa eléctrica.

Con los efluentes tratados se realiza reúso en un área de 5 ha ubicada al norte de la planta, donde se riegan viñedos y plantaciones de ajo.

12.4.2.3. Estación depuradora San Carlos

La planta de tratamiento consiste en lagunas con tratamiento primario. La depuradora se encuentra con obras de ampliación proyectadas y es operada por AYSAM S.A.

Los efluentes son reutilizados por usuarios que poseen comodato de reuso para cultivo agrícola, por alrededor de 60ha.

12.4.2.4. Estación depuradora Tunuyán

La planta de tratamiento de Tunuyán consiste en cuatro lagunas con impermeabilización natural, logrando un tratamiento secundario, y el efluente tratado es volcado en el Río Tunuyán, al cual se dirige mediante un canal no impermeabilizado. Previo a volcar, se desinfecta mediante cloración. Asimismo, hacia el N de las lagunas de tratamiento se encuentra un sector de terreno natural donde se vuelca el efluente tratado.

Se ha intimidado a la operadora AySAM S.A, por varios años, por el cese de dicho vuelco y por la elaboración de un proyecto de reúso agrícola, sin tener aún solución.

12.4.2.5. Estación depuradora Colonia Las Rosas

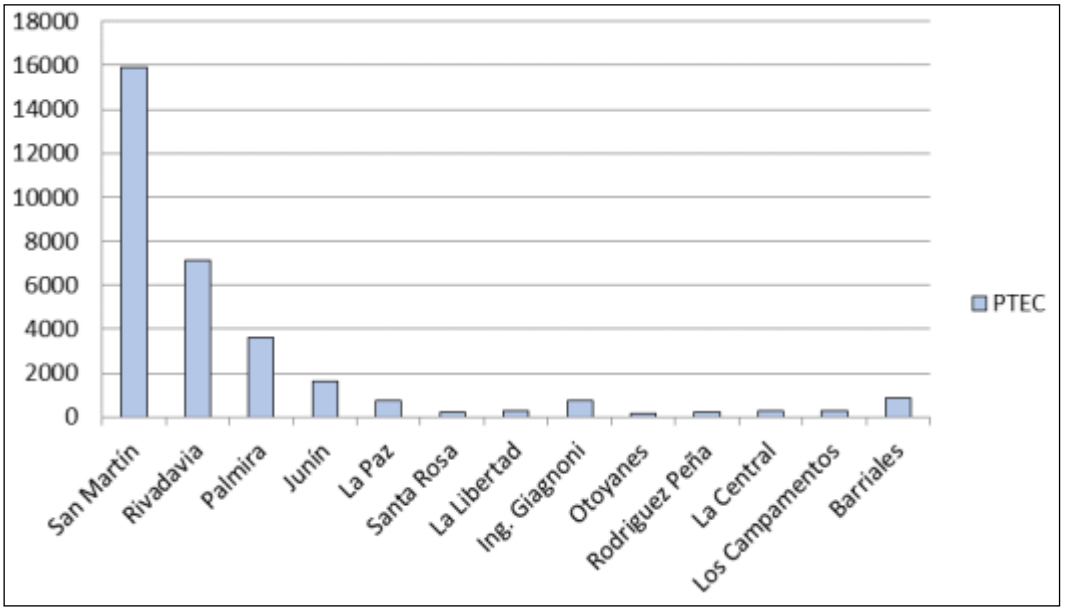
La planta realiza un tratamiento primario, mediante biodigestor, y disposición final de los efluentes tratados en peines de infiltración.

La depuradora es operada por AYSAM S.A.

12.4.3. Cuenca del Río Tunuyán Inferior

En la Cuenca del Río Tunuyán Inferior se encuentran trece estaciones depuradoras. La siguiente figura muestra el caudal que se genera por cada Depuradora en la Cuenca del río Tunuyán Inferior, donde se observa que San Martín posee los mayores volúmenes.

Ilustración 202. Caudales de aguas residuales generados en la Cuenca del Río Tunuyán Inferior



Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 – DGI

Tabla 109. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Tunuyán Inferior

Estación depuradora	Operador	Tipo de Tratamiento	Caudal(m^3/día)
Rodríguez Peña	Municipio de Junín	Secundario - Lodos Activados	215
Ing. Giagnoni	Municipio de Junín	Secundario - Lodos Activados	721,9
Palmira	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	3607
Los Barriales	Unión Vecinal Los Barriales	Secundario - Lagunas	866
Junín	AYSAM S.A.	Secundario - Zanja de oxidación	1613
Los Otoyanes	Municipio de Junín	Secundario - Lodos Activados	160
San Martín	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	15892
La Central	Unión Vecinal de LaCentral	Secundario - Lodos Activados	289
La Libertad	Municipio de Rivadavia	Secundario - Lagunas	300
La Paz	AYSAM S.A.	Primario - Laguna	742
Los Campamentos	Unión Vecinal Gargantini	Secundario - Lodos Activados	265
Rivadavia	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	7127
Santa Rosa	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	231

Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 - DGI

12.4.3.1. Estación depuradora Rodríguez Peña

La depuradora realiza tratamiento secundario y lodos activados y es operada por el municipio de Junin. En el año 2020 se realizó un reacondicionamiento de la planta de líquidos cloacales, donde se erradicaron tres de las cuatro lagunas, se niveló el terreno y se colocaron 150 plantas de eucaliptos, además de un clorinador para evitar olores.

12.4.3.2. Estación depuradora Ing. Giagnoni

La depuradora posee tratamiento secundario y lodos activados y es operada por el municipio de Junin. Hace alrededor de dos años que está fuera de funcionamiento, no obstante, vuelca efluente crudo en terreno natural.

En distintas oportunidades el Municipio ha indicado que no funciona más y que las conexiones irían a la Planta de San Martín operada por AYSAM.

En agosto del 2021, se firmó un Convenio entre la Secretaría de Servicios Públicos, EPAS, Municipios de San Martín y de Junín, donde se comprometen a efectuar las obras necesarias para dar cumplimiento al Proyecto “Sistema de Desagües Cloacales Ingeniero Giagnoni” en el marco del Programa PROAS ejecutado por el ENOHSA. Con este Proyecto que incluye obras de construcción de redes terciarias, colectoras, estaciones elevadoras, se logrará que finalmente la Planta quede inoperante y los efluentes cloacales sean tratados en la Depuradora de San Martín. Copia de dicho Convenio se entregó al DGI.

12.4.3.3. Estación depuradora Palmira

La planta de Palmira posee tratamiento de lagunas de estabilización constituida por una serie de tres lagunas y es operada por AYSAM S.A.

El efluente cloacal tratado se vuelca en una propiedad aledaña donde se realiza reúso agrícola. En ésta se riegan cultivos de vid, olivos, zapallo, según lo observado en las inspecciones realizadas durante el año 2021. Los terrenos que constituyen la zona de reuso, también son parte de la zona de reúso de los efluentes industriales que genera la empresa Derivados Vínicos S.A., situación que requiere ser regularizada y/u ordenada. Asimismo, vale agregar, que deberían ser empadronados.

El seguimiento y control de Derivados Vínicos S.A, y del reúso agrícola de la misma, es realizado por la Subdelegación del Río Mendoza, es por ello que se ha considerado la necesidad de que ambos reúsos, de

efluentes cloacales e industriales, sean llevados por la misma Subdelegación, por lo tanto, ésta también efectuar el seguimiento y control de la Depuradora de Palmira. Considerando también la cercanía que ésta posee con la Cuenca del Río Mendoza.

12.4.3.4. Estación depuradora Los Barriales

La depuradora Los Barriales posee tratamiento mediante lagunas de estabilización, constituida por una serie de dos lagunas. Es operada por la Unión Vecinal Los Barriales.

El agua tratada es reusada en un área aledaña a la planta. En las primeras inspecciones realizadas en 2021, se observaron cultivos permitidos y no permitidos, lo cual fue notificado. En la última inspección, sólo había cultivos permitidos.

12.4.3.5. Estación depuradora Junín

La depuradora realiza tratamiento secundario mediante un sistema de sedimentación, zanja de oxidación y desinfección (cloración). Es operada por AYSAM S.A.

El caudal mayoritario es dirigido hacia un área ubicada al norte de la planta, propiedad de AYSAM S.A, donde se hace reúso agrícola y riego de forestales. El reúso está a cargo de la Asociación Mutual del Personal Jerárquico y Profesional de AYSAM S.A.

12.4.3.6. Estación depuradora Los Otoyanes

La depuradora Los Otoyanes realiza tratamiento secundario con lodos activados. Es operada por el municipio de Junín.

El efluente tratado se vuelca sobre terreno natural. El Municipio de Junín se ha comprometido a presentar un proyecto de ampliación de la depuradora y un proyecto de reúso agrícola.

12.4.3.7. Estación depuradora San Martín

La Depuradora de San Martín cuenta con cinco series de lagunas secundarias y es operada por AYSAM S.A.

Dirige sus efluentes tratados a un ACRE constituido por dos usuarios, quienes reúsan todo el líquido. Estos dos usuarios se encuentran empadronados.

12.4.3.8. Estación depuradora La Central

La planta de tratamiento de La Central realiza tratamiento secundario con lodos activados. Es operada por la Unión Vecinal de La Central.

Con el efluente tratado se riegan viñedos, dentro de la misma propiedad, aunque el sector de reúso es insuficiente, por lo que también se vuelca en terreno natural.

12.4.3.9. Estación depuradora La Libertad

La planta de tratamiento cuenta con lagunas secundarias y es operada por el municipio de Rivadavia.

El vuelco del efluente se realiza en un terreno cercano, donde existe una gran represa sin impermeabilizar y luego de ella se vuelca en terreno natural. El líquido se dirige desde la planta a la represa por una cañería plástica soterrada.

Se ha solicitado al Municipio la necesidad de efectuar reúso agrícola siendo que además se cuenta con terreno propio aledaño a la Planta. En la actualidad, la Operadora se encuentra dentro de un plazo para presentar un proyecto de ACRE.

12.4.3.10. Estación depuradora La Paz

La depuradora cuenta con dos series de lagunas primarias y es operada por AYSAM S.A.

No posee zona de reúso, vuelca sus efluentes sobre terreno natural.

12.4.3.11. Estación depuradora Los Campamentos

La planta de Los Campamentos posee tratamiento secundario con lodos activados y es operada por la Asociación Mutual del Barrio Gargantini.

Lleva alrededor de cuatro años sin funcionar, volcando el efluente crudo en terreno natural, generando gran enlagunamiento en sector aledaño a la Planta.

Existe un Convenio de Colaboración firmado con el EPAS, la Asociación Mutual del Barrio Gargantini (Operador) y la Empresa Sol Huarpe SA (propietario del terreno donde se ubica la Planta y sector de vuelco), con el objeto de reparar y poner a punto la planta para su perfecto funcionamiento y lograr hacer reúso agrícola en la misma propiedad, ya que existen cultivos permitidos por la normativa para irrigar.

12.4.3.12. Estación depuradora Rivadavia

La planta de Rivadavia cuenta con lagunas secundarias y es operada por AYSAM S.A. Se encuentra con obras de ampliación, las cuales están activas según lo observado en las inspecciones efectuadas durante el año 2021.

Existen usuarios que hacen reúso con la totalidad de los efluentes tratados, los mismos no están empadronados. Asimismo, se debe considerar la necesidad de incrementar la superficie de la zona de reúso una vez que la ampliación quede finalizada.

12.4.3.13. Estación depuradora Santa Rosa

La planta Santa Rosa cuenta con lagunas secundarias y es operada por AYSAM S.A.

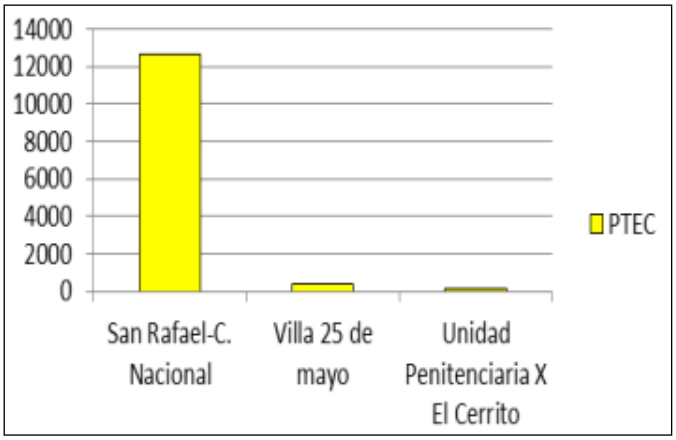
Debido a la inexistencia de una zona de reúso, el efluente se vuelca en el área destinado a un futuro ACRE, sobre suelo natural sin vegetación.

El municipio de Santa Rosa se ha comprometido a presentar un proyecto de ACRE.

12.4.4. Cuenca del Río Diamante

En la cuenca del río Diamante se encuentran tres estaciones depuradoras. La siguiente figura muestra el caudal que se genera por cada Depuradora en la Cuenca del río Diamante, donde se observa que Cuadro Nacional posee los mayores volúmenes.

Ilustración 203. Caudales de aguas residuales generados en la Cuenca del Río Diamante



Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 - DGI

Tabla 110. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Diamante

Estación depuradora	Operador	Tipo de Tratamiento	Caudal (m^3/día)
Villa 25 de Mayo	Municipio de San Rafael	Secundario - Lodos Activados	440
Unidad Penitenciaria X El Cerrito	Provincia de Mendoza	Secundario - Lodos Activados	118
Cuadro Nacional	AySAM SA	Secundario - Lagunas	12700

Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 – DGI

12.4.4.1. Estación depuradora Villa 25 de Mayo

La planta de tratamiento consiste en piletas de tratamiento secundario y lodos activados. El operador es el municipio de San Rafael.

La zona de reúso ocupa una superficie de 1 ha con arbolado implantado (álamos y eucaliptus).

El Municipio proyecta una nueva planta de tratamiento, diseñada para 6000 habitantes, la cual se encuentra en etapa de búsqueda de fuente de financiamiento.

12.4.4.2. Estación depuradora Unidad Penitenciaria X El Cerrito

La planta de tratamiento consiste en piletas de tratamiento secundario y lodos activados. El operador es la provincia de Mendoza.

La zona de reúso se ubica en el mismo predio, con una superficie de 8ha, aunque en la actualidad se disponen a 1,6ha de ACRE aproximadamente, con plantaciones de moras y álamos.

12.4.4.3. Estación depuradora Cuadro Nacional

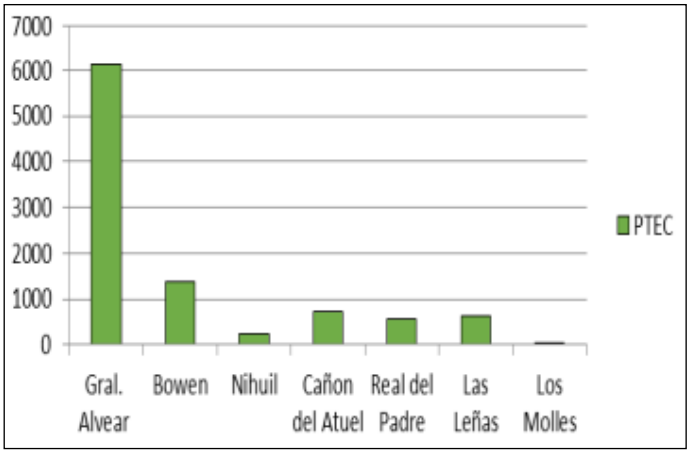
La planta de tratamiento consiste en lagunas de tratamiento secundario. La planta es operada por AYSAM SA.

El ACRE se encuentra en una propiedad cercana a la planta, perteneciente al Ejército de los Andes, denominada Remonta y Veterinaria. Posee plantaciones de maíz y alfalfa. En el plan anual 2021 se tenían en producción 155ha de alfalfa administradas por el Ejército y 25ha de maíz para forraje, administradas por un tercero en contrato con el Ejército.

12.4.5. Cuenca del Río Atuel

En la cuenca del río Atuel se encuentran siete estaciones depuradoras. La siguiente figura muestra el caudal que se genera por cada Depuradora en la Cuenca del río Atuel, donde se observa que General Alvear posee los mayores volúmenes.

Ilustración 204 Caudales de aguas residuales generados en la Cuenca del Río Atuel



Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 – DGI

Tabla 111. Estaciones depuradoras de la cuenca del río Atuel

Estación depuradora	Operador	Tipo de Tratamiento	Caudal (m^3/día)
Gral. Alvear	AYSAM S.A	primario - laguna	6139
Bowen	C.O.S.P.A.C.	secundario - lagunas	1386
El Nihuil	Municipio San Rafael	secundario - lagunas	30 a 200
Valle Grande/Cañón del Atuel	Sin operador	secundario - lagunas	140 a 1300
Real del Padre	Cooperativa Rural de Servicios y Vivienda Real del Padre	primario - laguna	577
Valle Las Leñas	Operador Privado	secundario – lodos activados	635 (promedio)

Los Molles	Operador Privado	secundario – planta compacta	28

Fuente: Informe de Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales y A.C.R.E., 2022 – DGI

12.4.5.1. Estación depuradora General Alvear

La planta de tratamiento consiste en dos lagunas de tratamiento primario.

La Empresa AYSAM SA opera la planta cloacal y los efluentes son derivados hacia una propiedad de la Municipalidad de General Alvear, en la cual un área de 70ha se destina a reúso agrícola.

El ACRE es operado por la empresa Eco Las Heras y en la misma se riegan plantaciones de alfalfa y forestales.

12.4.5.2. Estación depuradora Cooperativa de COSPAC Bowen

La planta de tratamiento consiste en dos series de tres lagunas con tratamiento secundario, posee 20 años de funcionamiento.

En cuanto a la zona de reúso, con los efluentes se irriga un terreno de 12ha con forestación de álamos y aguaribay.

12.4.5.3. Estación depuradora El Nihuil

La planta de tratamiento consiste en lagunas secundarias, volcando sus efluentes tratados en campo con flora nativa y 1000 forestales implantados (sauces, siempre verde y álamos).

El municipio de San Rafael opera la planta cloacal.

12.4.5.4. Estación depuradora Valle Grande / Cañón del Atuel

La planta de tratamiento consiste en dos series de lagunas secundarias (4 lagunas), volcando sus efluentes tratados en una zona de campo con flora nativa, aledaño a las lagunas de tratamiento, hacia el este.

Durante el año 2021 se realizaron dos inspecciones: de las muestras extraídas al efluente cloacal tratado se denota que el funcionamiento es adecuando ya que los resultados arrojaron parámetros, en su totalidad, dentro de la normativa vigente.

12.4.5.5. Estación depuradora Real del Padre

La planta de tratamiento consiste en dos lagunas primarias y el operador de la planta es la Cooperativa Rural de Servicios y Vivienda Real del Padre

Al momento no se ha constituido la zona de reúso.

12.4.5.6. Estación depuradora Valle Las Leñas

La planta de Las Leñas se encuentra en un lugar turístico, ubicado en el Valle de Las Leñas, Malargüe.

Consiste en lagunas secundarias y el operador es una empresa privada. Durante la inspección se observó que se encuentra en funcionamiento, erogando poco efluente.

La zona de reúso, constituida por 2,5ha y con plantaciones de álamos. Cabe agregar que, desde el Dpto. de Reúsos Hídricos se está otorgando el Permiso de Vertido al Complejo de Valle de Las Leñas, con una serie de recomendaciones a cumplir. Entre ellas que se proyecte destinar los efluentes cloacales en su totalidad hacia la zona de reúso, dejando de utilizar los peines de infiltración como destino final del efluente cloacal tratado, con el objetivo de lograr otorgar la Autorización de Reúso.

12.4.5.7. Estación depuradora Los Molles

La Planta se encuentra en un lugar turístico Los Molles, en Malargüe, y la misma pertenece a un hotel existente en la zona. Desde que se presentó la pandemia Covid-19, el complejo se encuentra cerrado.

La planta de tratamiento consiste en lagunas secundarias.

12.4.6. Calidad de efluentes

En las siguientes gráficas se muestran los análisis de los Informes de Autocontrol correspondientes al año 2021 y año 2022 presentados por AySAM S.A. al Departamento General de Irrigación, en cumplimiento de lo indicado en el art. 11.2 del Anexo I de la Resolución Nº 400/03 “Reglamento General de ACRE”. Los valores consignados corresponden a los puntos de monitoreo de la salida de la planta de tratamiento de las estaciones depuradores, cuyas gráficas representan los parámetros de: Conductividad eléctrica (µS/cm), pH, Demanda Química de Oxígeno Soluble DQOs (mg/L), Demanda Química de Oxígeno DQO (mg/L), Demanda Biológica de Oxígeno Soluble DBOs (mg/L), Demanda Biológica de Oxígeno DBO (mg/L), Escherichia Coli (NMP/100mL), Sólidos Suspendidos Totales (mg/L), Fósforo Total (mg/L) , Nitrógeno Amoniacal (mg/L) y Cloruros (mg/L).

Respecto a los Huevos de Helmintos, las Estaciones Depuradoras que presentan valores por encima de lo reglamentado por la Reglamentación N° 400/03 HTA, mayor a 1 huevo/L, corresponde a Colonia Las Rosas, Junín, Las Cuevas, Polvaredas, San Rafael y Villa Tulumaya.

Ilustración 205. Promedio de Conductividad eléctrica correspondiente al año 2021-2022, de las Estaciones Depuradoras

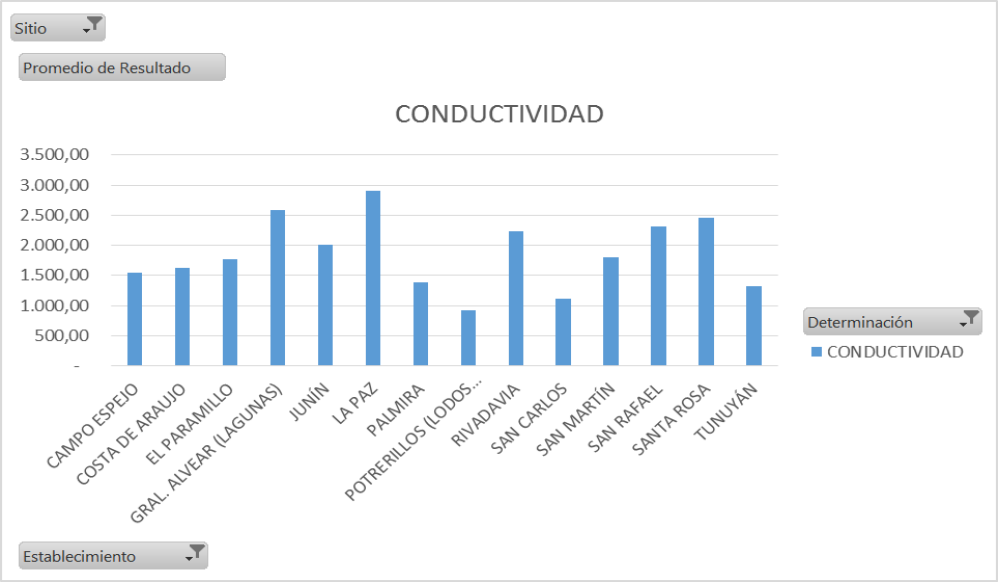


Ilustración 206. Promedio de Cloruros correspondiente al año 2021-2022, de las Estaciones Depuradoras

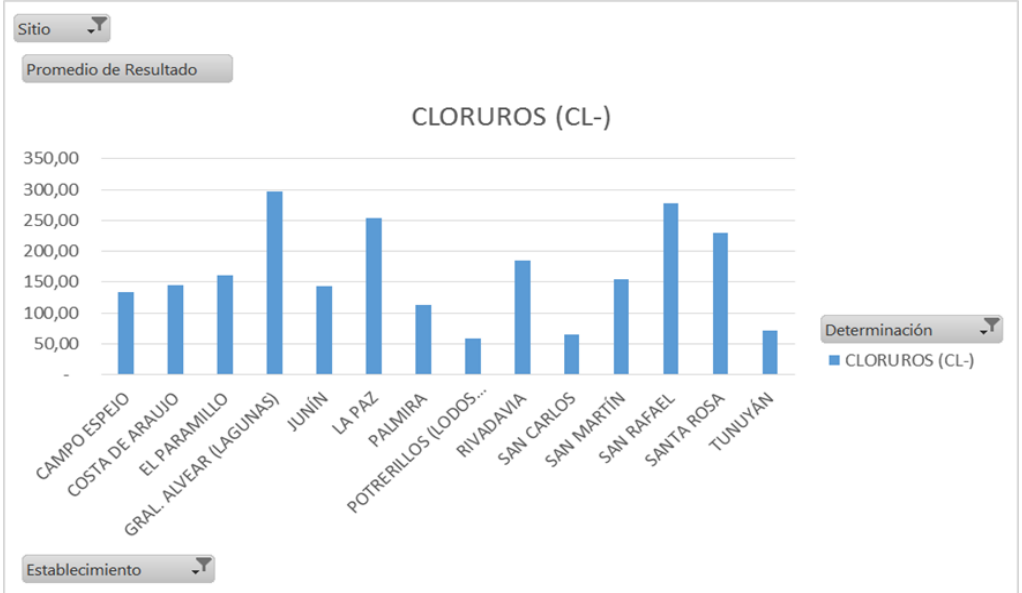


Ilustración 207. Promedio de DBO y DBO soluble correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras

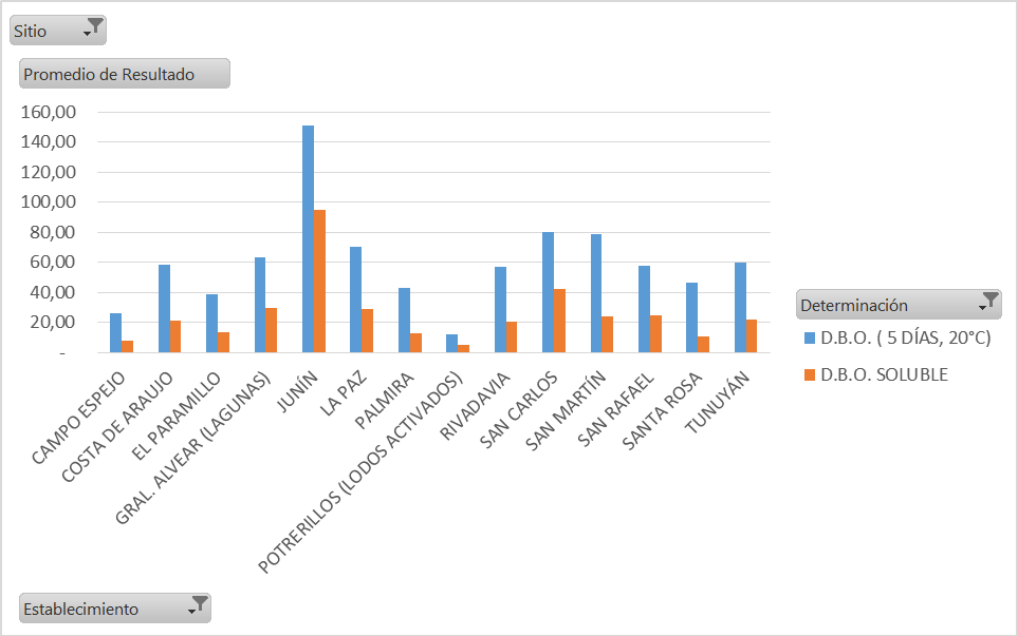


Ilustración 208. Promedio de DQO y DQO soluble correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras

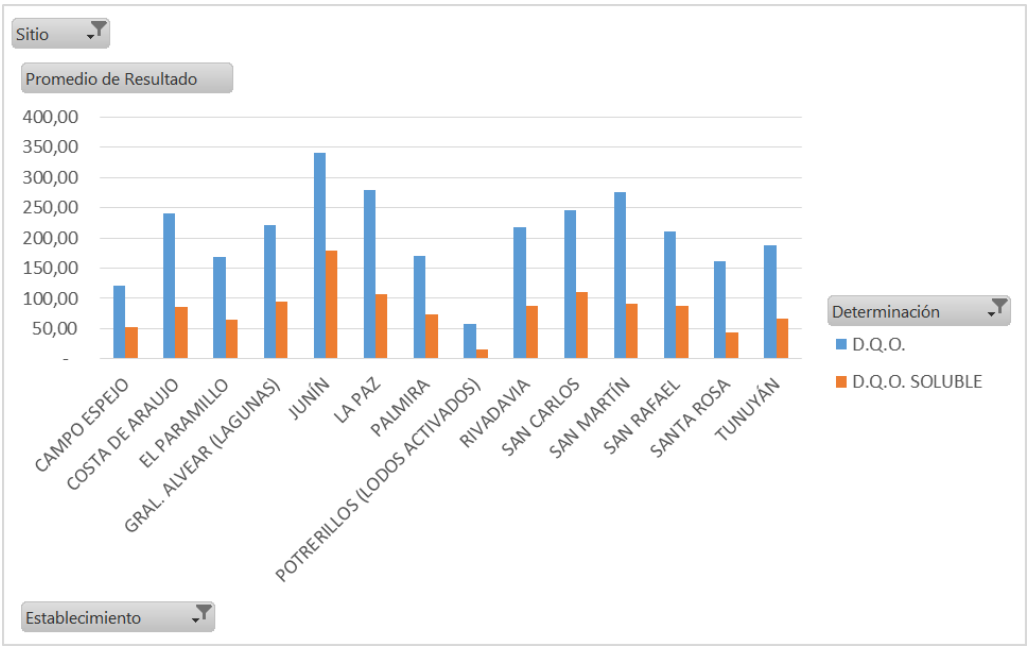


Ilustración 209. Promedio de Fósforo Total y Nitrógeno Amoniacal correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras

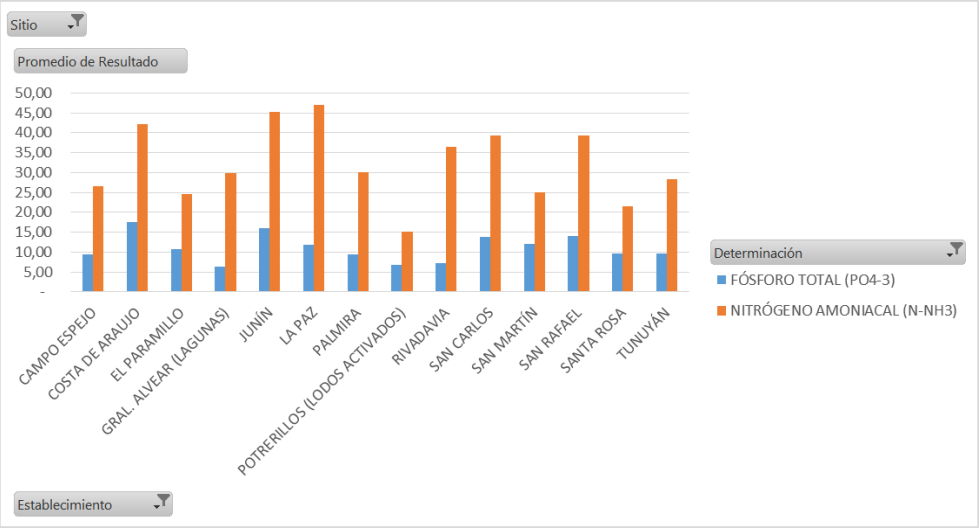


Ilustración 210. Promedio de pH correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras

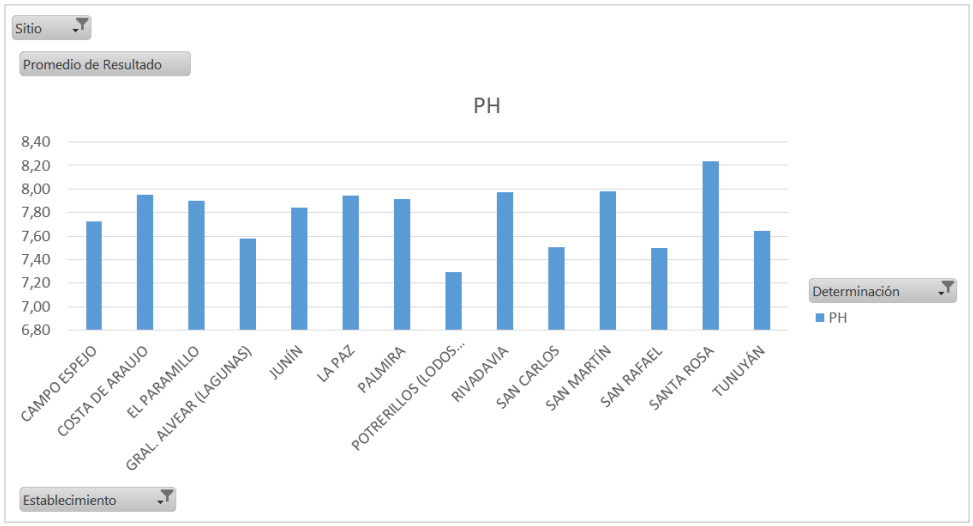


Ilustración 211 Promedio de Sólidos en Suspensión Totales correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras

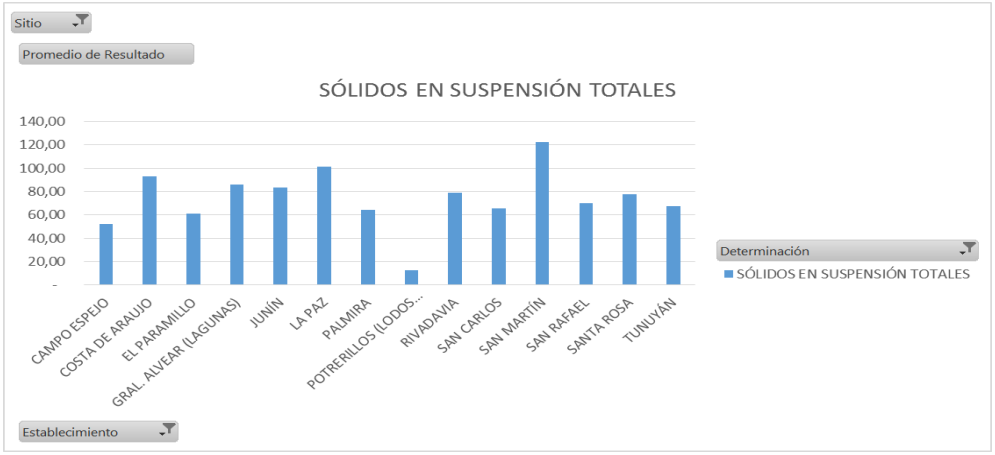
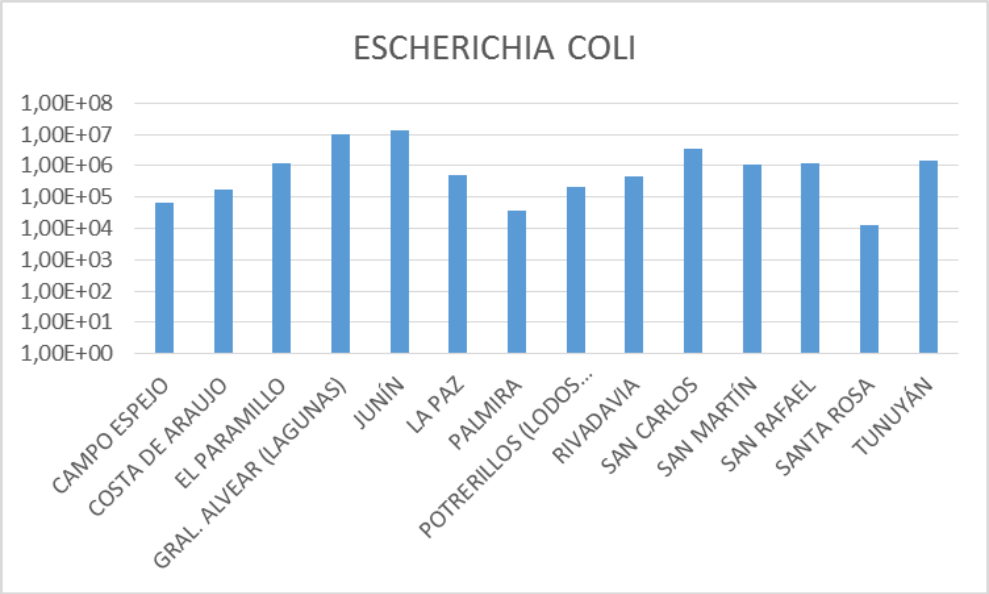


Ilustración 212. Promedio de Escherichia Coli correspondiente al año 2021-2022 de las Estaciones Depuradoras



12.5. Establecimientos industriales

La provincia de Mendoza cuenta con un total de 1.747 establecimientos registrados en el Registro Único de Establecimiento (RUE), distribuidos en las cuencas de la siguiente manera:

- ✓ río Mendoza: 701
- ✓ río Tunuyán Superior: 150
- ✓ río Tunuyán Inferior: 515
- ✓ río Atuel: 183
- ✓ río Diamante: 145
- ✓ río Malargüe: 53

Se destaca que en el marco de las políticas de reúso agrícola incentivadas por el DGI para asegurar una adecuada disposición de los efluentes (Res 778/92 y modificatorias), en la actualidad aproximadamente el 80% de las empresas mayormente agroindustriales utilizan los efluentes industriales en una superficie aproximada 1380 ha.

12.5.1. Cuenca río Mendoza

La cuenca del Río Mendoza cuenta con un total de 701 establecimientos registrados en el Registro Único de Establecimiento (RUE).

Distribución de Actividades dentro de la Cuenca Río Mendoza

La distribución de RUE dentro de la cuenca comprende las siguientes actividades:

La distribución de RUE dentro de la cuenca comprende las siguientes actividades:

- Actividades recreativas y deportivas: 35
- Industria Vitivinícola: 277
- Conserveras: 28
- Secaderos: 8
- Mataderos: 11
- Industria Alimenticia: 112
- Criaderos: 6
- Lavaderos: 26
- Plantas potabilizadoras: 10
- Plantas de tratamiento de efluentes cloacales: 12
- Estaciones de servicio: 7

- Transporte de efluentes industriales: 3
- Refinería y petróleo: 1
- Explotación petrolera: 7
- Otros: 158

12.5.2. Régimen tributario

Dentro del Régimen tributario, tarifario y sancionatorio vinculado al control de calidad del agua, contempladas en la legislación vigente en la materia en el Departamento General de Irrigación se fijan la siguiente cantidad de RUE por categoría tarifaria en la Cuenca del Río Mendoza:

- Establecimientos industriales o cloacales que vierten directamente al cauce público: 87
- Establecimientos industriales o cloacales que vierten indirectamente al cauce público (Reúso Agrícola, extracción con camiones atmosféricos): 343
- Cantidad de Establecimientos que hacen uso recreativo o que se encuentran ubicados en las márgenes: 32
- Fuentes móviles potencialmente contaminantes: 4
- Establecimientos que por su actividad impliquen un riesgo comprobable de afectación del recurso hídrico: 22
- Establecimientos inscriptos en el RUP (Registro Único Petrolero): 1
- Yacimientos de explotación minera, cuya actividad implica un riesgo de afectación del recurso hídrico, tanto superficial como subterráneo (yacimientos de explotación no metalífera): 1
- Yacimientos de explotación minera considerados de riesgo potencial, cuya actividad no afecta el recurso hídrico: 1
- Establecimientos que, debido a sus actividades, o que no ejerzan actividad alguna e impliquen un riesgo de afectación al recurso hídrico: 101

12.5.3. Cuenca Río Tunuyán Inferior

La cuenca del Río Tunuyán Inferior cuenta con un total de 515 Establecimientos registrados en el Registro Único de Establecimiento (RUE).

Distribución de Actividades dentro de la Cuenca Río Tunuyán Inferior

La distribución de RUE dentro de la cuenca comprende las siguientes actividades:

La distribución de RUE dentro de la cuenca comprende las siguientes actividades:

- Actividades recreativas y deportivas: 52
- Industria Vitivinícola: 288
- Conserveras: 8
- Secaderos: 8
- Mataderos: 4
- Industria Alimenticia: 41
- Criaderos: 8
- Lavaderos: 10
- Plantas de tratamiento de efluentes cloacales: 11
- Estaciones de servicio: 22
- Transporte de efluentes industriales: 1
- Explotación petrolera: 6
- Otros: 46

Régimen tributario

Dentro del Régimen tributario, tarifario y sancionatorio vinculado al control de calidad del agua, contempladas en la legislación vigente en la materia en el Departamento General de Irrigación se fijan la siguiente cantidad de RUE por categoría tarifaria en la Cuenca del Río Tunuyán Inferior:

- Establecimientos industriales o cloacales que vierten directamente al cauce público: 33
- Establecimientos industriales o cloacales que vierten indirectamente al cauce público (Reúso Agrícola, extracción con camiones atmosféricos): 293

- Cantidad de Establecimientos que hacen uso recreativo o que se encuentran ubicados en las márgenes: 50
- Fuentes móviles potencialmente contaminantes: 4
- Establecimientos que por su actividad impliquen un riesgo comprobable de afectación del recurso hídrico: 31
- Establecimientos inscriptos en el RUP (Registro Único Petrolero): 6
- Establecimientos que, debido a sus actividades, o que no ejerzan actividad alguna e impliquen un riesgo de afectación al recurso hídrico: 50

12.5.4. Cuenca Río Tunuyán Superior

La cuenca del Río Tunuyán Superior cuenta con un total de 150 Establecimientos registrados en el Registro Único de Establecimiento (RUE).

Distribución de Actividades dentro de la Cuenca Río Tunuyán Superior

La distribución de RUE dentro de la cuenca comprende las siguientes actividades:

- Actividades recreativas y deportivas: 7
- Industria Vitivinícola: 77
- Conserveras: 7
- Secaderos: 3
- Mataderos: 2
- Industria Alimenticia: 17
- Criaderos: 2
- Lavaderos: 3
- Plantas potabilizadoras: 1
- Plantas de tratamiento de efluentes cloacales: 7
- Estaciones de servicio: 10
- Transporte de efluentes industriales: 2
- Explotación petrolera: 7
- Otros: 5

Régimen tributario

Dentro del Régimen tributario, tarifario y sancionatorio vinculado al control de calidad del agua, contempladas en la legislación vigente en la materia en el Departamento General de Irrigación se fijan la siguiente cantidad de RUE por categoría tarifaria en la Cuenca del Río Tunuyán Superior:

- Establecimientos industriales o cloacales que vierten directamente al cauce público: 8
- Establecimientos industriales o cloacales que vierten indirectamente al cauce público (Reúso Agrícola, extracción con camiones atmosféricos): 104
- Cantidad de Establecimientos que hacen uso recreativo o que se encuentran ubicados en las márgenes: 6
- Fuentes móviles potencialmente contaminantes: 2
- Establecimientos que por su actividad impliquen un riesgo comprobable de afectación del recurso hídrico: 14
- Establecimientos inscriptos en el RUP (Registro Único Petrolero): 4
- Establecimientos que, en razón de sus actividades, o que no ejerzan actividad alguna e impliquen un riesgo de afectación al recurso hídrico: 1
- Establecimientos que, debido a sus actividades, o que no ejerzan actividad alguna e impliquen un riesgo de afectación al recurso hídrico: 8

12.5.5. Cuenca Río Atuel

La cuenca del Río Atuel cuenta con un total de 183 Establecimientos registrados en el Registro Único de Establecimiento (RUE).

Distribución de Actividades dentro de la Cuenca Río Atuel

- La distribución de RUE dentro de la cuenca comprende las siguientes actividades:

- Actividades recreativas y deportivas: 54
- Industria Vitivinícola: 27
- Conserveras: 11
- Secaderos: 24
- Mataderos: 1
- Industria Alimenticia: 6
- Lavaderos: 3
- Plantas potabilizadoras: 1
- Plantas de tratamiento de efluentes cloacales: 3
- Estaciones de servicio: 5
- Explotación petrolera: 3
- Otros: 45

Régimen tributario

Dentro del Régimen tributario, tarifario y sancionatorio vinculado al control de calidad del agua, contempladas en la legislación vigente en la materia en el Departamento General de Irrigación se fijan la siguiente cantidad de RUE por categoría tarifaria en la Cuenca del Río Atuel:

- Establecimientos industriales o cloacales que vierten directamente al cauce público: 24
- Establecimientos industriales o cloacales que vierten indirectamente al cauce público (Reúso Agrícola, extracción con camiones atmosféricos): 46
- Cantidad de Establecimientos que hacen uso recreativo o que se encuentran ubicados en las márgenes: 18
- Fuentes móviles potencialmente contaminantes: 1
- Establecimientos que por su actividad impliquen un riesgo comprobable de afectación del recurso hídrico: 6
- Establecimientos inscriptos en el RUP (Registro Único Petrolero): 2
- Establecimientos que, debido a sus actividades, o que no ejerzan actividad alguna e impliquen un riesgo de afectación al recurso hídrico: 46

12.5.6. Cuenca Río Diamante

La cuenca del Río Diamante cuenta con un total de 145 Establecimientos registrados en el Registro Único de Establecimiento (RUE).

Distribución de Actividades dentro de la Cuenca Río Diamante

La distribución de RUE dentro de la cuenca comprende las siguientes actividades:

- Actividades recreativas y deportivas: 13
- Industria Vitivinícola: 43
- Conserveras: 8
- Secaderos: 23
- Mataderos: 2
- Industria Alimenticia: 10
- Criaderos: 3
- Lavaderos: 2
- Plantas potabilizadoras: 3
- Plantas de tratamiento de efluentes cloacales: 4
- Estaciones de servicio: 12
- Explotación petrolera: 1
- Otros: 21

Régimen tributario

Dentro del Régimen tributario, tarifario y sancionatorio vinculado al control de calidad del agua, contempladas en la legislación vigente en la materia en el Departamento General de Irrigación se fijan la siguiente cantidad de RUE por categoría tarifaria en la Cuenca del Río Diamante:

- Establecimientos industriales o cloacales que vierten directamente al cauce público: 7

- Establecimientos industriales o cloacales que vierten indirectamente al cauce público (Reúso Agrícola, extracción con camiones atmosféricos): 76
- Cantidad de Establecimientos que hacen uso recreativo o que se encuentran ubicados en las márgenes: 12
- Establecimientos que por su actividad impliquen un riesgo comprobable de afectación del recurso hídrico: 15
- Establecimientos inscriptos en el RUP (Registro Único Petrolero): 1
- Yacimientos de explotación minera considerados de riesgo potencial, cuya actividad no afecta el recurso hídrico: 2
- Establecimientos que, en razón de sus actividades, o que no ejerzan actividad alguna e impliquen un riesgo de afectación al recurso hídrico: 21

12.5.7. Jefatura de Zona de Riego Malargüe-Barrancas y Río Colorado

La Jefatura de Zona de Riego Malargüe-Barrancas y Río Colorado cuenta con un total de 53 Establecimientos registrados en el Registro Único de Establecimiento (RUE).

Distribución de Actividades dentro de la Jefatura de Zona de Riego Malargüe-Barrancas y Río Colorado

La distribución de RUE dentro de la cuenca comprende las siguientes actividades:

- Mataderos: 1
- Industria Alimenticia: 1
- Lavaderos: 2
- Plantas potabilizadoras: 1
- Estaciones de servicio: 3
- Explotación petrolera: 28
- Otros: 17

Régimen tributario

Dentro del Régimen tributario, tarifario y sancionatorio vinculado al control de calidad del agua, contempladas en la legislación vigente en la materia en el Departamento General de Irrigación se fijan la siguiente cantidad de RUE por categoría tarifaria en La Jefatura de Zona de Riego Malargüe-Barrancas y Río Colorado:

- Establecimientos industriales o cloacales que vierten directamente al cauce público: 2
- Establecimientos industriales o cloacales que vierten indirectamente al cauce público (Reúso Agrícola, extracción con camiones atmosféricos): 5
- Establecimientos que por su actividad impliquen un riesgo comprobable de afectación del recurso hídrico: 7
- Establecimientos inscriptos en el RUP (Registro Único Petrolero): 23
- Yacimientos de explotación minera considerados de riesgo potencial, cuya actividad no afecta el recurso hídrico: 1
- Establecimientos que, en razón de sus actividades, o que no ejerzan actividad alguna e impliquen un riesgo de afectación al recurso hídrico: 1

12.5.8. Sistema de saneamiento colector Pescara

El Pescara es un colector importante del departamento de Maipú, en rigor, es un canal artificial, abierto y sólo en parte revestido que estuvo destinado en sus orígenes al desagüe de aguas de riego. Tiene una extensión de unos 15 kilómetros desde su nacimiento, en las cercanías de la Ruta Provincial Nº 60, distrito Russel (Maipú), hasta el departamento de Guaymallén tamento y luego se conecta al canal auxiliar Tulumaya. Desde el lugar en que sus aguas comienzan a ser utilizadas para riego cambia su nombre por el de Hijuela Unificada Nueva Sánchez.

El sistema de saneamiento del colector Pescara, el cual es un sistema centralizado de reuso para riego de efluentes líquidos agroindutriales[135] El Canal Pescara en sus orígenes es un canal abierto y sin revestir que originalmente recibía los desagües superficiales del agua de riego. Con el tiempo al producirse un

[135] RAUEK, T. et al. (2004). Saneamiento del colector Pescara. Sistema centralizado de reuso en riego de efluentes líquidos agroindustriales. DGI, MAOP, 15 p. Mendoza.

paulatino crecimiento urbano e industrial en las zonas aledañas se transformó en un receptor de líquidos residuales sin tratar así como también de desagües pluvioaluvionales.

El sistema de saneamiento posee una red de conducciones cerradas con un tubería troncal que corre paralela al canal y que tiene como función recibir los efluentes pretratados de las industrias de la zona. Dicho efluente se mezcla con las aguas del colector a cielo abierto y posteriormente se diluye con el aporte de perforaciones de agua subterránea de buena calidad, a fin de llegar a un agua cuyo tenor salino no supere los 2000 µS cm-1[136].

Actualmente en Mendoza existen 32 empresas en actividad volcando líquidos residuales industriales previamente tratados al Sistema de Saneamiento del Canal Pescara. Las

En él se vierten los efluentes líquidos que fueron tratados por cada industria y controlados por el DGI para poder cumplir con los parámetros establecidos y ser así reutilizados de modo apto en la agricultura. En su mayoría son líquidos provenientes de la industria alimenticia como bodegas,conserveras, aceiteras (aceite de oliva o elaboración de aceitunas), faenamiento ganado vacuno, u otras como de reciclado de papel, granjas avícolas y bebidas no alcohólicas[137].

El sistema irriga 3300 hectáreas del departamento de Guaymallén y luego se conecta al canal auxiliar Tulumaya completando unas 7.000 hectáreas sumando Lavalle. Desde el lugar en que sus aguas comienzan a ser utilizadas para riego cambia su nombre por el de Hijuela Unificada Nueva Sánchez (Ivars, 2021[138]).

El sistema se administra a partir de la Inspección Pescara cuya responsabilidad la posee el Subdelegado de Aguas del Río Mendoza.

12.6. Observaciones: Calidad de agua

12.6.1. Aguas superficiales

- En general se puede resumir que la calidad de agua superficial proveniente del deshielo de montaña de todas las cuencas es buena, dividiendo la calidad de la misma los centros urbanos (ubicados en el centro eje de la provincia) en las zonas río arriba (oeste de la provincia) y río abajo.
- • Rio arriba las calidades de todos los ríos son buenas en todos los parámetros fisicoquímicos moderados y bacteriológicos bajos y en consecuencia las aguas de distribución para consumo humana y riego
- En las zonas bajas del sistema irrigado se producen desmejoramientos de la calidad como consecuencia de aportes de efluentes, desagües y drenajes, especialmente con altos niveles salinos y/o bacteriológicos.
- Se puede resumir que el • A pesar de que la zona andina es rica en metales, esto no influye en la calidad del agua superficial. • La conductividad promedio de 1000 a 2000 µS/cm permite regar a todos los cultivos necesarios en la provincia. En algunas zonas se producen procesos de salinización de suelos debido a las condiciones de permeabilidad o drenaje o influencia de los niveles freáticos. • La calidad de los embalses rio arriba es buena en todos los casos, con

[136] Cónsoli, D. 2018. Análisis de la calidad del recurso hídrico en el Cinturón Verde de Mendoza, Argentina: monitoreo y análisis estadístico de la base de datos. 4to Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos – IFRH 2018.

[137] DGI, 2022. Tratamiento de fluentes industriales provenientes del sistema de saneamiento del canal Pescara, por medio de humedales artificiales. Prueba piloto.

[138] Ivars, J D, 2021. Vertidos industriales y racionalidad instrumental: El caso del Canal Pescara en Mendoza – Argentina; Universida de Federal do Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Estudos Fronteiriços; GeoPantanal; 16; 30; 10-2021; 15-35

concentraciones bajas de clorofila y baja- mediana en fosfatos, muy bajas en microcistinas como por ejemplo en el embalse Potrerillos.

12.6.2. Aguas subterráneas

- La calidad de las aguas subterráneas depende directamente de la calidad de agua de recarga, por un lado, mientras que la geología de la misma influye también por otro lado.
- En general la calidad fisicoquímica de todas las cuencas es buena, con niveles de conductividad eléctrica moderaras. Con todo hay zonas en donde la salinidad es alta, especialmente por el bombeo excesivo del acuífero. No se registran contenidos altos de metales pesados en los acuíferos.
- En el sector noreste de la provincia en particular el Departamento de Lavalle las aguas subterráneas presentan niveles de arsénico en algunos sectores superiores al límite establecido por la OMS (0,01 MG/L). El EPAS no autoriza los pozos existentes como fuente de abastecimiento de agua. En función de esta problemática se han construido acueductos para el abastecimiento de la población.

12.6.3. Tratamiento y calidad de efluentes

- Según un cálculo primario, la cobertura de red cloacal en la provincia llega a unos 85%, relativamente alto con relación a otras provincias.
- Según los datos, toda la población (2 millones de habitantes aprox.) producen unos 360,000 m^3 por día de agua cloacal, dicho valor no contempla la industria. Tomando en cuenta el porcentaje de agua que no llega a al sistema de cloacas, (30%) y estimando el consumo de agua la población, se puede definir que el sistema de cloacas en toda la provincia tiene perdidas entre unos 25% tomando en cuenta consumo diario de 350 l/hab/día y hasta 50% (tomando 700 l /hab/día) (página 226). Esta enorme cantidad de agua cloacal perdida en el sistema, que llegará a parar a fin y al cabo a las aguas subterráneas puede producir a largo plazo una contaminación de nitratos en la cuenca norte. Hoy en día este contenido es bajo (~20 mg/l), pero su presencia puede indicar infiltración de aguas cloacales en los acuíferos.
- El tratamiento de las aguas cloacales en la provincia se lleva a cabo a través de lagunas de oxidación en más de 90% del total del tratamiento en toda la provincia. Estas producen efluentes considerados como secundarios. El resto se lleva por planta mecánicas pequeñas (lodos activados) o por cámara sépticas (produciendo solo efluentes primarios).
- El alto consumo de agua por habitante se refleja en el bajo contenido de carga orgánica en DBO y en DQO que entra en planta.
- En casi todos los casos, en las lagunas de oxidación se degrada la materia orgánica disuelta en muy buenos números (DBO ~ 25 mg/l), pero los sólidos suspendidos son altos (~80 mg/l en promedio). Esto por el crecimiento de algas en la última etapa del tratamiento. También el promedio de amoníaco (como nitrógeno) es alto en los efluentes (25- 30 mg/l- N).
- Las concentraciones de bacteria coli fecal es puede ser relativamente muy alta (mayores a 10000 cfu/ 100 ml), deducida de las cantidades de E. coli resumidas y esto que a pesar de que se realiza cloración en parte de las plantas de tratamiento.
- En la provincia hay un par de plantas de intensivas de tratamiento de aguas cloacales. En la visita que se llevó a cabo en Tupungato con el fin de este escribir este informe, por ejemplo, la planta opera en forma muy deficiente produciendo efluentes volcados al río de peor calidad que las aguas cloacales crudas. No se sabe cómo operan las otras plantas intensivas, pero sería necesario realizar un estudio profundo sobre el tema.
- El reúso de las aguas tratadas para fin agrícola se basa en la directiva 400/03. Esta determina qué cultivos que son permitidos para la irrigación con agua cloacales tratadas. El porcentaje de reúso es muy importante y llega a unos 90% de la generación de estos (calculado a las salidas de las plantas). Sólo durante el invierno y ante la disminución de la demanda de los cultivos la necesidad de riego disminuye.
- La calidad de los efluentes secundarios puede afectar a la calidad de los cultivos. Está prohibido regar cultivos que el agua está en contacto directo con los mismos o con propósito industrial, por

lo tanto, el uso es para cultivo de cultivos en arboledas (medio metro de altura mínimo como duraznos, olivos, uvas, aceite de girasol, etc.) o cultivo industrial que el agua puede estar en contacto con ellos, tomate en lata, lentejas en lata, etc.).

- El riego por goteo, tecnología para ahorrar uso de agua, puede ser muy afectada por la calidad de los efluentes secundarios producidos en lagunas de oxidación. Una calidad mediocre de estos puede producir un derroche de efluentes y energía durante la filtración y el retro lavado de los mismos.
- También la conductividad eléctrica puede ser una restricción para el reúso, especialmente en la zona de la Paz, General Alvear, Santa Rosa y Rivadavia con una conductividad eléctrica de más de 2500 µS/cm.

12.6.4. Sistema de saneamiento Pescara

- El sistema de Pescara, que principalmente sirve a las industrias para controlar el impacto de la salinidad en el sistema hídrico y edáfico. El canal Pescara recibe además aportes de origen cloacal de las zonas urbanas de influencia, no debidamente sistematizado y tratados. Esto influye en un aumento de la carga orgánica del mismo y en consecuencia afecta a la calidad de vida de la población aledaña, debido a los olores producidos.
- La planta piloto de investigación de sistema de Wetland, instalado en la cercanía del punto descarga, da en un principio buenas calidades de efluentes tratados y podría mitigar las altas cargas.

13. CAPÍTULO TRECE: USO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL SECANO

13.1. Introducción

El recurso hídrico es un elemento vital para el desarrollo de diversas actividades humanas, y su gestión adecuada adquiere una relevancia aún mayor en las regiones caracterizadas por su escasez de agua, como es el caso de la zona de secano en la provincia de Mendoza.

Situada en un entorno árido y semidesértico, esta región enfrenta desafíos significativos en la utilización sostenible del agua, dado su valor estratégico y los múltiples usos que se le confieren.

El presente documento tiene como objetivo examinar las principales actividades efectuadas en la zona de secano de Mendoza, y su relación con el recurso hídrico, destacando su importancia para la ganadería, y actividades industriales como las vinculadas a extracción y producción de petróleo y minería. A pesar de las limitaciones hídricas propias de la región, se implementan estrategias y prácticas innovadoras que permiten aprovechar al máximo este recurso escaso, minimizando su impacto ambiental y garantizando su disponibilidad a largo plazo.

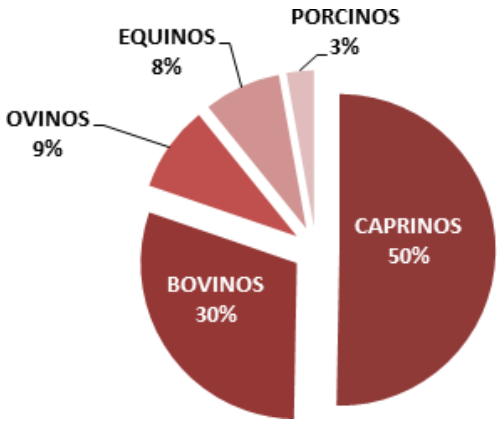
En primer lugar, se examinará el papel del recurso hídrico en la ganadería, y posteriormente se explorarán los usos industriales del agua en la zona de secano, como su utilización en la industria del petróleo y la minería fundamentalmente. Se discutirán las estrategias de uso eficiente del agua y las tecnologías aplicadas en estos sectores, con el fin de minimizar su impacto en el entorno y contribuir al desarrollo sostenible de la región.

13.2. Uso ganadero en zona de secano

La ganadería desempeña un papel fundamental en el secano de Mendoza, donde las condiciones climáticas y la disponibilidad de forrajes naturales brindan un entorno propicio para su desarrollo. Esta actividad productiva contribuye de manera relevante a la economía regional, sobre todo en estas áreas o sectores claramente disminuidos en su potencial agrícola. El sector ganadero es uno de los sectores pioneros en la actividad económica de la provincia de Mendoza. La ganadería bovina y caprina se desempeñan en el territorio de secano (área no irrigada), abarcando más de 9 millones de hectáreas, representando un 60% del territorio mendocino. Dentro de las zonas no irrigadas se distinguen el árido montañoso del árido de la planicie, ya que el primero constituye una fuente de agua.

En la provincia de Mendoza la actividad ganadera representa un 20% del Producto Bruto Geográfico (PBG), del sector agropecuario.[139] El mismo está conformado por la cría de ganado bovino, caprino y cría de otros animales (ovinos, porcinos, equinos). Dentro del sector pecuario, la participación del ganado bovino y caprino, para 2020, fue del 62%, el 21% correspondió a la cría de otros animales y el 28% restante a productos de origen animal.

Ilustración 213. Composición del stock ganadero en Mendoza, 2021 [141]



[139] Informe Anual Encuesta de Condiciones de Vida 2020, DEIE.

Mendoza tiene un stock total de animales de 1.338.114 cabezas, compuesto principalmente por caprinos y bovinos, en un 50% y 30% respectivamente. En menor medida por ovinos, equinos y porcinos.[140] Al año 2021, la composición de ganadería se encontraba compuesta como se presenta en la figura.

13.3. Contexto Provincial

El aprovechamiento extensivo está basado en el pastoreo a campo abierto, en búsqueda de las pasturas necesarias para la alimentación animal. Las áreas se caracterizan por poseer muy bajas densidades de población debido al marcado déficit hídrico y la poca disponibilidad de cursos superficiales de agua[141], estableciéndose en puestos dispersos.

La provincia cuenta con 673 mil cabezas caprinas, 401 mil bovinos, más de 119 mil ovinos, 106 mil equinos y casi 40 mil porcinos.

Tabla 112. Stock de animales en Mendoza 2021[142]

COMPOSICIÓN	PARTICIPACIÓN PROVINCIAL
CAPRINOS	50%
BOVINOS	30%
OVINOS	9%
EQUINOS	8%
PORCINOS	3%
TOTAL	**100%**

Malargüe es el departamento con mayor cantidad de animales con un elevado número de caprinos de la zona. Cuenta con más de 620 mil cabezas, con una participación del 39% del stock ganadero provincial. En orden descendente siguen San Rafael, General Alvear, Lavalle.

En la siguiente tabla se presenta la composición predominante en cada uno de los departamentos ganaderos de la provincia.

Tabla 113. Stock de animales por Departamento – Mendoza, 2021[143]

DEPARTAMENTO	CABEZAS	PARTICIPACIÓNPROVINCIAL
Malargüe	523.667	39%
San Rafael	276.508	21%
Lavalle	137.784	10%
General Alvear	120.693	9%
San Carlos	58.798	4%
La Paz	47.239	4%
Norte	44.617	3%
Santa Rosa	42.462	3%
Rivadavia	23.811	2%
Tunuyán	23.594	2%
Tupungato	19.760	1%
San Martin	18.170	1%
Junín	1.011	0,07%
Total	**1.338.114**	**100%**

Nota: Zona Norte corresponde a los departamentos de Las Heras, Capital, Guaymallén, Godoy Cruz, Luján de Cuyo y Maipú.

[140] Fundación Coprosamen y Dirección Provincial de Ganadería, datos año 2019.
[141] D'Inca, M. V. y Berón, N. 2013. Expansión urbana de ciudades intermedias: Modelos de desarrollo y legislación. Reflexión a partir del caso del Gran Mendoza, Argentina. Geo UERJ Nº24 (1) p 256-284.
[142] Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario, 2023.
[143] Cluster Ganadero de Mendoza en base a Dirección de Ganadería y Fundación Coprosamen.

13.3.1. Ganadería caprina

Hacia el noreste provincial, parte de Santa Rosa, La Paz y la totalidad de Lavalle, la actividad principal es la ganadería caprina, siendo las precipitaciones promedio de 100 a 250 mm/año y con producciones de 2,2 kg a 0,7 kg/ha/año[144].

La ganadería caprina presenta la mayor cantidad de cabezas en la provincia y es la segunda en importancia a nivel nacional. La producción primaria se enmarca en un clima restrictivo, con escasas e irregulares precipitaciones, forrajes de baja calidad en muchos de los casos y condiciones climáticas extremas, donde es casi la única actividad agropecuaria que es viable realizar[145].

Malargüe posee aproximadamente el 57% de dicho stock, seguido por San Rafael y Lavalle, con el 17 y 15% respectivamente. El Stock corresponde mayoritariamente a cabras (66%), seguido por cabritos (15%) y cabrillas (8%).

En la provincia se han contabilizado un total de 3.433 productores y 1.547 establecimientos (puestos). Predominan los productores que tienen entre 1 y 50 animales caprinos, lo cual se refleja particularmente en la zona más productiva del norte de la provincia, el departamento de Lavalle. En la zona sur, la práctica de la trashumancia, de amplia difusión, sobre todo en Malargüe, permite que los productores puedan tener piños más grandes. Esto se debe a que pueden aprovechar la veraneada y dar mejores pasturas a los animales[146].

13.3.2. Ganadería bovina [147]

La ganadería bovina es la segunda en importancia en cuanto a la cantidad de cabezas, pero presenta la mayor cantidad de productores y establecimientos en la provincia.

Las explotaciones de ganado mayor se encuentran principalmente hacia la zona sur este (al sur de la RN7), coincidiendo con la zona de mayor nivel de precipitaciones - entre 400 a 300mm/año - y mayor receptividad ganadera, con una producción promedio de 5 a 3 kg/ha[148].

El stock bovino se concentra en la Zona Sur de la provincia, precisamente en los departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe, representando el 63% del ganado bovino. Otras zonas relevantes son la zona Este y Noroeste, con el 19% de las existencias, y el Valle de Uco con el 12%. La composición está conformada principalmente por vacas y vaquillonas, indicando que Mendoza es una provincia donde se practica la actividad extensiva de cría.

Existen 2.490 establecimientos correspondientes a 4.122 unidades productivas y la mayoría son establecimientos pequeños. Los productores que poseen hasta 100 cabezas bovinas suman 3.891 unidades productivas, que representan el 82% del total.

13.3.3. Ganadería porcina [149]

Las existencias porcinas en Mendoza en los últimos años han estado por encima de las 40 mil cabezas. Actualmente en la provincia hay aproximadamente 1.241 productores de cerdos, donde predomina la presencia de pequeños y muy pequeños productores:

- productores de hasta 50 cabezas: 1.131
- productores de entre 50 y 100 cabezas: 61
- productores de entre 100 y 200 cabezas: 27
- productores de entre 200 y 500 cabezas: 11
- productores de más de 500 cabezas: 11

[144] Ministerio de Agroindustria. 2018. Lineamientos estratégicos para una gestión integral de riesgos del sector Agropecuario de la Provincia de Mendoza. Programa GIRSAR.
[145] Programa de Desarrollo de la Cadena Caprina (PRODECCA). Provincia de Mendoza. Cluster Ganadero y Dirección Provincial de Ganadería. 2019.
[146] Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario, 2023.
[147] Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario, 2023
[148] Ministerio de Agroindustria. 2018. Lineamientos estratégicos para una gestión integral de riesgos del sector Agropecuario de la Provincia de Mendoza. Programa GIRSAR.
[149] Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario, 2023

Resulta importante destacar que una parte importante de estas existencias, corresponden a los oasis irrigados[150].

13.3.4. Registro de puestos

El estado provincial ha desarrollado diferentes políticas vinculadas al sector no irrigado. Cuenta con la implementación del Programa de Promoción y Arraigo de Puesteros en tierras no irrigadas de la provincia de Mendoza establecido mediante la ley N°6068/93, donde el objetivo primordial es integrar a los pobladores de las zonas áridas al programa de crecimiento productivo provincial, promoviendo al mismo tiempo al acceso a la propiedad de la tierra.

La ley N°6920/01 del Pueblo Huarpe fue el primer reconocimiento de derechos al pueblo Huarpe, a nivel territorial. En el año 2010 se comenzó con la entrega de tierras a comunidades de la Laguna del Rosario que involucró la entrega de 100.000 hectáreas.

Además, desde el año 2022 se trabaja en conformar el Consejo de Arraigo, a través de la Resolución N°413.

El Registro Único de Puesteros (RUP), brindado por la Secretaría de Ordenamiento Territorial de la provincia, contabiliza un total de 2.327 puestos registrados en la provincia. El mismo se viene conformando desde el año 1996 con necesidad de actualización de datos. Por otra parte, el Sistema de Información Territorial y Ambiental (SIAT) contabiliza un total de 2.385 puestos identificados en zonas no irrigadas. En la siguiente tabla puede observarse que el 27% de los puestos se encuentran en Malargüe, seguido por San Rafael y Lavalle con 19% y 17%, respectivamente.

Tabla 114. Cantidad de puestos de la provincia de Mendoza [151]

Departamento	Cantidad de puestos	Porcentaje (%)
Malargüe	652	27,34
San Rafael	454	19,04
Lavalle	411	17,23
General Alvear	194	8,13
La Paz	164	6,88
Santa Rosa	156	6,54
San Carlos	121	5,07
Luján de Cuyo	53	2,22
Las Heras	45	1,89
Tupungato	42	1,76
Tunuyán	39	1,64
Capital	21	0,88
Rivadavia	20	0,84
Godoy Cruz	13	0,55
Total	**2385**	**100**

En general, las unidades agropecuarias de subsistencia presentan las siguientes características[152]:

- Residen dentro de la explotación y en la mayoría de los casos no poseen la titularidad de la tierra.
- Provienen de familia de larga data.
- Poseen falta de organización y aislamiento geográfico, con caminos de difícil acceso.
- Ausencia de división orgánica y técnica del trabajo.
- El nivel tecnológico y de inversión es muy bajo, no contando con alambrados perimetrales e infraestructura precaria pero en general en buen estado.
- En caso de eventos climáticos severos los animales no encuentran reparo y hay un alto porcentaje de muerte.

[150] Jobbágy, E.G., Poca M., Nosetto, M.D., Castellanos G., Otta, S.A., Corvolo, M.P., Juaneda, E., Salva, J.S. "Análisis de Factibilidad para un Fondo de Agua en la Cuenca del Río Mendoza". Agosto 2018. Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. 184 pp.

[151] Sistema de Información Territorial y Ambiental (SIAT)

[152] Ministerio de Agroindustria. 2018. Lineamientos estratégicos para una gestión integral de riesgos del sector Agropecuario de la Provincia de Mendoza. Programa GIRSAR.

- El agua proviene de pozos baldes de una profundidad promedio de 10m a través de la extracción de una manga que es tirada por un burro, el cual debe pasar entre 4 a 6 horas diarias haciendo el trabajo.
- El agua tiene alto contenido de sulfatos y la extracción es discontinua para dejar recuperar el pozo por infiltración.
- La comercialización se realiza a través de acopiadores de la zona (chivatero) y los animales son vendidos vivos en un alto porcentaje (80%).

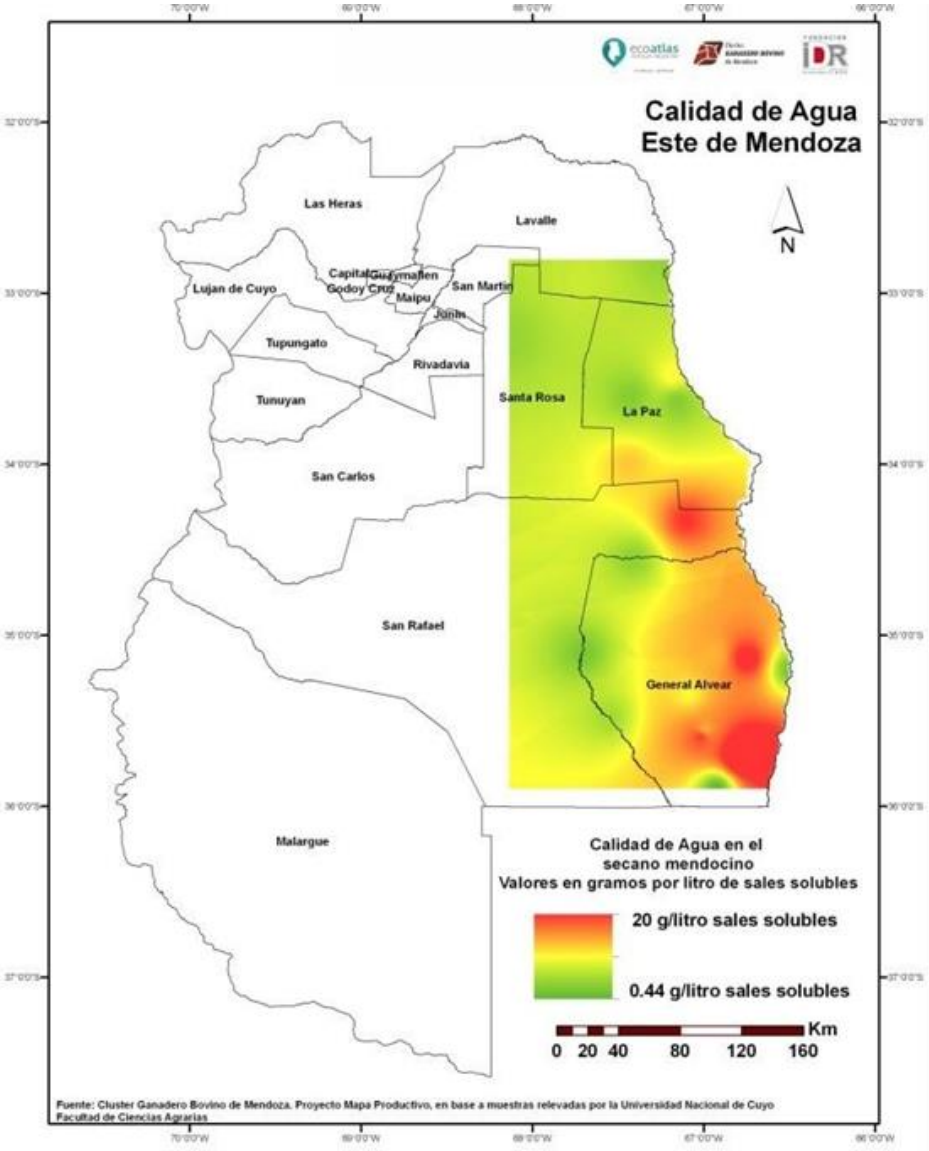
13.4. Ganadería de la planicie mendocina

13.4.1. Calidad y cantidad de agua [153]

La calidad y cantidad disponible del agua para bebida animal condiciona el aprovechamiento integral de la superficie disponible para la cría de ganado y también la selección de las técnicas productivas asociadas a la disponibilidad de dicho recurso.

La calidad del agua, fundamentalmente en cuanto al aumento de la salinidad, se ve empeorada hacia el Este provincial.

Ilustración 214. Calidad de agua – zona Este de Mendoza [154]



[153] Ministerio de Agroindustria. 2018. Lineamientos estratégicos para una gestión integral de riesgos del sector Agropecuario de la Provincia de Mendoza. Programa GIRSAR.

La Facultad de Ciencias Agrarias de la provincia realizó un trabajo de calidad de agua en el Este de Mendoza para identificar las zonas con graves problemas de salinización en el año 2015. La metodología utilizada fue realizar muestras de agua en los departamentos de Lavalle, Santa Rosa, La Paz, el Este de San Rafael y General Alvear. Con esta información se logró confeccionar un mapa de calidad de agua donde se distingue en rojo las zonas con mala calidad que no pueden ser utilizadas para bebida del ganado.

La disponibilidad de riego configura dos sistemas diferentes de producción ganadera. Para el caso de la zona bajo riego, la receptibilidad de vacas por hectárea ronda en 3 a 4 vacas/hectárea, mientras que, para el caso del secano, la receptibilidad es muy heterogénea, variando entre 15 a 40 ha/vaca. Esta situación incide en el nivel de producción de carne que mientras que en la zona bajo riego se alcanza a producir de 600 a 1200 kg por hectárea, en secano se produce de 2 a 2,5 kg. Por ello se observa una diferenciación de la actividad desarrollándose la cría en la zona de secano y el engorde en las zonas bajo riego.

13.4.2. Secano de Lavalle

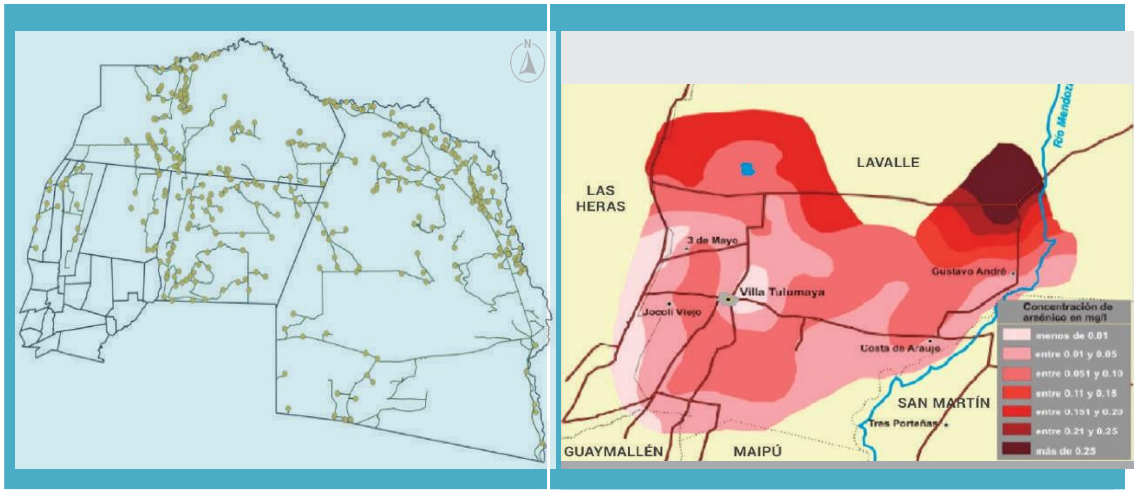
En la zona no irrigada de Lavalle se desarrolla una economía pastoril centrada en la producción de ganado caprino organizada en torno a puestos.

Frente al exiguo régimen de lluvias que caracteriza la zona y hallándose severamente comprometidos los recursos hídricos superficiales, la actividad productiva aparece ligada a la disponibilidad y accesibilidad al agua subterránea. Sin embargo, en muchos casos, la presencia de arsénico natural (con valores que rozan o sobrepasan el límite de 0,01 mg/l establecido por la OMS) y los altos niveles salinos restringen aún más las fuentes de agua[154].

Los niveles de arsénico responden a causas naturales, fundamentalmente, al aporte proveniente de cenizas volcánicas[155]. Estos materiales aportan arsénico a las aguas subterráneas que circulan por el subsuelo Lavallino.

A continuación, se muestran la ubicación de los puestos (izq.) y las concentraciones de Arsénico (der.) en el departamento de Lavalle.

Ilustración 215. Ubicación de los puestos (izq.) y concentraciones de arsénico (der.)



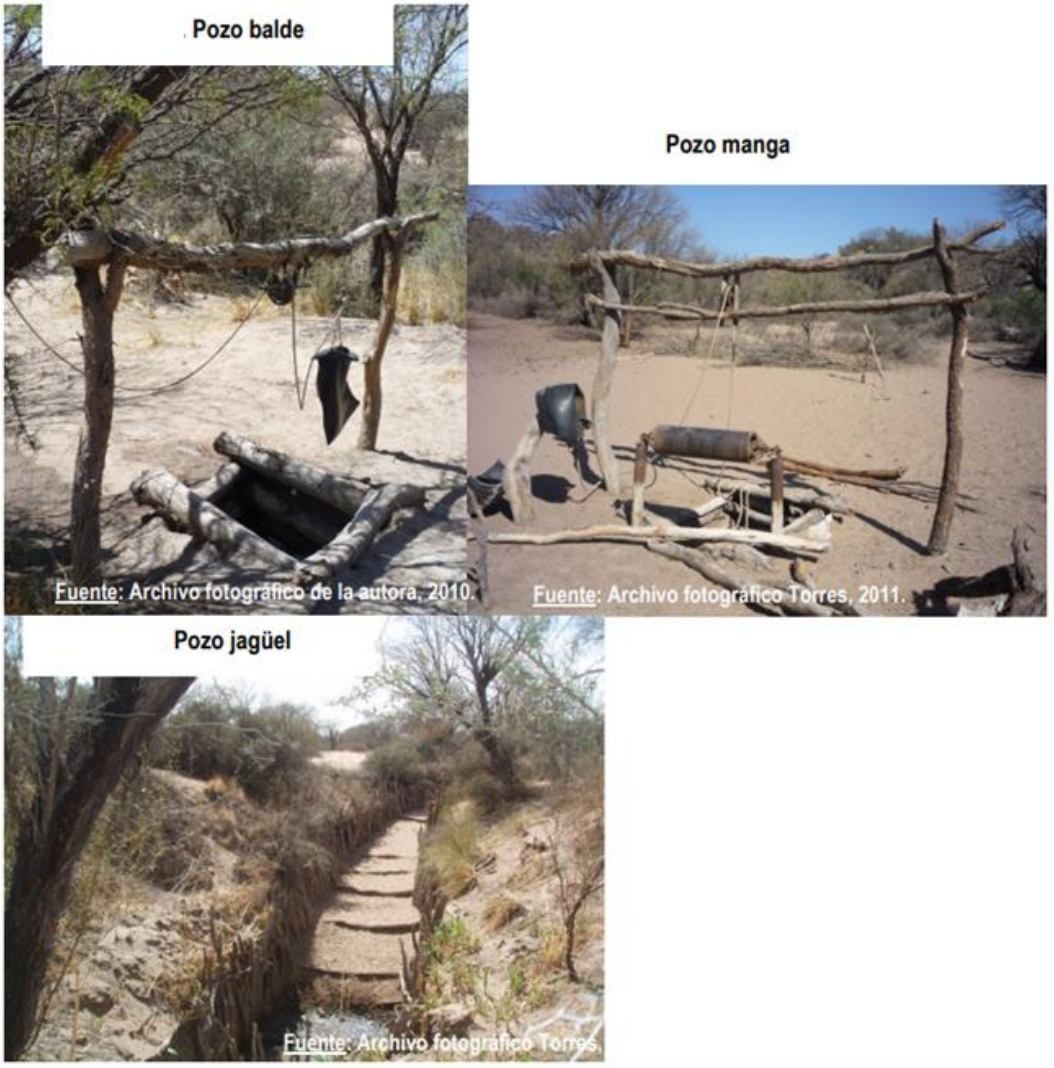
Emergen en el territorio, entonces, una amplia gama de dispositivos orientados a la captación de agua, entre los que destacan pozos balde, pozos manga y, en menor medida, los pozos jagüel[156].

Existe una concentración de puestos en torno al arroyo Tulumaya y el tramo final del río Mendoza. Si bien no llegan a constituir pueblos ni caseríos, se trata de lugares donde, entre cinco o diez puestos, están

[154] Plan Municipal de Ordenamiento Territorial – Departamento de Lavalle, 2019.
[155] Therburg, A., Fasciolo, G., Comellas, E., Zuloaga, J. y Gudiño, M.E. 2004. Marco estratégico para la provincia de Mendoza. Diagnóstico físico- ambiental. Mendoza. UNCuyo.
[156] Grosso-Cepparo, M. y Torres, L. (2015). Entre las políticas por el agua y los esfuerzos por calmar la sed. El «Acueducto del desierto» en las tierras secas no irrigadas de Lavalle, Mendoza. BIBLID, 69, 17-33.

emplazados relativamente cerca entre sí (con distancias de quinientos metros a un kilómetro) con la presencia de algunas instituciones (iglesia, sala de primeros auxilios, escuela, destacamento policial, oficina de registro civil). Este es el caso de las localidades de La Asunción, San José y Lagunas del Rosario[157].

Ilustración 216. Fuentes de captación de agua subterránea en las tierras secas no irrigadas de Lavalle.



La progresiva pérdida de caudales ha sido un factor determinante en la reconversión productiva de los descendientes de los Huarpes (en las Lagunas del Rosario), quienes hoy se dedican principalmente a la producción caprina, a veces asociada a la venta de guano, la recolección y venta de junquillo o la producción y venta de artesanías. Estas actividades suelen ser insuficientes para la subsistencia de las familias, por lo que los ingresos se complementan con salarios públicos y eventuales ayudas del Estado[158].

El agua superficial puede ser utilizada por los puesteros cercanos de dos maneras posibles[159]:

[157] Jobbágy, E.G., Poca M., Nosetto, M.D., Castellanos G., Otta, S.A., Corvolo, M.P., Juaneda, E., Salva, J.S. "Análisis de Factibilidad para un Fondo de Agua en la Cuenca del Río Mendoza". Agosto 2018. Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. 184 pp

[158] Montaña E., 2008. Las disputas territoriales de una sociedad hídrica. Conflictos en torno al agua en Mendoza, Argentina. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 9: 1-17

[159] Goirán, S.; Aranibar, J. y Gomez, M. 2012. Heterogeneous spatial distribution of traditional livestock settlements and their effects on vegetation cover in arid groundwater coupled ecosystems in the Monte desert (Argentina). Journal of Arid Environment 87:188-197.

- En ocasiones donde el río trae caudales altos, una acequia o zanja precaria permite llevar agua hasta los puestos.
- Cuando los eventuales picos de caudal inundan partes de la costa del río, los paños anegados son aprovechados para la siembra de granos o forrajeras.

Las estrategias de acceso al agua para el ganado incluyen, además, el almacenamiento de agua de lluvia (mediante ramblones) y el aprovechamiento de la napa freática (mediante aguadas, pozos abiertos y pozos-balde) (Goirán et al., 2012).

Respecto a la infraestructura hídrica, en el año 2007 se empezó a construir el acueducto de agua potable denominado "Acueducto del desierto" para los puestos de tierras no irrigadas. El proyecto fue impulsado por el municipio de Lavalle (detalles técnicos en apartado de Proyectos de Infraestructura Hídrica). Los parajes que recibieron agua potable son La Asunción, San José, Lagunas del Rosario, El Retiro, Reserva Natural y Cultural Bosques Telteca, El Cavadito, San Miguel, Lagunitas, El Retamo, El Forzudo y Arroyito.

13.4.3. Secano de La Paz y San Rafael

La presente descripción se basa en la caracterización realizada por el DGI (Departamento General de Irrigación) para el proyecto Acueducto Ganadero Monte Comán - La Horqueta que abarca la porción del secano de los departamentos de San Rafael y La Paz[160]. En el departamento de La Paz existen dos tipos de ganadería:

- La ganadería de subsistencia en la zona norte, con cría de caprinos que presentan problemas de alimentación por la extrema salinidad del agua y el suelo, sumado a los eventos de sequías. En cuanto a infraestructura, los puestos carecen de alambrado y de todo tipo de inversión.
- La ganadería mayor al sur y este, donde la situación económica es contrastante. Al sur de la RN7 predomina el ganado bovino, y los establecimientos pueden denominarse como enclaves estancieros - con grandes inversiones en el terreno tales como: alambrado, agua, servicio eléctrico, pasturas artificiales, alimentos balanceados y cuya finalidad es la venta en el mercado de Buenos Aires y La Pampa.

San Rafael se asocia con características de ganadería mayor, donde el 70% de los campos son de secano, el 27% son bajo riego y el 2% son integrados[161].

La actividad de la zona cuenta con diferentes herramientas para el abastecimiento hídrico. Las aguadas son de gran importancia para acumular el agua de lluvia. Si bien resultan económicas, las escazas precipitación y la infiltración de los suelos de la zona, hace que no se aproveche íntegramente el volumen almacenado. La comuna suele disponer de personal y maquinarias para su mantenimiento[162].

Ilustración 217. Aguada natural [163]



[160] DGI. 2019. Consulta significativa proyecto Acueducto Ganadero Monte Coman – La Horqueta: Memoria Descriptiva.
[161] Cluster Ganadero Bovino de Mendoza. 2015. Caracterización San Rafael.
[162] https://viapais.com.ar/mendoza/2100883-construyen-represas-en-la-paz-para-contener-el-agua-de-lluvia/

El agua subterránea, extraída mediante pozos, presenta alta salinidad (4.000 a 5.000 µmhos), elevados niveles de sulfatos y presencia de elementos tóxicos como el arsénico. Sin embargo, al ser la fuente más cercana y viable económicamente, existen numerosos pozos ejecutados por los productores.

En la zona existen 4 tipos de bombeo en uso: bombeo eólico, bombeo solar, bombeo con energía eléctrica de la red y bombeo con uso de combustibles (en casos de emergencia). En todos los casos, se trata de pozos someros, entre 12 m y 20 m de profundidad, en donde se extraen caudales moderados en el orden de 20.000 litros por día.

En cuanto al aprovechamiento del agua de pozos, el estudio detalla:

- Pozos intra-parcelarios con aprovechamiento en inmediaciones. Los sistemas consisten en una perforación que abastece un reservorio conectado a uno o más bebederos. Es el sistema utilizado en la mayoría del territorio.

Ilustración 218. Pozo con reservorio y bebedero en las inmediaciones [163]



- Pozos intra-parcelarios con red de distribución. Usada cuando la calidad del recurso se encuentra en un sector puntual del campo, por lo cual se realiza una sola perforación que abastece a varios reservorios.
- Pozos extra-parcelarios con red de distribución interna. Para casos donde el recurso subterráneo en la parcela no llega a los niveles mínimos de calidad necesarios para la bebida de ganado. Realizando un pozo en otra parcela (con acuerdo entre propietarios), y se conduce el agua hasta el campo para luego ser distribuido mediante una red interna.

Por último, se cuenta con el abastecimiento por bombeo desde el Río Diamante, a través de energía de la red. La calidad del recurso, para bebida del ganado, es mejor a la del agua subterránea. El inconveniente de estas captaciones es que, en épocas de estivales, el recurso no llega a esta zona del río.

Ilustración 219. Pozos en la margen Sur RN146 [163]

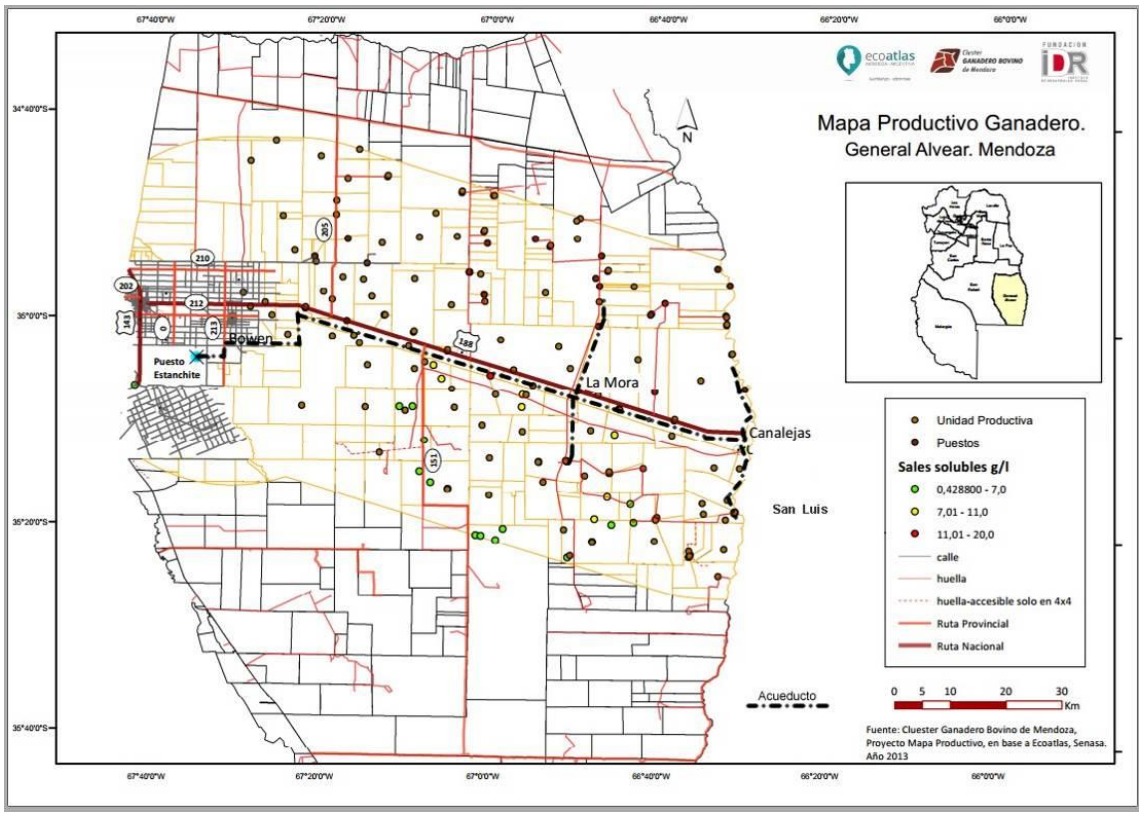


13.4.4. Secano de General Alvear

En el departamento de General Alvear tanto la cantidad como la calidad del agua subterránea es una fuerte limitación para el desarrollo ganadero. La escasa disponibilidad y la composición muy salina, incide fuertemente en la productividad ganadera.

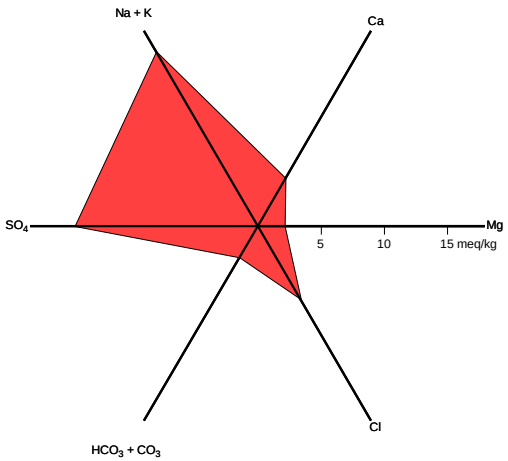
En la figura siguiente puede observarse el detalle de composición de sales en diferentes sectores de los campos ganaderos de la Travesía de General Alvear con valores que superan, en gran parte del territorio, los valores mínimos necesarios para asegurar una adecuada productividad animal.

Ilustración 220. Salinidad de Aguas para consumo animal en Mapa Productiva Ganadero Gral. Alvear



Las conductividades oscilan entre 1227 µS/cm y 4775 µS/cm y la conductividad media es 2496 µS/cm. Las aguas tienen composición predominante de tipo sódico sulfatadas. A continuación, a modo de ejemplo, se presenta la composición iónica relativa de un pozo de extracción de agua de la Cooperativa COSPAC.

Ilustración 221. Diagrama Radial de agua de pozo en Bowen. Nótese la composición dominante sódico sulfatada.Salinidad de Aguas para consumo animal en Mapa Productiva Ganadero Gral. Alvear



En base a esta problemática, en el año 2019 se realizó el Acueducto Ganadero Bowen-Canalejas (los detalles técnicos se presentan en el apartado de Proyectos de Infraestructura hídrica) que permitió el abastecimiento a cinco grandes ramales (Los Huarpes, Corral de Lorca, Mora Norte, Mora Sur y Ruta Nacional 188), juntamente con otros 17 ramales secundarios.

13.4.5. Proyectos de infraestructura hídrica

A nivel de infraestructura general, se destacan avances en el abastecimiento de agua potable, viviendas, escuelas rurales, caminos, energía (electrificación rural y paneles solares) e infraestructura para faenamiento de ganado, entre otros.

Respecto a la infraestructura hídrica, la provincia de Mendoza busca potenciar la actividad ganadera de secano mediante una red integrada de Acueductos Ganaderos en el secano mendocino. Los mismos surgen como necesidad a partir de las siguientes características de la ganadería de secano:

- Escasa disponibilidad y calidad de agua
- Distribución inadecuada del recurso.
- Extensas zonas de campos, sin acceso a agua para bebida del ganado.
- Baja carga animal potencial.
- Procesos de desertificación (sobrepastoreo)

En los últimos años se han concretado obras para el ámbito rural:

- 2007: comenzó la construcción del Acueducto del Desierto ubicado en el departamento de Lavalle (acueducto de agua potable). Cuenta con 2 perforaciones, 300km de redes con estaciones de bombeo y la entrega de 600 tanques. El proyecto beneficia a 600 familias[163].
- 2012: se construyó un canal derivador de caudales, desde el Arroyo Tulumaya hasta la Laguna del Rosario.
- 2019: se inauguró el Acueducto Ganadero Bowen-Canalejas en el departamento de General Alvear. La obra incluye un reservorio de 9700 m3 alimentado con 2 pozos que extraen el agua a 120 m de profundidad. El recurso es distribuido mediante 606km de entubado, beneficiando a 984.200 ha y 225 usuarios.

Además, la provincia cuenta con una cartera de proyectos (a ejecutarse) que posibilitarán mejorar la cantidad y calidad del recurso hídrico:

- Acueducto ganadero La Paz: se prevé la construcción de un reservorio de 8.000m3 y 483km de acueducto entre red troncal y derivadas, que permitirá abastecer de agua a 380.100ha del departamento.
- Acueducto ganadero Monte Comán-La Horqueta: se extenderá entre los departamentos de San Rafael y La Paz. Se prevé la construcción de un reservorio de 8.000m3 y 291km de acueducto entre red troncal y derivadas, que permitirá abastecer a 434.580ha ubicadas al norte del río Diamante y de la Ruta Nacional 146
- Acueducto Cruz del Yugo: ubicado en el departamento de La Paz, incluye el abastecimiento de agua para bebida de animales y consumo humano (mediante redes de distribución de agua), equipamiento e instalaciones para la actividad ganadera, asistencia técnica a productores y fortalecimiento de instituciones.

13.4.6. Ganadería de cuencas altas y medias

En la zona media y alta de las cuencas predominan usos ganaderos extensivos sin manejo y asentamientos rurales o puestos, son sectores que disponen de recursos hídricos[164]. La ganadería es de subsistencia, especialmente de ganado caprino.

Con respecto, a vegas o mallines cubren pequeñas superficies de diferentes formas y tamaños, localizadas preferentemente en los bordes de los cauces con agua permanente y en las surgencias naturales de las laderas, comprenden desde comunidades acuáticas a terrenos casi secos. En cada nivel altitudinal, se

[163] https://lavallemendoza.gob.ar/public/gobierno/obras-del-departamento

[164] Abraham, E. Roig, F. y Salomón, M. 2005. Planificación y Gestión del Piedemonte al Oeste de la Ciudad de Mendoza. Un asunto Pendiente. OIKOS-Red Ambiental. Mendoza.

disponen en un gradiente de humedad desde lo más húmedo a lo más secos. Prácticamente todas están sometidas en mayor o menor grado a la actividad ganadera extensiva con caprinos, vacunos y equinos.

Mientras, en el piedemonte existen diferentes densidades de puestos, en sitios asociados a la disponibilidad de agua de vertientes[165].

Por último, en las cerrilladas y huayquerías pedemontanas, los suelos están formados por materiales alóctonos -aluviales, coluviales, regosólicos – así como areniscas y calcáreos, poco resistentes a la erosión. En general falta completamente el agua o, si aparece, es salina. Los puestos ganaderos por lo tanto son escasos, localizados en la periferia.

13.4.7. Ganadería de trashumancia [166]

La cría de ganado, a partir de la práctica de actividades de trashumancia representada por veranadas en las vegas de montaña durante la época estival e invernadas en los puestos de planicie, constituyen una fuente de productividad importante para la producción ganadera, especialmente en el sur provincial.

En el departamento de Malargüe la ganadería es una actividad económica de importancia. La actividad se centra en la producción caprina y en menor medida, bovina y ovina. El circuito productivo se conforma por la invernada, la veranada y la ruta pecuaria, según consta en la Ordenanza 1.796 de Malargüe sancionada en el 2015.

Los puestos de veranada se ubican en sectores estratégicos por la presencia de vertientes o arroyos, mallines, terrazas y laderas de menor pendiente.

Ilustración 222. Puestos de veranada – RN145 Paso Pehuenche



[165] Jobbágy, E.G., Poca M., Nosetto, M.D., Castellanos G., Otta, S.A., Corvolo, M.P., Juaneda, E., Salva, J.S. “Análisis de Factibilidad para un Fondo de Agua en la Cuenca del Río Mendoza”. Agosto 2018. Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. 184 pp

[166] UNCuyo. 2017. MGIA Proyecto Aprovechamiento Multipropósito Portezuelo del Viento. Malargüe, provincia de Mendoza.

Según los crianceros definen a la veranada como (Resolución Nº 40/2016 Ministerio de Agroindustria-SENASA):

- Campos de buenos pastos para engordar hacienda, predominantemente abiertos, delimitados por accidentes geográficos.
- Ubicados en zonas cordilleranas y precordilleranas, a una altura entre 1.400 - 2.000 ms.n.m.
- Precipitaciones anuales en forma de nieve entre los 800-1200 mm.
- Presencia de mallines con alta disponibilidad forrajera, como valor de referencia (2.500 kg/ha de materia seca).

La invernada se desarrolla en la meseta y valles inferiores donde hay escasez de agua y pasturas hacia fines de la primavera (Resolución Nº 40/2016 Ministerio de Agroindustria – SENASA).

Para la cuenca del río Grande, la calidad del agua (medida en la estación hidrométrica La Gotera) para bebida de ganado bovino es calificada como Excelente. El contenido de sales es de 1.042mg/l, con 248 mg/l de cloruros y 129 mg/l de sodio.

13.5. Uso de agua en actividades industriales en zona de secano

Dentro del análisis de los consumos de agua en la zona de secano en la Provincia de Mendoza, resulta importante citar los casos de las actividades vinculadas a la exploración, explotación y refinación de hidrocarburos, como así también a la minería, aunque como se explicitará más adelante los consumos para esta actividad son prácticamente despreciables en nuestra provincia. SI bien desde el punto de vista cuantitativo, son actividades que no se caracterizan en el caso de Mendoza por un consumo elevado de agua, resulta relevante su descripción y poder llegar a una aproximación de los consumos asociados.

En el caso de la industria petrolera, el uso de agua se relaciona principalmente con la exploración, producción y tratamiento de hidrocarburos, caracterizándose este aprovechamiento por una marcada dispersión territorial, claro está, en relación directa con la ubicación espacial de las principales cuencas o unidades productoras.

Las empresas petroleras hacen uso de agua para satisfacer sus necesidades operativas, empleando diversas estrategias de captación de agua provenientes de múltiples fuentes, siempre y en todos los casos con el pertinente acto administrativo que autoriza la captación para los usos solicitados. Entre las formas principales de toma pueden mencionarse captaciones directas desde arroyos y ríos e incluso en casos excepcionales, suministros de fuentes subterráneas por bombeo o surgencia, o sistemas mixtos, mediante bombeo de pozos ubicados en el subálveo de cauces superficiales. Esta última forma de captación es especialmente utilizada en el Sur provincial, sobre todo en empresa o Yacimientos ubicados en las márgenes de los Ríos Grande y Colorado.

Ilustración 223. Pozo Mendoza I. Yacimiento El Portón (YPF). Captación del Subálveo, con bomba sumergible y sistema de medición por telemetría



El uso del agua en la industria petrolera es sumamente diversificado, abarcando múltiples etapas del ciclo de producción. En el “upstream”, etapa que abarca la exploración y producción de petróleo, el agua desempeña un papel relevante. Durante la fase exploratoria, se la utiliza en actividades como la perforación y reacondicionamiento de pozos y la realización de estudios geofísicos. Además, en la etapa productiva, el agua se emplea en algunos casos para facilitar la extracción de petróleo, aunque en el caso de Mendoza esta operación es realizada con agua de formación, es decir la que se encuentra asociada al crudo extraído y es separada en la primera etapa de tratamiento en el mismo yacimiento.

Ilustración 224. Captación y almacenamiento de agua. Empresa Rach. Yacimiento Cajón de Los Caballos. Malargüe



Por otro lado, en el “downstream”, el agua se utiliza en procesos relacionados con el refinamiento del petróleo. Aquí, el agua juega un papel fundamental en operaciones como el enfriamiento de equipos, la purificación de combustibles y la generación de vapor para procesos de destilación. Además de los usos mencionados, también se emplea agua en actividades secundarias en ambas etapas, entre las que pueden mencionarse el acondicionamiento de caminos, el abastecimiento de agua a su personal y otras necesidades básicas.

Con el fin de monitorear y regular esta utilización, las compañías presentan declaraciones juradas mensuales que detallan el volumen de agua utilizado, y en otros casos han implementado sistemas de telemetría que permiten un registro continuo y en tiempo real de los puntos de captación y consumo de agua.

En Mendoza, y sobre la base de las presentaciones juradas presentadas y los registros de medición del DGI, la utilización de agua en la industria petrolera alcanza anualmente alrededor de 3 Hm cúbicos. Este valor excluye la captación de la destilería Lujan de Cuyo, que ronda el m3/s, pero que puede considerarse como un uso NO CONSUNTIVO, ya que este volumen es prácticamente retornado al cauce del Rio Mendoza en forma completa.

En el caso de la Minería, Mendoza no cuenta actualmente con emprendimientos mineros de envergadura que operen con volúmenes importantes de agua. En parte esto ocurre por las restricciones legales imperantes, que de cierta forma no posibilita los métodos convencionales para la extracción o explotación de recursos minerales metalíferos que son, en términos generales, los procesos de la actividad Minera que más agua demandan. En nuestro territorio se dan principalmente procesos de extracción de minerales de segunda y tercera categoría (Yesos, áridos, etc.). Estas actividades en general no implican la utilización de agua en los procesos de extracción, o los volúmenes son menores y en algunos casos no consuntivos, como por ejemplo en el lavado de áridos, donde en la mayoría de estos procesos el agua es retronada al cuerpo hídrico de origen. Los permisos para uso de agua en Minería se restringen al uso del abastecimiento del personal, o al acondicionamiento de caminos. Puede citarse como un caso diferencial el permiso de uso de agua otorgado oportunamente por el Departamento General de Irrigación a la empresa VALE, en el Yacimiento de Sales de Potasio del sur provincial, que comprendía la utilización de 1 m3/s de agua proveniente del Rio Colorado. Este Yacimiento se encuentra ya desde hace varios años inactivo.


IRRIGACIÓN

PLAN MAESTRO PARA EL SECTOR HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Informe 2.2 - Proyecciones De La Oferta

Enero 2024

Informe 2.1 - Proyecciones de la Oferta

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8

2. RESUMEN EJECUTIVO 8

3. OBJETIVO DEL INFORME 9

4. ACTUALIZACIONES SOBRE EL AGUA DISPONIBLE 10

4.1. AGUA SUBTERRÁNEA 10
4.2. DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL 32
4.3. AGUA TRATADA 32

5. INFORME SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO 34

5.1. RESUMEN EJECUTIVO 34
5.2. INTRODUCCIÓN 36
5.3. METODOLOGÍA 39
5.4. RESULTADOS 41
5.5. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES 49

6. AGUA DISPONIBLE PROYECTADA PARA 2030,2040 Y 2050 53

6.1. AGUA SUPERFICIAL 53
6.2. AGUA SUBTERRÁNEA 56
6.3. AGUA TRATADA 86
6.4. RESUMEN DEL AGUA DISPONIBLE PROYECTADA 87

7. CONCLUSIONES 93

7.1. AGUA SUPERFICIAL 93
7.2. AGUA SUBTERRÁNEA 93
7.3. AGUA TRATADA 95

8. BIBLIOGRAFÍA 96

INFORMES ADJUNTOS

El informe de IANIGLA **"PROYECCIONES DEL CLIMA Y DE LA OFERTA HÍDRICA PARA LAS PRÓXIMAS DÉCADAS EN LA PROVINCIA DE MENDOZA - agosto de 2023"** de Ezequiel Toum, Juan A. Rivera, Maximiliano Viale, se adjunta (copia digital).

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1: Agua Disponible Proyectada - Mendoza (Hm^3) 8
Tabla 2-2: Volúmenes Acumulados de Agua Subterránea en hm^3 9
Tabla 2-3: Volúmenes potenciales de agua tratada en hm^3/año 9
Tabla 4-1: Clasificación de acuíferos por INA, cubriendo las áreas de recarga administradas mapeadas en la Figura 4-2. El rendimiento específico fue modificado y analizado en el transcurso de este trabajo (ver Tabla 4-2). 22
Tabla 4-2: Variación de almacenamiento de aguas subterráneas en la provincia de Mendoza entre 2007-2022. 24
Tabla 4-3. Componentes del balance anual de aguas subterráneas. 28
Tabla 4-4: Valores de agua disponibles actualizados 32
Tabla 4-5: Capacidad real del agua tratada 33
Tabla 5-1: Cambios previstos en el agua disponible superficial en la provincia de Mendoza para los diferentes períodos con respecto al período 2000-2020 36
Tabla 5-2: Modelos climáticos globales y regionales que se utilizaron en el estudio 41
Tabla 5-3: Cambios esperados en los parámetros hidro-climáticas en la provincia de Mendoza para los diferentes períodos respecto al 2000-2020 49
Tabla 5-4: Cambios esperados en el agua disponible en la provincia de Mendoza para los diferentes períodos respecto al 2000-2020 49
Tabla 5-5: Cambio en el caudal para 2050 con respecto al período base 2001-2010 51
Tabla 5-6: Proyección IANIGLA 2050 52
Tabla 5-7: Proyección Mekorot 2050 52
Tabla 6-1: Agua superficial disponible prevista hasta 2050 53
Tabla 6-2: Agua disponible Mendoza, percentiles anuales - Agua disponible (Hm^3) 55
Tabla 6-3: Probabilidad de Ocurrencia 56
Tabla 6-4: Balance Hídrico actual. Valores expresados en Hm^3/año 59
Tabla 6-5: oferta hídrica total del sistema para el periodo 2001 a 2022 (hm^3/año) 62

Tabla 6-6: Oferta hídrica de acuerdo con el modelo calibrado hasta el año 2050 (hm^3/año) 64
Tabla 6-7: Balance Hídrico Global del Acuífero del Río Tunuyán Inferior (hm^3/año) 68
Tabla 6-8: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río TI (2021-2050), en hm^3/año 69
Tabla 6-9: Balance Hídrico Global del Acuífero del Río Mendoza (hm^3/año) 71
Tabla 6-10: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río Mendoza (2021-2050), en hm^3/año 73
Tabla 6-11: Balance Hídrico Global del Acuífero del Río Atuel, en hm^3/año 75
Tabla 6-12: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río Atuel (2021-2050), en hm^3/año. 77
Tabla 6-13: Balance Hídrico global del acuífero Río Diamante (hm^3/año) 80
Tabla 6-14: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río Diamante (2021-2050), en hm^3/año 81
Tabla 6-15: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Tunuyán Superior (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm^3 82
Tabla 6-16: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Tunuyán Inferior (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm^3 83
Tabla 6-17: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Mendoza (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm^3 83
Tabla 6-18: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Atuel (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm^3 83
Tabla 6-19: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Diamante (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm^3 83
Tabla 6-20: Producción de agua subterránea recomendada en hm^3 84
Tabla 6-21: Volumen potencial de agua tratada 2030, 2040 y 2050, en hm^3/año 86
Tabla 6-22: capacidad de tratamiento actual en la provincia, en hm^3/año 86
Tabla 6-23: Resumen Del Agua Disponible Proyectada (Hm^3) 87
Tabla 7-1: Cambios previstos en el agua disponible en la provincia de Mendoza para los diferentes períodos con respecto al período 2000-2020 93
Tabla 7-2: Volúmenes recomendados de producción de agua subterránea, en hm^3/año 95
Tabla 7-3: Volúmenes potenciales de agua tratada, en hm^3/año 95

Lista de Figuras

Figura 4-1: Cobertura de pozos de agua subterránea (puntos) 10
Figura 4-2: Áreas administrativas de aguas subterráneas que componen las principales cuencas de la provincia de Mendoza. 11
Figura 4-3: Columna estratigráfica de la provincia de Mendoza. Los colores corresponden al mapa geológico de la Figura 4-2. 12
Figura 4-4: Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca norte durante la temporada de invierno de 2022, perfilados en intervalos de 20 m. 14
Figura 4-5: Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca central de Tunuyán Superior durante la temporada de invierno de 2022, contorneados en intervalos de 50 m. Agua Superficial .. 15
Figura 4-6. Niveles freáticos (líneas verdes) en las zonas Diamante y Atuel de la cuenca sur durante la temporada invernal de 2022, contorneados en intervalos de 20 m. 16
Figura 4-7: Hidrogramas de pozos seleccionados en el área de recarga de Margen Izquierda de la cuenca norte. 17
Figura 4-8: Hidrogramas de pozos seleccionados en el área de recarga de Margen Derecha de la cuenca norte. Se aprecia un aumento del nivel del agua subterránea durante 2007-2022. 18
Figura 4-9: Hidrogramas de pozos seleccionados en el área de recarga Tunuyán Inferior de la cuenca norte. Se aprecia una disminución del nivel del agua subterránea durante 2007-2022. 18
Figura 4-10: Hidrogramas de pozos seleccionados en la cuenca centro de Tunuyán Superior. La faltade dato aumenta la incertidumbre de las tendencias de los niveles de agua subterránea. 18
Figura 4-11: Hidrogramas de pozos seleccionados en las zonas de recarga de la Cuenca Sur. La falta de datos aumenta la incertidumbre de las tendencias de los niveles de agua subterránea. 19
Figura 4-12: Variación promedio anual del nivel freático durante 2007-2022 en la cuenca norte. Se excluyen los pozos con coeficiente de correlación (R^2) <0,7 (círculos blancos). 19
Figura 4-13: Variación promedio anual del nivel freático durante 2007-2022 en la cuenca centro del Tunuyán Superior. Se excluyen los pozos con coeficiente de correlación (R^2) <0,7 (círculos blancos). 20
Figura 4-14. Variación promedio anual del nivel freático durante 2007-2022 en las zonas de recarga de la cuenca sur. 21
Figura 4-15: Rendimiento específico en la cuenca sur basado en datos de pruebas de bombeo de pozos (INA-CRAS, 1981), en comparación con las áreas de recarga administradas (ver también Figura 4-2 y línea gris en la Figura 4-14). Los rangos generalizados de rendimiento específico para cada área (compuestos por varios polígonos) se indican en rojo. Los números negros indican el área en hectáreas de cada polígono. 24

Figura 5-1: Cambios esperados (%) en los volúmenes de agua disponibles de Mendoza para los períodos 2030, 2050 y 2070 con respecto al período de referencia de 2000-2020 36
Figura 5-2: La Cordillera de los Andes en la provincia de Mendoza, Fuente: Rivera y Arnould, 2020 .. 38
Figura 5-3: Los principales ríos de la provincia de Mendoza 39
Figura 5-4: Anomalía de las temperaturas medias para el periodo 2020-2040 respecto a la línea base 42
Figura 5-5: Media (naranja) y máx. (azul) tendencia de las temperaturas anuales en los Andes de Mendoza, 5126 m 42
Figura 5-6: Evaporación anual en Mendoza, elevación 1665 m 43
Figura 5-7: Anomalía de precipitación (%) para el período 2030 - 2050 con respecto a la línea base 1970-2000. 44
Figura 5-8: Precipitación anual simulada en las regiones andinas de gran altitud en Mendoza 45
Figura 5-9: Anomalía de precipitación mensual (%) para el periodo 2030-2039 respecto a la línea base 1995-2014. 45
Figura 5-10: Desviación estándar de precipitación anual para Mendoza (regiones de gran altitud) ... 46
Figura 5-11: El índice de sequía SPEI (precipitación y evaporación) para diferentes escenarios climáticos para Mendoza 46
Figura 5-12: Acumulación anual de nieve en la zona de los Andes de Mendoza: 5126m 47
Figura 5-13: Anomalía del volumen medio anual de caudales para el período 2030-2050 con respecto a la línea base 1970-2000 48
Figura 5-14: Cambios mensuales (%) en los volúmenes de agua del río Mendoza para los períodos 2030, 2050 y 2070 con respecto al período base de 1970-2000 48
Figura 5-15: Cambios (%) en los volúmenes de agua disponibles en Mendoza para los períodos 2030, 2050 y 2070 respecto al período base 2000-2020 49
Figura 6-1: Correlaciones entre las distintas variables 61
Figura 6-2: Oferta Hídrica. Cuenca Río Tunuyán 63
Figura 6-3: Tendencia Oferta Hídrica. Cuenca río Tunuyán Superior. Media móvil de 10 años. 63
Figura 6-4: Tendencia en los valores de oferta hídrica total, escenario proyectado 65
Figura 6-5: Derrames anuales Río Tunuyán en Valle de Uco hacia el año 2050 65
Figura 6-6: Volumen extraído del acuífero, proyectado al año 2050 65
Figura 6-7: Media móvil de 10 años. Volumen Extraído del acuífero, escenario proyectado a 2050 ... 66
Figura 6-8: Correlación entre los valores de oferta total e Ingresos al acuífero (Mendoza) 72
Figura 6-9: Correlación entre los valores de oferta total e Ingresos al acuífero (Atuel) 76
Figura 6-10: Correlación entre los valores de oferta total e Ingresos al acuífero (Diamante) 80

Figura 6-11: Oferta proyectada de Agua Superficial, periodo de retorno de 10 años, percentil del 10% 88
Figura 6-12: Oferta proyectada de Agua Superficial, periodo de retorno de 2 años, percentil del 50% 89
Figura 6-13: Oferta proyectada de Agua Superficial, periodo de retorno de 2 años, percentil del 90% 90
Figura 6-14: Volumen Acumulado De Agua Subterránea Proyectado 91
Figura 6-15: Volumen de agua tratada proyectado 92

1. INTRODUCCIÓN

Este informe presenta los cálculos del suministro de agua proyectado en la provincia de Mendoza, para los años 2030, 2040 y 2050.

Las proyecciones se han realizado en base a los cálculos de agua disponible presentados en el informe 1.1 y según el informe sobre la influencia del cambio climático en los recursos hídricos de la provincia (capítulo 5).

• Agua Superficial: proyecciones de disponibilidad de agua superficial para 2030, 2040 y 2050.

• Aguas Subterráneas: Estimaciones de cambio en el almacenamiento de aguas subterráneas debido a los efectos del cambio climático para 2030, 2040 y 2050.

• Aguas Tratadas: presentación del potencial de Agua Tratada según las proyecciones de demanda de agua potable (Informe 3) para 2030, 2040 y 2050.

2. RESUMEN EJECUTIVO

El Informe 2 trata de las proyecciones de los recursos hídricos para la Provincia de Mendoza. Las proyecciones se realizaron para los años 2030, 2040 y 2050.

Las proyecciones se realizaron con base en la disponibilidad real de agua (agua superficial, agua tratada y agua subterránea) y con los cambios previstos tal como se presentan en el informe sobre cambio climático (capítulo 5).

La siguiente tabla presenta las proyecciones de agua superficial disponible en la provincia en general para los diferentes percentiles.

Tabla 2-1: Agua Disponible Proyectada - Mendoza (Hm^3)

	Percentiles	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
	Probabilidad de Ocurrencia	Cada 20 años	Cada 10 años	Cada 4 años	Cada 2 años	Cada 4 años	Cada 10 años	Cada 20 años
Total	Año	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
	2030	1.994	2.452	3.093	4.070	5.047	5.688	6.146
	2040	1.866	2.327	2.971	3.955	4.939	5.583	6.044
	2050	1.744	2.209	2.859	3.850	4.841	5.491	5.956

La siguiente tabla presenta los volúmenes acumulados de agua subterránea disponible (basados en el modelo WEAP) hasta el año 2050.

Tabla 2-2: Volúmenes Acumulados de Agua Subterránea en hm^3

Año	2020 a 2030	2030 a 2040	2040 a 2050
Cuenca	**Volumen acumulado en 10 años**	**Volumen acumulado en 20 años**	**Volumen acumulado en 30 años**
Mendoza	2.413	4.827	7.242
Tunuyán Inferior	2.750	4.124	8.351
Tunuyán Superior	2.740	7.870	12.407
Atuel	513	1.009	1.497
Diamante	188	342	481

Tabla 2-3: Volúmenes potenciales de agua tratada en hm^3/año

Cuenca	Volumen	2030	2040	2050
Mendoza	106	119,2	128,8	139,2
Tunuyán Superior	4	13,1	14,4	15,8
Tunuyán Inferior	12	26	28	30
Diamante	5	13,6	14,3	15,1
Atuel	4	9,7	10,2	10,6
Malargüe	0	3,1	3,3	3,6
TOTAL	**131**	**184**	**199**	**214**
Falta	-	**53**	**68**	**83**

3. OBJETIVO DEL INFORME

El Informe N° 2, está enfocado en la evaluación de las proyecciones de los recursos hídricos (Aguas Subterráneas, Superficiales y Tratadas), en Mendoza, para las décadas 2030, 2040 y 2050. Junto con el Informe N° 3 (Informe de Proyecciones de Demanda de Agua), se presentará la proyección del balance hídrico.

El Informe N° 4 se enfocará en los BALANCES HÍDRICOS PROSPECTIVOS.

4. ACTUALIZACIONES SOBRE EL AGUA DISPONIBLE

4.1. AGUA SUBTERRÁNEA

4.1.1. NIVELES DE AGUA SUBTERRÁNEA

Los acuíferos de la provincia de Mendoza comprenden varias cuencas, principalmente la cuenca norte del Rio Mendoza y Tunuyán Inferior, la cuenca centro del Tunuyán Superior (Valle de Uco) y la cuenca sur de Diamante y Atuel (Figuras 4-1). Cada cuenca se gestiona tanto la distribución del agua superficial como la asignación del agua subterránea.

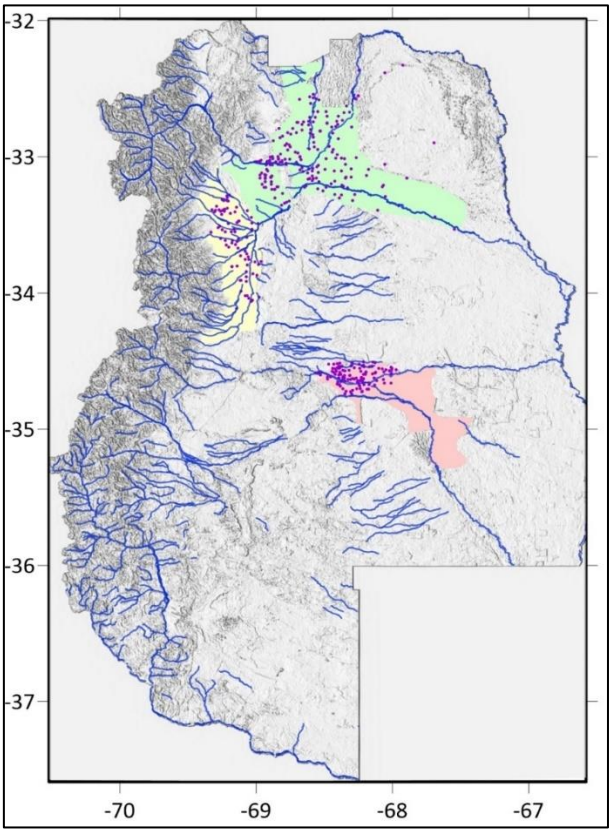


Figura 4-1: Cobertura de pozos de agua subterránea (puntos)[1]

Las cuencas se dividen en unidades de manejo con el objetivo de gestionar el recurso hídrico (Figura 4-2), sin embargo, la extensión espacial e hidrogeológica asumida de los acuíferos está más allá de estos límites. No hay una delimitación precisa de hasta dónde se extienden los acuíferos sobre todo en las zonas distales donde los límites del acuífero son difusos.

[1] Cuenca Norte: Tunuyán Inferior y ambas márgenes del río Mendoza(verde), Tunuyán Superior (amarillo) y Diamante y Atuel (rosa). Los cursos de agua se denotan con líneas azules.

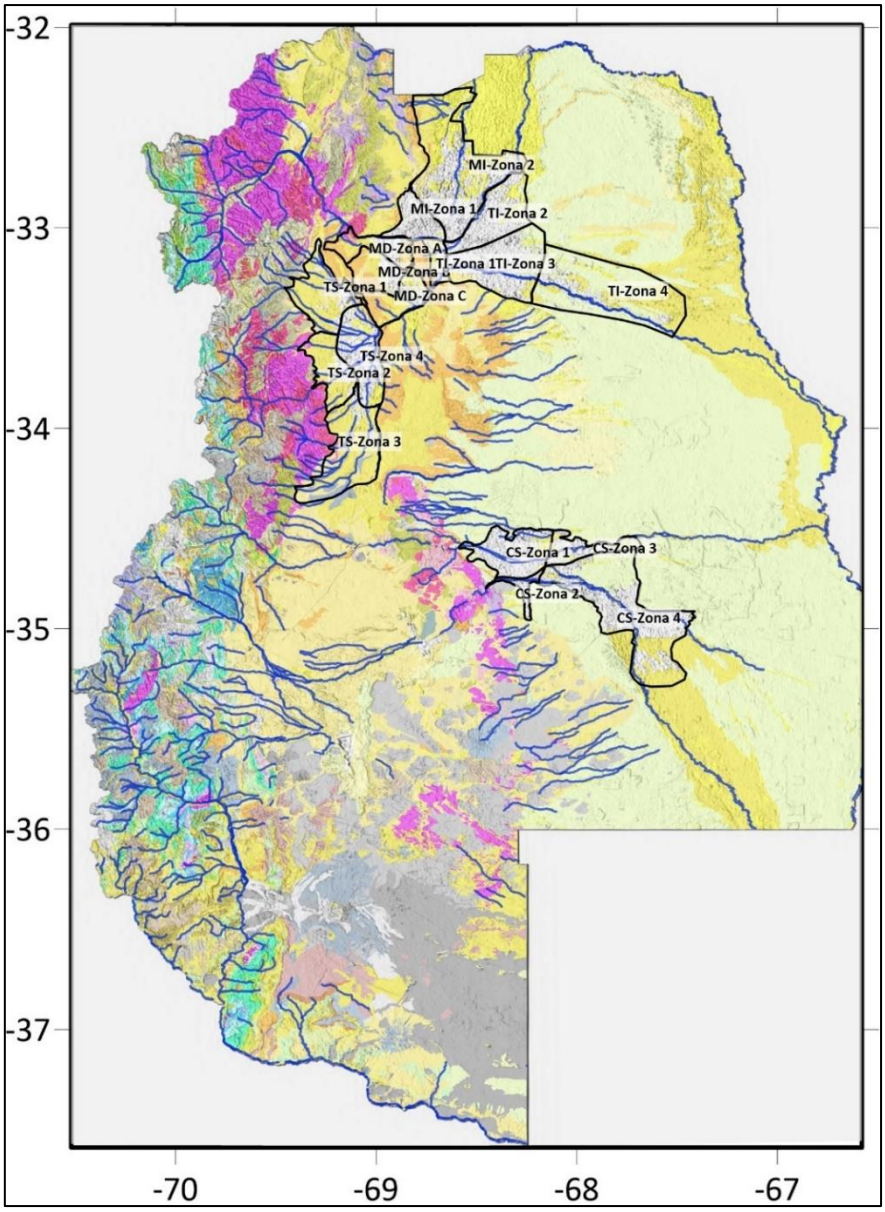


Figura 4-2: Áreas administrativas de aguas subterráneas que componen las principales cuencas de la provincia de Mendoza[2].

[2] Se desconoce la extensión de los acuíferos más allá de las unidades de manejo. Los colores de fondo indican unidades geológicas (leyenda en la Figura 4-3).

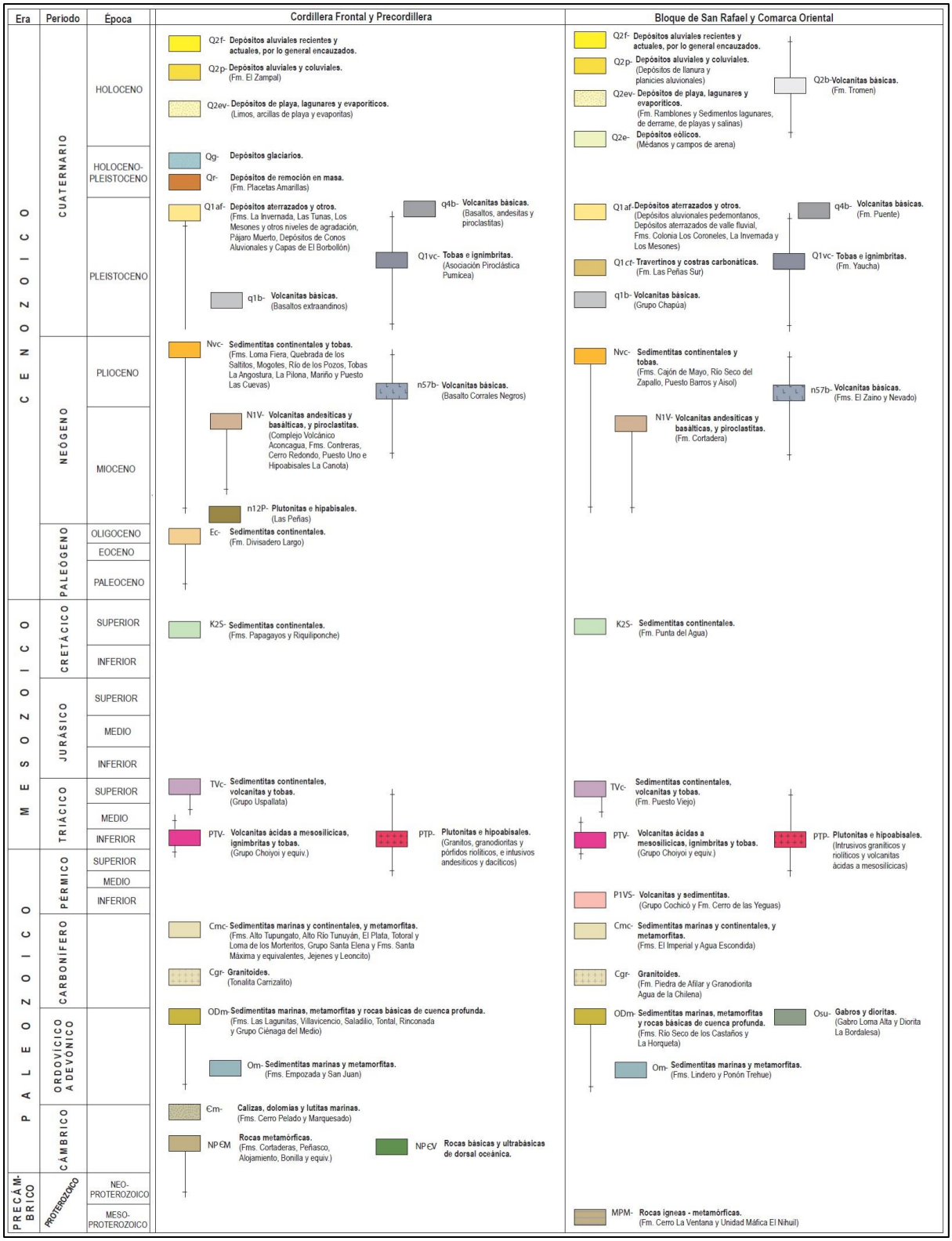


Figura 4-3: Columna estratigráfica de la provincia de Mendoza. Los colores corresponden al mapa geológico de la Figura 4-2.

Las tendencias de variación de nivel del agua subterránea reflejan las variaciones del almacenamiento en los acuíferos. Cuando los niveles del agua subterránea permanecen estables no se producen

variaciones de almacenamiento en los acuíferos, pero cuando se producen elevaciones o descensos en los niveles del acuífero, se producen variaciones en el almacenamiento disponible en el acuífero.

La información disponible de niveles estáticos de los acuíferos proviene de las campañas de medición realizadas entre los meses de mayo a julio cuando la mayoría de los pozos no están bombeando. Durante este periodo algunas de las perforaciones continúan funcionando y no solamente no se puede realizar la medición del nivel estático, sino que además afectan las mediciones realizadas en las perforaciones vecinas. Debido a esto la precisión de la medición es limitada.

Las Figuras 4-4 a 4-6 muestran los niveles de agua subterránea medidos a partir de 2022. En la Cuenca Norte, el Rio Mendoza inicia su escurrimiento desde el oeste en la cordillera de Los Andes hasta la planicie aluvial, cruzando un área de rocas piroclásticas de probable alta conductividad hidráulica, como ignimbrita, toba y piedra pómez.

Al oeste de la cuenca los niveles de agua subterránea son más altos con aprox. +1000 m. El gradiente excepcionalmente alto en esta área puede estar asociado con la transición del acuífero libre al acuífero confinado/semiconfinado. En este caso, la transición comienza al oeste de la línea de confinamiento asumida por el INA (ver Tabla 4-1 a continuación). Sin embargo, según información del DGI, los acuíferos se asumen en su mayoría como un sistema multiacuífero, lo que implica que la transición del acuífero libre al acuífero confinado/semiconfinado juega un papel menor en la formación de este patrón de gradiente. Otros posibles mecanismos responsables de esto pueden estar asociados con la configuración tectónica del área, posiblemente involucrando fallas no detectadas. También es posible que las unidades geológicas estén compuestas de subunidades, estratigráficamente separadas por limo o arcilla aluvial, formando acuíferos locales colgados.

Para comprender mejor el patrón del nivel del agua subterránea en esta área, estas especulaciones requieren más investigaciones hidrogeológicas.

En la Margen Izquierda del Rio Mendoza, gradiente freático continúa hacia el noreste. En la parte oriental del área de recarga, los niveles de agua subterránea disminuyen en dirección *E-SE*, hacia la zona distal de la cuenca. Esta dirección de gradiente posiblemente esté asociada con la dirección del flujo superficial de los cursos de agua que cruzan la región.

En la Margen Derecha del Río Mendoza (Subcuenca El Carrizal) el gradiente freático del acuífero es hacia el sureste.

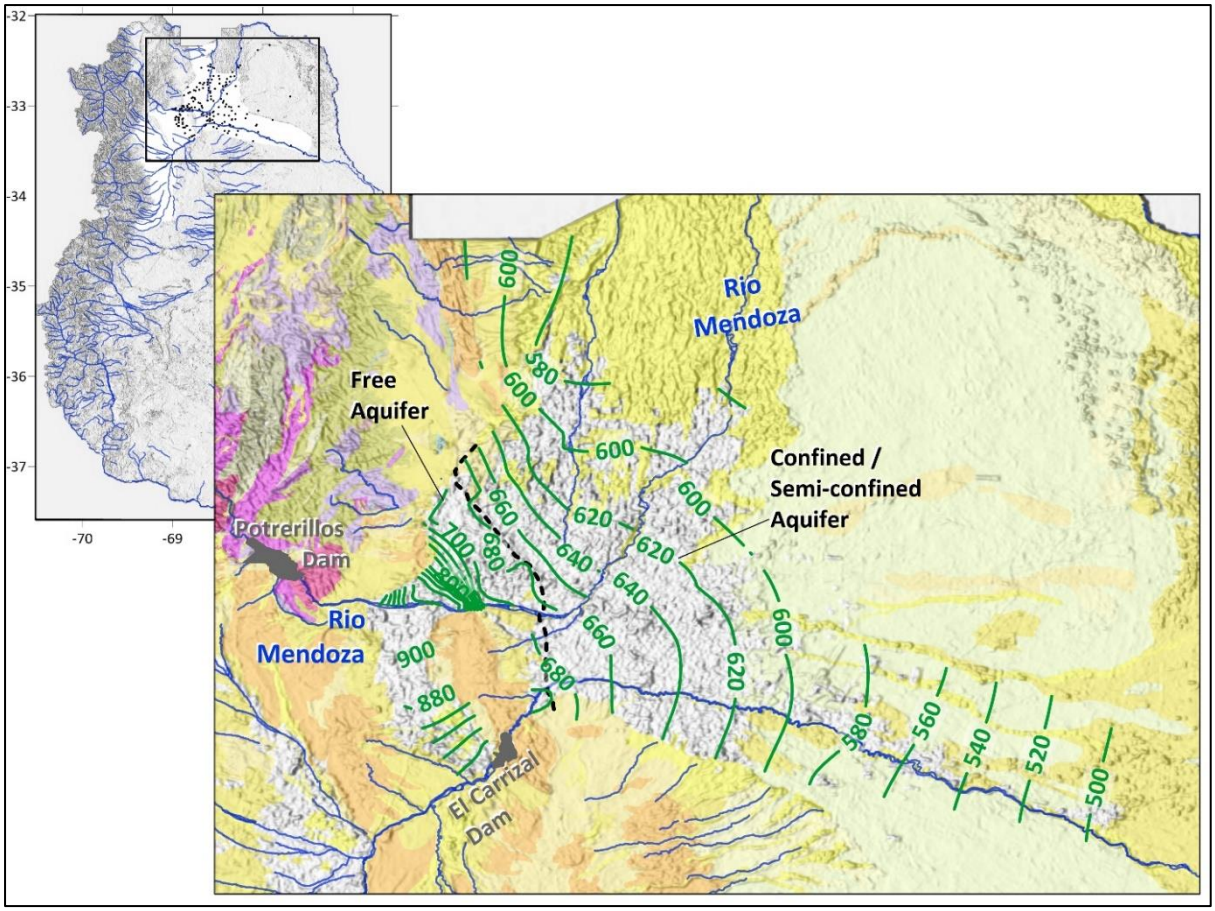


Figura 4-4: Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca norte durante la temporada de invierno de 2022, perfilados en intervalos de 20 m[3].

Los niveles freáticos en la cuenca centro del Tunuyán Superior, ocupada por el Valle de Uco, son más altos en su zona noroeste superando los +1450 m, y los +1300 m en su zona más meridional (Figura 4-5). Cabe destacar que estos niveles son varios cientos de metros más altos que los niveles de agua subterránea en Tunuyán Inferior, posiblemente debido a la proximidad de la cuenca del Tunuyán Superior a las montañas que la delimitan desde el oeste. Además, el flujo entrante aquí se debe a múltiples ríos, por ejemplo, Río Las Tunas, Río Grande, Río Tunuyán, Río Del Rosario y Río Yaucha. Los niveles de agua subterránea disminuyen más hacia el interior del área de recarga y convergen en su parte oriental a aproximadamente +900 m.

[3] Los cursos de agua se indican con líneas azules, incluido el río Mendoza que ingresa a la cuenca desde el oeste. Los colores de fondo indican unidades geológicas (leyenda en la Figura 4-3). Destacan rocas piroclásticas (magenta) donde el río se acerca a la cuenca.

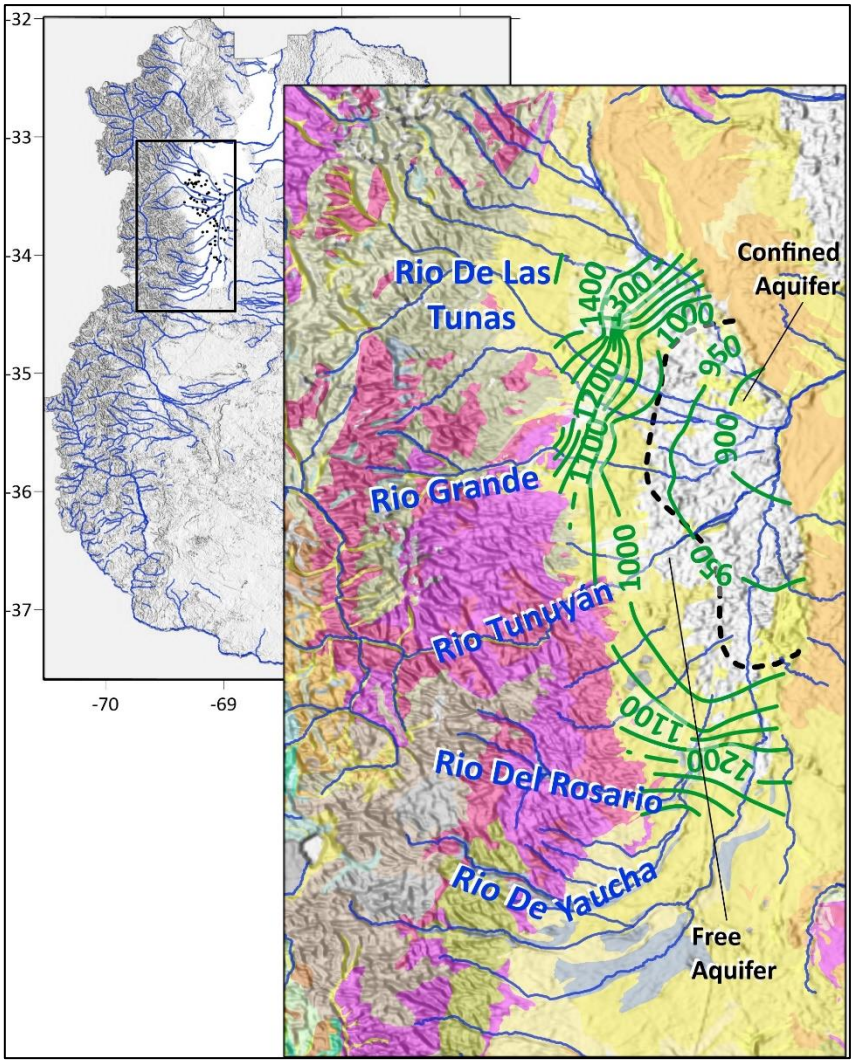


Figura 4-5: Niveles de agua subterránea (líneas verdes) en la cuenca central de Tunuyán Superior durante la temporada de invierno de 2022, contorneados en intervalos de 50 m[4]. Agua Superficial

Al igual que en la cuenca Tunuyán Inferior, las direcciones del gradiente del agua subterránea parecen coincidir con la dirección del flujo superficial de los cursos de agua que cruzan el valle. Estos cursos de agua ingresan al Valle de Uco desde el oeste, a través de una zona de rocas piroclásticas (Figura 4-5) como ignimbrita, toba y piedra pómez. El Río Yaucha, ingresando al valle desde el sur, atraviesa dichas rocas y sedimentos marinos. La evidente presencia tanto de piroclásticos como de sedimentos en las zonas de aproximación de los cursos de agua al valle puede estar asociada a los altos niveles freáticos observados en estas zonas. Por lo tanto, se especula que el entorno geológico alberga un componente de recarga del subsuelo, además del flujo entrante superficial al oeste del valle. De ser así, entonces

[4] Los cursos de agua se indican con líneas azules, incluidos los ríos Río Las Tunas, Río Grande, Río Tunuyán, Río Del Rosario y Río Yaucha que ingresan a la cuenca desde el oeste y el sur. Los colores de fondo indican unidades geológicas (leyenda en la Figura 4-3). Destacan los sedimentos marinos (amarillo fangoso) y las rocas piroclásticas (magenta) donde los cursos de agua se acercan al valle.

las rocas observadas en esta zona son de alta conductividad hidráulica (posiblemente sedimentos marinos fracturados y/o piroclásticos porosos).

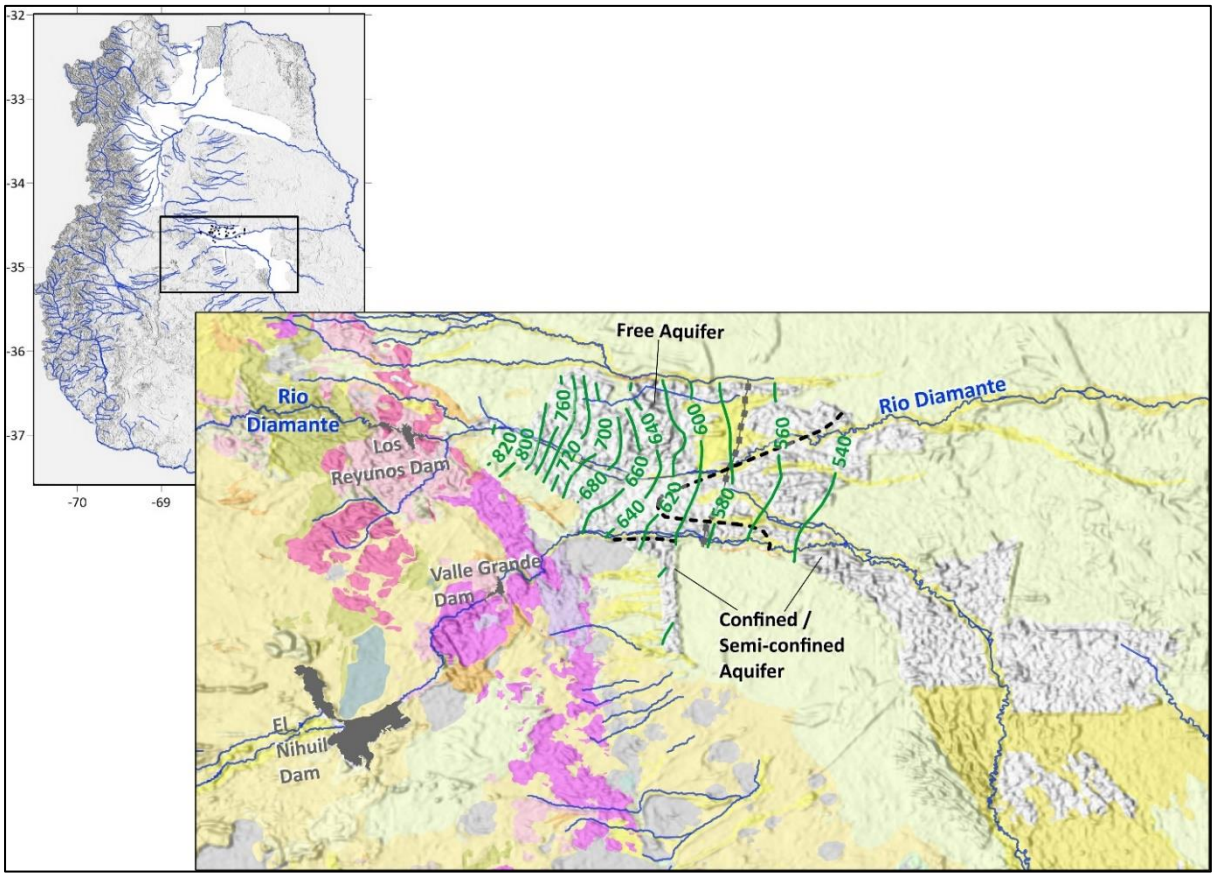


Figura 4-6. Niveles freáticos (líneas verdes) en las zonas Diamante y Atuel de la cuenca sur durante la temporada invernal de 2022, contorneados en intervalos de 20 m.[5]

La cuenca sur del Diamante y Atuel tiene niveles freáticos más bajos (Figura 4-6), en comparación con la cuenca centro. Niveles de aprox. +820 m se observan en la parte occidental de la cuenca, por donde ingresa el Río Diamante. A medida que el Río Diamante se acerca a la cuenca, atraviesa una zona de sedimentitas metamofizadas y plegadas de origen marino. Esta evidencia geológica plantea la cuestión de la conductividad hidráulica de estos sedimentos. Por ejemplo, en el caso de rocas fracturadas es posible que aporten un componente de recarga del subsuelo, además del flujo superficial entrante del río. En cualquier caso, dicha recarga podría ser parcialmente responsable de los altos niveles de agua subterránea observados en la parte occidental de la cuenca. Al igual que en las cuencas norte y central de la provincia de Mendoza, el gradiente de agua subterránea parece disminuir en la misma dirección

[5] Los cursos de agua se indican con líneas azules, incluido el río Diamante que ingresa a la cuenca desde el oeste. Los colores de fondo indican unidades geológicas (leyenda en la Figura 4-3). Destacan los sedimentos marinos (amarillo fangoso) donde el río se acerca a la cuenca.

del flujo superficial del río. Los niveles freáticos más bajos de la cuenca son de +540 m, observados en la zona más oriental cubierta por los datos disponibles.

El registro de mediciones de niveles freáticos en la provincia de Mendoza data de la década de 1970, y en algunas zonas de la década de 1960. Las tendencias del nivel de las aguas subterráneas se analizaron en el transcurso del presente informe de 2007 a 2022, para lograr resultados basados en un rango de tiempo suficiente de 15 años, incluidos los datos más recientes disponibles. Las Figuras 4-7 a 4-11 presentan hidrogramas de pozos seleccionados en cada cuenca, reflejando las tendencias del nivel del agua subterránea.

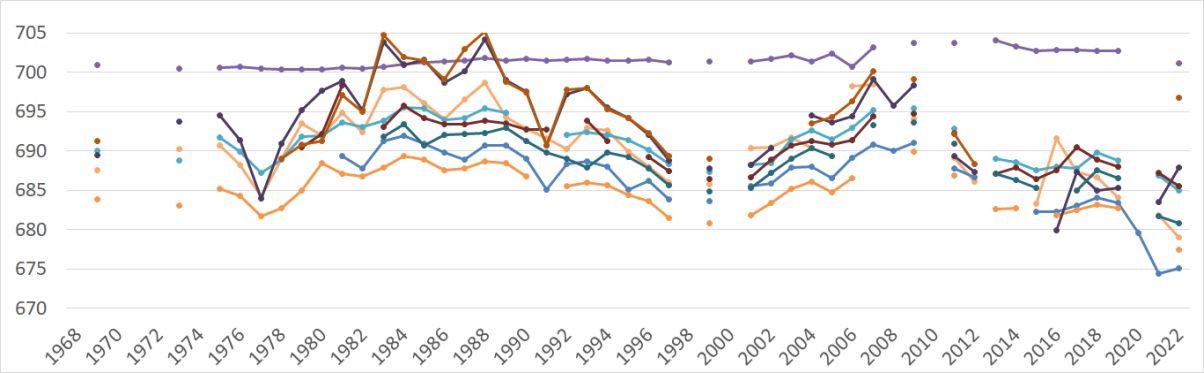


Figura 4-7: Hidrogramas de pozos seleccionados en el área de recarga de Margen Izquierda de la cuenca norte.[6]

La tendencia anual promedio se calculó para cada pozo por separado durante el período de 2007 a 2022. Los pozos que generaron un coeficiente de correlación (R^2) menor que 0,7 pueden indicar variaciones incoherentes o no concluyentes en el nivel del agua subterránea debido a datos faltantes a lo largo de los años o valores discontinuos por diversas razones (como efectos de pozos vecinos que bombean durante todo el año y que no pueden cerrar temporalmente). En estos casos, la precisión de las mediciones es limitada. Dichos pozos se excluyeron de este cálculo, lo que resultó en solo el 13% de los pozos en la cuenca norte, el 9% de los pozos en la cuenca centro y entre el 1% y el 2% de los pozos en la cuenca sur. Más del 90% de los datos faltantes en la cuenca sur se debe a la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos antes y después de 2017. Las mediciones del nivel del agua subterránea se habían registrado como identificadores de pozos del INA hasta 2017 y desde entonces se han registrado como identificadores de pozos de la DGI. Aunque no se pudo encontrar un índice identificador que vincule a los dos, el trabajo actual estableció un índice parcial para algunos pozos donde la vinculación fue posible, gracias a información complementaria.

[6] Es posible que los niveles de agua subterránea hayan estado disminuyendo entre 2007 y 2022, sin embargo, la información es limitada debido a las lagunas en los puntos de datos.

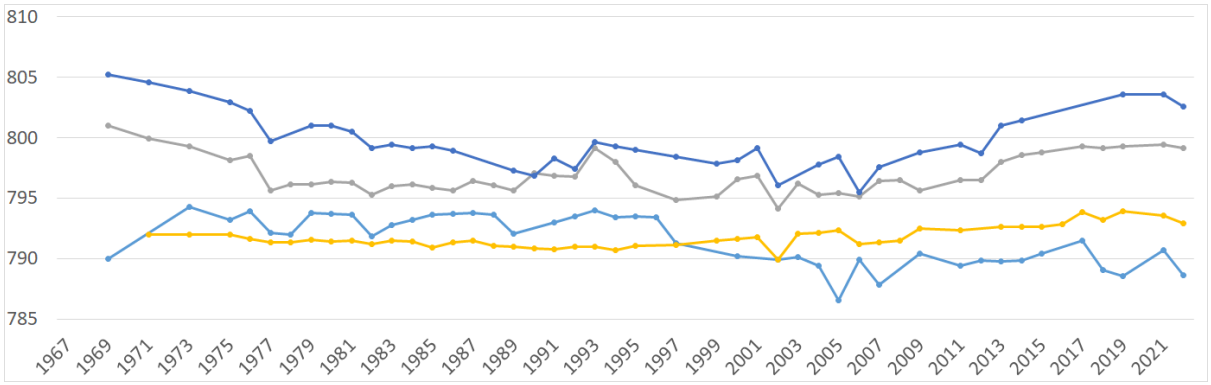


Figura 4-8: Hidrogramas de pozos seleccionados en el área de recarga de Margen Derecha de la cuenca norte. Se aprecia un aumento del nivel del agua subterránea durante 2007-2022.

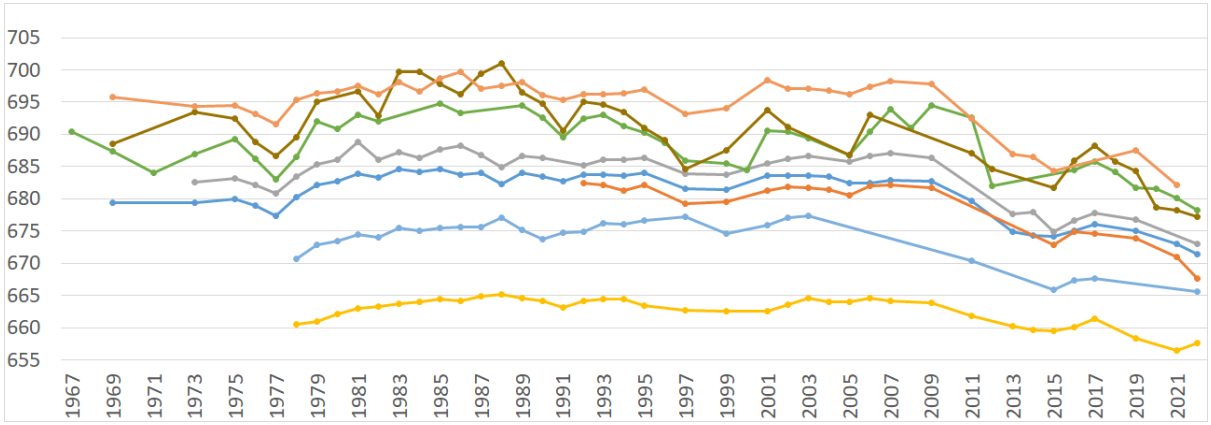


Figura 4-9: Hidrogramas de pozos seleccionados en el área de recarga Tunuyán Inferior de la cuenca norte. Se aprecia una disminución del nivel del agua subterránea durante 2007-2022.

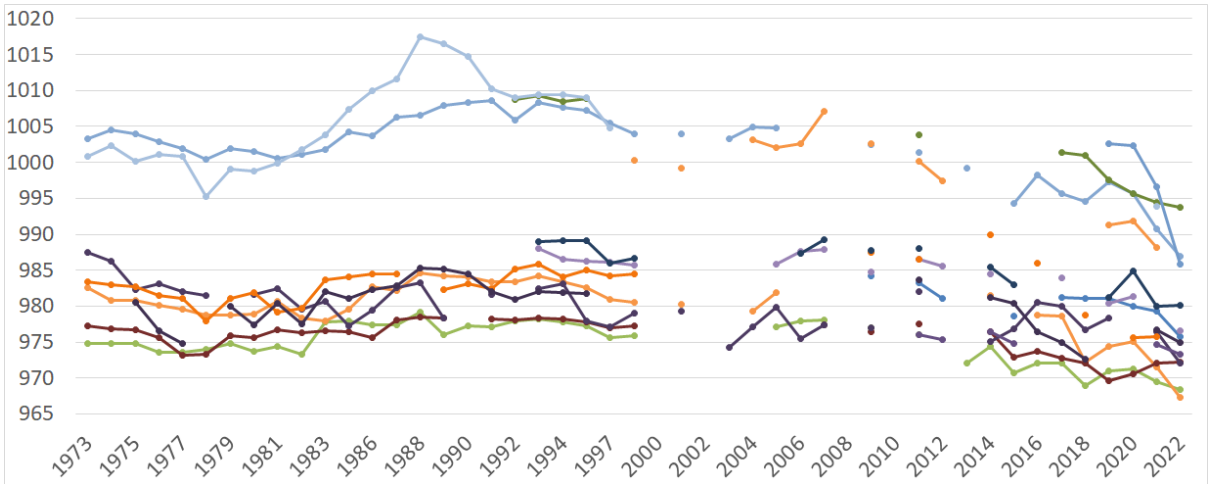


Figura 4-10: Hidrogramas de pozos seleccionados en la cuenca centro de Tunuyán Superior. La faltade dato aumenta la incertidumbre de las tendencias de los niveles de agua subterránea.

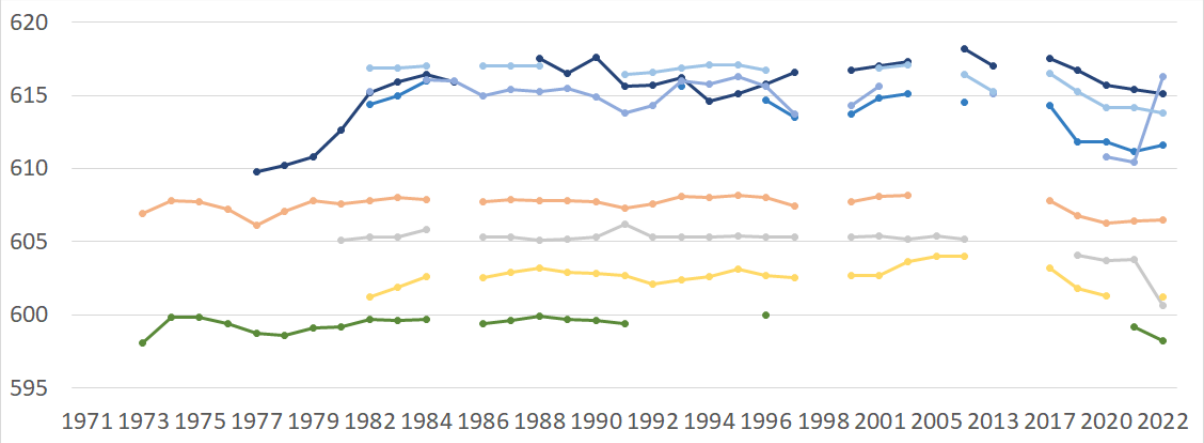


Figura 4-11: Hidrogramas de pozos seleccionados en las zonas de recarga de la Cuenca Sur. La falta de datos aumenta la incertidumbre de las tendencias de los niveles de agua subterránea.

La distribución espacial de la variación promedio anual del nivel freático en cada cuenca se presenta en las Figuras 4-12 a 4-14. Los niveles de agua subterránea han ido disminuyendo en las tres cuencas a una tasa promedio anual de hasta 2,5 m. Son pocos los pozos que parecen expresar un aumento aparente del nivel freático, a un ritmo medio anual de hasta 2,2 m.

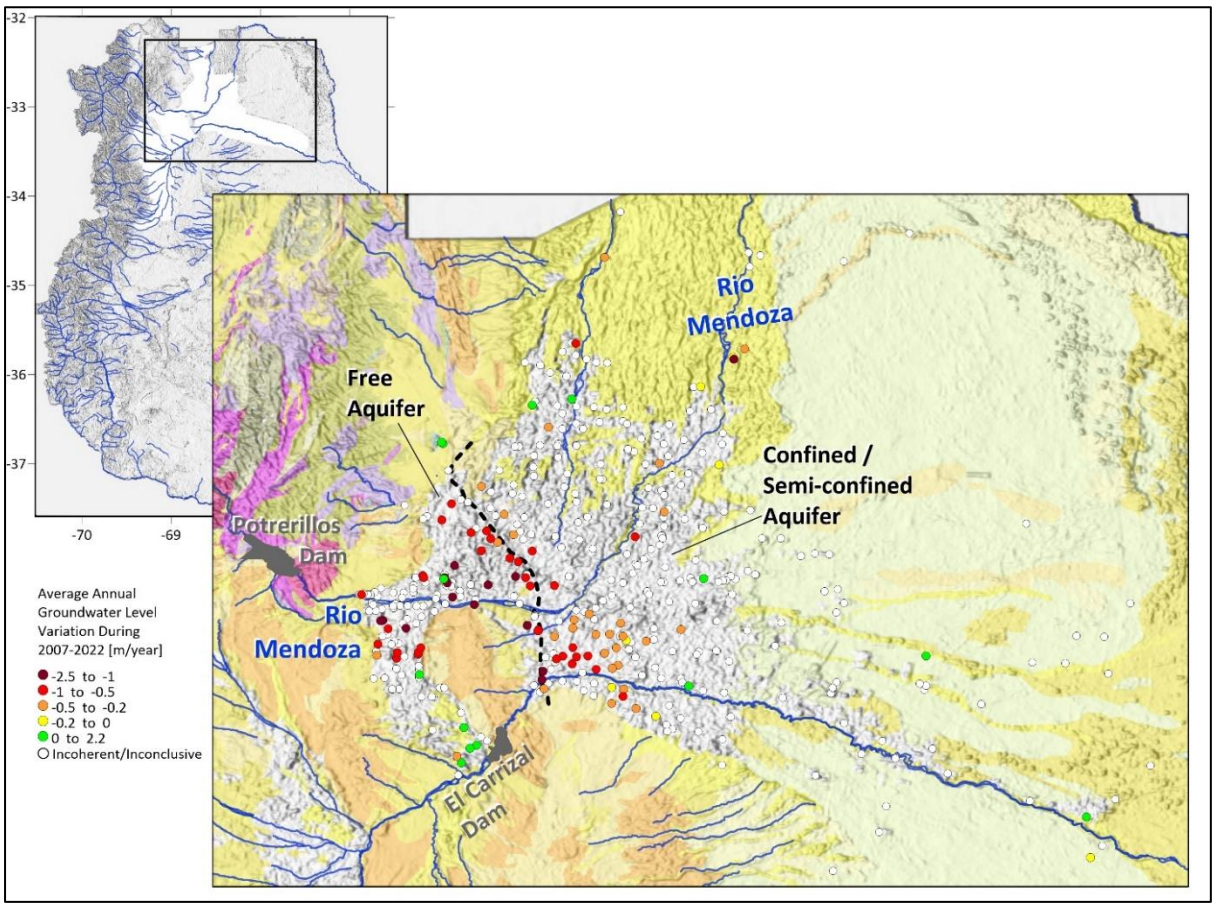


Figura 4-12: Variación promedio anual del nivel freático durante 2007-2022 en la cuenca norte. Se excluyen los pozos con coeficiente de correlación (R^2) <0,7 (círculos blancos).

En las cuencas norte y central, la tasa de disminución es mayor en el oeste que en el este. Este patrón espacial puede estar asociado con los gradientes topográficos sustanciales en la parte occidental de estas cuencas (Figura 4-1), posiblemente más sensibles a cada variación de los niveles freáticos.

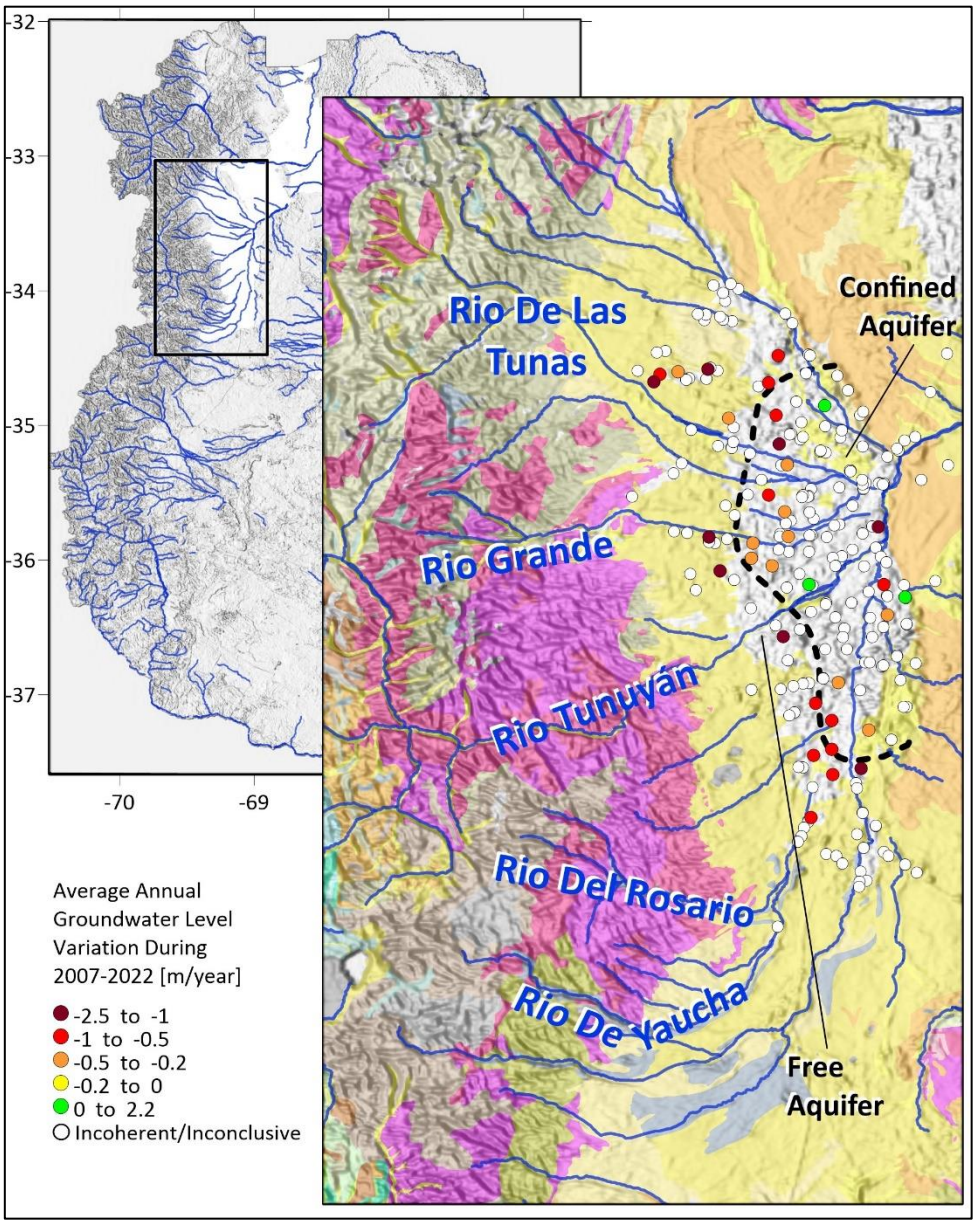


Figura 4-13: Variación promedio anual del nivel freático durante 2007-2022 en la cuenca centro del Tunuyán Superior. Se excluyen los pozos con coeficiente de correlación (R^2) <0,7 (círculos blancos).

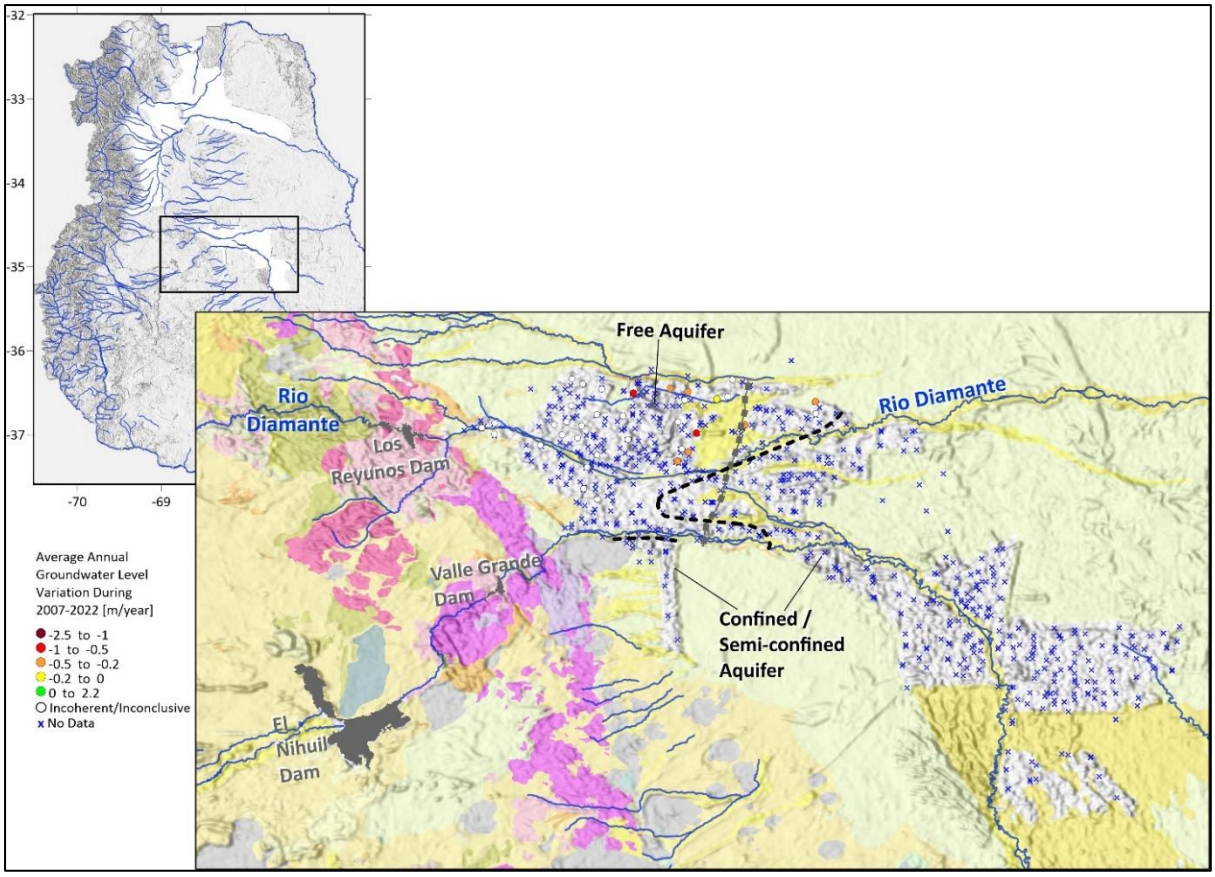


Figura 4-14. Variación promedio anual del nivel freático durante 2007-2022 en las zonas de recarga de la cuenca sur.[7]

4.1.2. ALMACENAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA

La variación del almacenamiento de agua subterránea ΔS es comúnmente:

$$\Delta S = \Delta WL \cdot Sy \cdot A$$

Dónde:

ΔWL es la variación del nivel freático [m] basada en mediciones

Sy es el rendimiento específico [], ya sea basado en datos de pruebas de bombeo o estimado

A es la superficie [m^2]

El rendimiento específico de un acuífero confinado se calcula comúnmente utilizando las propiedades de almacenamiento específico y el espesor del acuífero (saturado). Empíricamente, el rendimiento

[7] Se excluyen los pozos con coeficiente de correlación (R^2) <0,7 (círculos blancos). Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de datos antes y después de 2017. La línea gris denota la transición de las partes del acuífero según la clasificación del INA (Tabla 4-1), compatibles con las unidades de manejo (Figura 4-2). La transición de la parte libre del acuífero a su parte confinada/semiconfinada se utiliza en el presente trabajo según la línea negra (ver 4.1.2 Almacenamiento de Agua Subterránea; INA-CRAS, 1981).

específico deducido de las pruebas de bombeo incorpora estas propiedades y, por lo tanto, no se requieren exclusivamente para los cálculos de almacenamiento de agua subterránea.

Tabla 4-1: Clasificación de acuíferos por INA, cubriendo las áreas de recarga administradas mapeadas en la Figura 4-2. El rendimiento específico fue modificado y analizado en el transcurso de este trabajo (ver Tabla 4-2).

Cuenca	ACUIFERO	ZONA	TIPO ACUIFERO	Coef almacenamiento	Referencia	Autor
NORTE	MARGEN IZQUIERDA RÍO MENDOZA	Recarga y tránsito	Acuífero Libre y semiconfinado	0.08	IT 146 - 2012	INA
		Tránsito y descarga	Acuífero libre, semiconfinado y confinado			
		Tránsito y Surgencia	Acuífero libre y confinado			
	MARGEN DERECHA RÍO MENDOZA SUBCUENCA EL CARRIZAL	Recarga y tránsito	Acuífero libre, semiconfinado y confinado	0.08	IT-62-2004	INA
		Tránsito y descarga	Acuífero libre y semiconfinado			
	TUNUYAN INFERIOR	Recarga y transito	Acuífero libre	0.08	IT 146 - 2012	INA
		Tránsito	Acuífero libre y semiconfinado			
		Tránsito y descarga	Acuífero libre y semiconfinado			
CENTRO	TUNUYAN SUPERIOR	Recarga y tránsito (parte Norte)	Acuífero libre	max 0,09 Ac. Libre (oeste) - 0,001 Ac Conf (este)	Evaluación hidrogeológica de la Cuenca del Río Tunuyán Superior Influencia de eventuales nuevas perforaciones de explotación - 2013	Wetten
		Recarga y tránsito (parte Centro)	Acuífero libre			
		Recarga y tránsito (parte Sur)	Acuífero libre			
		Tránsito, Descarga y Surgencia	Acuífero libre y confinado			
SUR	SUR – RIOS DIAMANTE Y ATUEL	Recarga y Tránsito (R. Diamante)	Acuífero libre		Particularidades de las Cuencas Hidrogeológicas explotadas con fines de riego en la Provincia de Mza	Hernandez - Martini - INA
		Recarga y Tránsito (R. Atuel)	Acuífero libre			
		Tránsito y Descarga (R. Diamante)	Acuífero libre y semiconfinado			
		Tránsito y Descarga (R. Atuel)	Acuífero libre y confinado			

Según información de la DGI, los acuíferos funcionan en su mayoría como un sistema multiacuífero de niveles continuos de agua subterránea a lo largo de las distintas partes del acuífero. El rendimiento específico de las cuencas está dado por la clasificación de acuíferos del INA (Tabla 4-1; ver mapa en la Figura 4-2). Hernández y Martinis (2006) sugirieron una división adicional de las cuencas según los tipos de acuíferos. El rendimiento específico de los acuíferos confinados es normalmente al menos un orden de magnitud menor que el de los acuíferos libres. Por esta razón, se espera que el rendimiento específico del área confinada/semiconfinada en el acuífero norte difiera del rendimiento específico del área libre. Se especula que la clasificación del acuífero del INA considera el rendimiento específico del área confinada/semiconfinada en base a los pozos que bombean principalmente desde la sección somera, por lo que se le atribuye un 0,08 (8%) como área libre del acuífero. Como no se dispone de

otra información sobre el almacenamiento confinado del acuífero, para la cuenca norte se utilizaron los valores de rendimiento específicos de las áreas libres y confinadas de la cuenca centro.

La clasificación de acuíferos del INA (Cuadro 4-1) no da rendimiento específico para la cuenca sur de Diamante y Atuel. El presente trabajo utiliza datos de pruebas de bombeo de pozos de la cuenca sur (INA-CRAS, 1981) para establecer sus rangos de rendimiento específico. La Figura 4-15 presenta la distribución espacial de estos pozos y el rendimiento específico basado en los datos de las pruebas de bombeo de cada pozo. El rendimiento específico de hasta 0,0011 es evidente en el área sombreada en amarillo, mientras que el rendimiento específico en el área sombreada en azul supera el 0,059. Esta división se alinea con la línea de confinamiento propuesta por INA-CRAS (1981), bastante diferente a la línea recta del fondo que separa las áreas de recarga administradas (ver también Figura 4-2, y línea gris en las Figuras 4-6, 4-14). Con base en estos datos, se decidió en este trabajo utilizar la línea de confinamiento del INA-CRAS (1981; línea negra en la Figura 4-14). En la parte suroeste de la cuenca, una franja estrecha está ocupada por un solo pozo. El rendimiento específico de este pozo sigue el rango de la parte confinada/semiconfinada de la cuenca, aunque no necesariamente indica el tipo de acuífero en esta área. Tal ocurrencia podría implicar un acuífero libre de un entorno pseudoconfinado debido a las propiedades de los sedimentos cerca de sus bordes, particularmente en un área tan estrecha. De cualquier manera, los acuíferos funcionan en su mayoría como un sistema multiacuífero, y la división del área basada en el rendimiento específico tiene como objetivo en este trabajo establecer las variaciones del almacenamiento de agua subterránea. Por lo tanto, el rendimiento específico utilizado aquí es de 0,0081 a 0,059 (0,81% a 5,9%) al oeste de la línea negra en la Figura 4-14, y de 0,0000377 a 0,0011 (0,0037% a 0,11%) al este de ella. Estos valores coinciden muy poco con las estimaciones recopiladas por Irrigación (2022) pero no con el valor de 0,1 utilizada en su trabajo para el cálculo de almacenamiento. Es importante señalar que los valores en la zona oriental son inferiores a los comúnmente aceptados para sedimentos delgados (Chen et al., 2010; Harter, 2005; Izady et al., 2014; Johnson, 1963; Lv et al., 2021). Esta discrepancia resalta la importancia de obtener más información sobre el rendimiento específico en la cuenca sur.

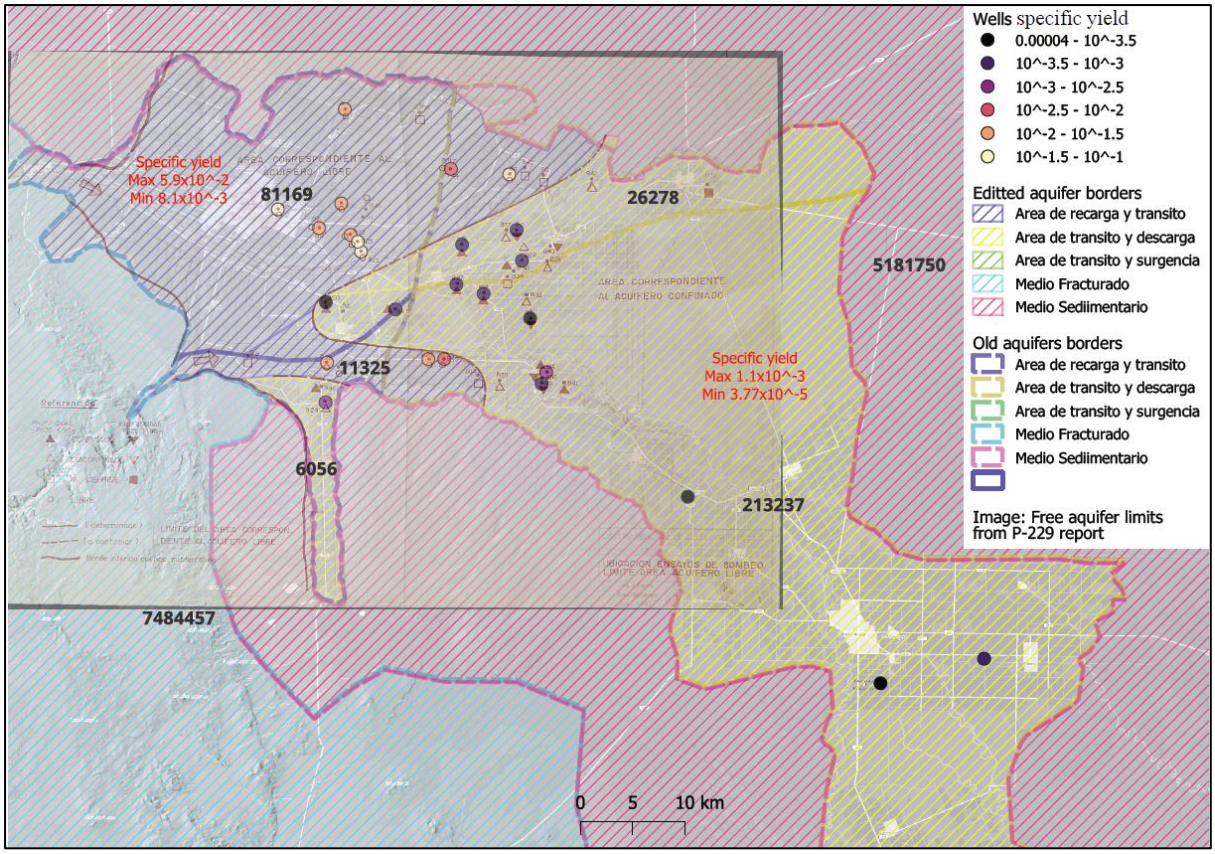


Figura 4-15: Rendimiento específico en la cuenca sur basado en datos de pruebas de bombeo de pozos (INA-CRAS, 1981), en comparación con las áreas de recarga administradas (ver también Figura 4-2 y línea gris en la Figura 4-14). Los rangos generalizados de rendimiento específico para cada área (compuestos por varios polígonos) se indican en rojo. Los números negros indican el área en hectáreas de cada polígono.

El área de superficie está dada por la clasificación del acuífero del INA (Tabla 4-1; ver mapa en Figura 4-2), excepto por modificaciones en la cuenca sur requeridas para ajustarse al rendimiento específico basado en datos de pruebas de bombeo de pozos en la cuenca (INA-CRAS, 1981; Figura 4-15).

Tabla 4-2: Variación de almacenamiento de aguas subterráneas en la provincia de Mendoza entre 2007-2022.

Basin	Aquifer Type		Average Annual GWL Variation	Specific Yield []		Surface Area	**Average Annual** Groundwater Storage Change [MCM]		**Cumulative** Groundwater Storage Change from 2007 to 2022 [MCM]	
	INA aquifer classification	Hernández and Martinis (2006)	[m]	Min.	Max.	[km^2]	Min.	Max.	Min.	Max.
Tunuyán Inferior	Free, Semi-Confined	Semi-Confined, Confined	-0.1	0.001		4117	-0.03		-0.44	
	Free	Free	Insufficient Data	0.09		205	?		?	
Margen Izquierda	Free, Semi-Confined	Free	-0.4	0.09		438	-1.56		-23.33	
	Free, Semi-Confined, Confined	Semi-Confined, Confined		0.001		2180	-0.09		-1.29	
Margen Derecha	Free, Semi-Confined, Confined	Free	0.2	0.09		1432	2.76		41.45	
Northern basin - Total							**1.09**		**16.39**	
Tunuyán Superior (Valle De Uco)	Free	Free, Semi-Confined, Confined	-0.8	0.09		2663	-18.82		-282.26	
	Free, Confined	Free, Semi-Confined, Confined		0.001		833	-0.07		-0.98	
Tunuyán Superior - Total							**-18.88**		**-283.24**	
Cuenca Sur (Diamante-Atuel)	Free	Free, Semi-Confined, Confined	-0.4	0.0081	0.059	925	-0.30	-2.21	-4.56	-33.20
	Free, Semi-Confined, Confined	Free, Semi-Confined, Confined		0.0000377	0.0011	2456	-0.004	-0.11	-0.06	-1.64
Cuenca Sur - Total							**-0.31**	**-2.32**	**-4.61**	**-34.85**

*Water levels are based on static measurements during wintertime (from June to August) from 2007 to 2022, spatially averaged for each basin
Averaging of the water levels of Cuenca Sur is of a lower accuracy, due to the limited spatial distribution of the data
**The aquifers in most of the basins work as a multi-aquifer system of continuous water levels throughout the various aquifer parts
***Specific yield of the northern and central basins is of the central basin only, after INA aquifer classification
Specific yield of the southern basin is after pumping test data from wells in the basin (INA-CRAS, 1981)
****Surface area is after INA aquifer classification
Surface area of the southern basin was modified to conform with pumping test data from wells in the basin (INA-CRAS, 1981)

Las variaciones del almacenamiento de agua subterránea (Tabla 4-2) se calcularon para cada cuenca con base en las variaciones promedio anuales del nivel de agua subterránea de 2007 a 2022 (Figuras 4-12 a 4-14).

Para la Cuenca Norte la variación de almacenamiento anual promedio es de aproximadamente 11 hm^3 y para los 15 años del periodo de tiempo analizado la variación de almacenamiento es del orden de 164 hm^3. Para esta cuenca las reservas estimadas por el INA son 275.000 hm^3 (IT. 146 -2012). En función de esto, la variación para el periodo de análisis representa un aumento en las reservas de 0,06%, esto se considera una variación insignificante para el volumen de la cuenca.

Si consideramos que la fuente principal de recarga de esta cuenca es el Rio Mendoza y para los 11 de los 15 años del periodo de análisis este río tuvo derrames menores a su media histórica, es lógico suponer que las recargas a los acuíferos han sido menores. Al mismo tiempo los distintos acuíferos que componen esta cuenca pueden responder en forma diferenciada a los cambios en el sistema hídrico. Se debe hacer entonces un análisis más detallado de la situación de estos acuíferos, sobre todo considerando la importancia del agua subterránea para la cuenca tanto en el uso agrícola como para el abastecimiento de la población.

Para el Tunuyán Inferior la variación de almacenamiento para el periodo representa una reducción del 0,01% de las reservas estimadas (41.961 hm^3), esta variación no es relevante frente a la magnitud de las reservas.

Para la Margen Izquierda del Río Mendoza, la variación de almacenamiento representa una disminución de 0,75%. Si bien esta variación es muy pequeña comparada con las reservas estimadas para la cuenca se recomienda realizar un análisis detallado para las distintas partes del acuífero donde la variación de niveles pueda comportarse de forma diferente. Si bien el cálculo regional pude mostrar cierta estabilidad al detallar el nivel del análisis se podrían identificar áreas donde el descenso de niveles sea mayor y pueda afectar a los usuarios, por ejemplo, las zonas de recarga cerca del Río Mendoza.

Para la Margen Derecha del Río Mendoza, la variación de almacenamiento con un aumento de 3,5% para el periodo de análisis. Esta variación es pequeña y se recomienda un análisis más detallado para poder avaluar el comportamiento diferencial de las distintas áreas de esta subcuenca. Los niveles de las perforaciones analizadas en el noroeste de la cuenca, cerca del rio, presentan un comportamiento muy variable y correlacionado con la variación del derrame del rio, presentando para el periodo de análisis descensos significativos. Las perforaciones ubicadas en la zona sureste de la cuenca presentan a lo largo de los años un comportamiento mucho más estable inclusive con una tendencia positiva en

el periodo de análisis (Figura 4-12). En función de esto se recomienda realizar un análisis más detallado de la variación de almacenamiento del agua en la subcuenca para conocer de mejor manera el comportamiento del agua en los distintos sectores. Se busca de esta manera evitar tomar decisiones que puedan afectar a alguno de los usuarios del agua en la cuenca.

Para el Tunuyán Superior la variación de almacenamiento para el periodo de análisis es de -2.832 hm^3 (-188,8 hm^3 por año en promedio). Este valor representa un 10% de las reservas estimadas para la cuenca que son de 28.000 hm^3 (UNSJ 2013). Esta disminución representa un valor importante frente al volumen de reservas, teniendo su causa principal en la disminución de la oferta hídrica. Si evaluamos el derrame del Río Tunuyán para el periodo de análisis encontramos que solamente 4 de los 15 años presentaron derrames mayores a la media, los otros 11 años fueron valores por debajo de la media historia, ocurriendo entre ellos 3 años de "sequia moderada", 4 años de "sequia severa" y 2 años de "sequia extrema". En estos años de sequía se registraron algunos de los valores mínimos históricos para la serie hidrológica del rio. La estrecha relación entre el derrame del Río Tunuyán y la variación de almacenamiento fue demostrada por el INA (IT-135, 2012) y si bien el río no es la única fuente de recarga se puede correlacionar su comportamiento con los otros ríos y arroyos de la cuenca que conforman la recarga del acuífero, de la misma manera que con las infiltraciones en el medio fracturado de cordillera. La reducción de la oferta hídrica en la cuenca para la recarga se estima entre un 30% y un 40%.

Para la Cuenca Sur, la variación de almacenamiento calculada para el periodo de análisis varía en función de las referencias utilizadas, esta puede variar entre -0,1% y -1,1% de las reservas estimadas para la cuenca de 32.500 hm^3 (Hernández y Martini, 2006). Si bien esta disminución no es significativa comparada con las reservas estimadas en la cuenca se recomienda ejecutar estudios hidrogeológicos en la cuenca de modo de mejorar el conocimiento del comportamiento de los acuíferos y reducir la incertidumbre con respecto a parámetros claves como los coeficientes de almacenamientos.

A continuación, se detallan las inconsistencias o incertidumbres para al cálculo de las variaciones de almacenamiento:

- Variaciones incoherentes o no concluyentes en el nivel del agua subterránea debido a la falta de puntos de datos a lo largo de los años, la discontinuidad de los valores causada por los efectos de los pozos vecinos que bombean activamente durante las mediciones, o la incompatibilidad de los códigos/nombres de identificación de los pozos. Los datos válidos utilizados para los cálculos dieron como resultado solo entre el 1% y el 13% de los pozos (consulte la distribución espacial en las Figuras 4-12 a 4-14).

- Los supuestos involucrados en establecer el rendimiento específico de cada zona, dadas sus incertidumbres, teniendo en cuenta que los acuíferos funcionan en su mayoría como un sistema multiacuífero con conexiones entre el acuífero libre y el acuífero confinado/semiconfinado.
- La exclusión de las partes del acuífero que se extienden más allá de las áreas de recarga administradas, donde no existan pozos u otra información.

4.1.3. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los déficits/excesos de almacenamiento de agua subterránea se calcularon de forma independiente utilizando datos del nivel de agua subterránea (ver 4.1.2 Almacenamiento de agua subterránea). Es necesario comparar estos cálculos con los elementos que componen el balance de aguas subterráneas:

- Recarga superficial natural (por precipitación, considerando evaporación)
- Recarga natural del subsuelo (a partir de aguas subterráneas)
- Recarga superficial antropogénica (filtraciones de canales, riego agrícola, embalses, etc.)
- Salida de manantial natural
- Extracción de aguas subterráneas

La recarga superficial (natural y antropogénica) utilizada en este trabajo es según Hernández y Martinis (2006). Particularmente para la cuenca centro de Tunuyán Superior, la recarga superficial (natural y antropogénica) y el caudal de manantial natural se calcularon en el transcurso del presente informe como parte del modelo WEAP elaborado por DGI. La extracción de agua subterránea se calculó para todas las cuencas utilizando el mismo modelo. Todos los componentes son válidos para el pasado y el presente, y no consideran los efectos futuros previstos, como el crecimiento demográfico y los cambios climáticos.

Componentes del balance integrados

La Tabla 4-3 desglosa los componentes del balance anual estimado de aguas subterráneas. En la Cuenca Norte, el volumen anual promedio extraído de los acuíferos es de 781 hm^3 a lo que se le podría sumar el volumen erogado por algunos manantiales fuera de la zona de oasis. La recarga superficial en la Cuenca Norte es un promedio anual de ~700 hm^3 (Hernández y Martinis, 2006), lo que resulta en un déficit general estimado de ~81 hm^3, este balance cambia en función de la oferta hidrológica.

Para la Cuenca Centro, si se evalúan las estimaciones realizadas por Hernández y Martinis (2006) se considera una recarga de 845 hm^3 y 860 hm^3 según el modelo WEAP. Las salidas de agua del acuífero entre erogaciones de los manantiales y de las perforaciones se estiman 819 hm^3 (ver Capitulo 4.2). En función de esto el balance da un valor levemente positivo entre 16 a 41 hm^3. Si se analiza el balance del acuífero planteado por la UNSJ (2012) en base a la metodología del INA (2000) el acuífero tiene

una variación de almacenamiento negativa del orden de los 144 hm^3. Este valor es muy similar a la variación de almacenamiento en el acuífero calculada en base a la variación de niveles en la tabla 4.1 cuyo valor es -189 hm^3.

En la cuenca sur de Diamante y Atuel, la extracción de agua subterránea se estima en un promedio anual de ~155 hm^3, mientras que la recarga asumida es de ~1600 hm^3 (Hernández y Martinis, 2006), resultando con un excedente de ~1445 hm^3. Esta estimación no tiene en cuenta los volúmenes de agua subterránea erogados por las áreas de surgencia por ejemplo en los distintos tramos de los ríos Diamante y Atuel donde el acuífero le aporta agua al cauce superficial, en el caso de que se pueda definir un volumen para estos aportes el balance en el acuífero se comprobara que el balance en el acuífero está más cerca del equilibrio tal como fue calculado en la Tabla 4-1.

Tabla 4-3. Componentes del balance anual de aguas subterráneas.[8]

Cuenca	Recarga Anual* [hm^3]		Extracción Anual** [hm3]	Derrame anual de manantiales*** [hm3]	Variación anual de almacenamiento - Esperada ****[hm3]		Variación anual de almacenamiento - Calculada***** [hm3]	
	Hernández y Martinis (2006)	modelo WEAP			Min.	Max.	Min.	Max.
Cuenca Norte	700	-	781	?	-81		**11**	
Tunuyán Superior	845	860	467	352	26	41	**-189**	
Cuenca Sur	1600	-	155	?	1445		**-3**	**-23**

*Por irrigación, canales, reservorios, y precipitación. La recarga se considera para toda la cuenca no solamente el área del oasis productivo
En Tunuyán Superior, el modelo WEAP (datos utilizados de 2007 a 2020) incluye la recarga proveniente de los manantiales en los margenes de la cuenca
**Adoptado del modelo WEAP (para la serie 2007 a 2020). Para Tunuyán Superior valor similar al obtenido por el relevamiento de DGI 2018 y 2019
***Componente del derrame anual de los manantiales que no es consumido en Tunuyán Superior, adoptado del modelo WEAP (para la serie 2007 a 2020)
**** Para Tunuyán Superior según la UNSJ (2012) en base a la metodología del INA calculo una variación anual de -144 hm^3/año
*****En base a los niveles de agua subterránea de 2007 a 2022

Almacenamiento de agua subterránea versus balance

Las variaciones del almacenamiento de agua subterránea, calculadas en base a los niveles de agua subterránea (4.1.2 Almacenamiento de agua subterránea), se comparan aquí con las variaciones de almacenamiento esperadas basadas en los componentes del equilibrio integrado. Entre las brechas aparentes entre los dos, la brecha más prominente se encuentra en la cuenca sur, con un superávit esperado de un tercer orden de magnitud, sustancialmente mayor que el déficit calculado en -1 a 0 órdenes de magnitud basado en los niveles de agua subterránea. El excedente esperado es posiblemente menor debido a la falta de consideración de los aportes del agua subterránea a los caudales de los ríos Atuel y Diamante en la zona media de la cuenca; sin embargo, parece poco probable que este flujo alcance tres órdenes de magnitud que lo harían comparable a las variaciones de almacenamiento calculadas utilizando los niveles de agua subterránea. Esta brecha plantea la

[8] Las variaciones de almacenamiento esperadas basadas en los componentes de entrada y salida estimados se comparan con las variaciones de almacenamiento calculadas con base en los datos del nivel del agua subterránea (ver Tabla 4-2).

pregunta de si la recarga superficial (tanto de fuente natural como antropogénica) es de hecho sustancialmente menor que la estimada por Hernández y Martinis (2006).

Una brecha adicional de superávit/déficit es evidente en la Cuenca Norte, con un déficit esperado de ~81 hm^3 en comparación con un superávit calculado de ~1 hm^3. Aunque los niveles de agua subterránea parecen expresar cierto aumento en la parte de la cuenca de Margen Derecha, evidentemente han estado disminuyendo en todo Margen Izquierda y Tunuyán Inferior. Por lo tanto, se especula que el almacenamiento disponible en la cuenca norte ha ido disminuyendo a lo largo de los años como se esperaba por la extracción de agua y la menor recarga superficial, aunque posiblemente a un ritmo más lento que una tasa anual promedio de ~81 hm^3. Otra posibilidad es que la cuenca se esté recargando con el flujo de agua subterránea entrante desde el subsuelo, compensando el componente de extracción. En este caso, la fuente puede estar al oeste de la cuenca en un área de rocas piroclásticas como ignimbrita, toba y piedra pómez (Figura 4-4), donde el río Mendoza cruza a medida que se acerca a la cuenca. Estas rocas posiblemente tengan una alta conductividad hidráulica, lo que permite el flujo subterráneo además del flujo superficial. Sin embargo, se requieren más investigaciones para concluir si el agua subterránea realmente fluye en esta área y recarga el acuífero.

Para la Cuenca Centro, si se evalúan las estimaciones realizadas por Hernández y Martinis (2006) se considera una recarga de 845 hm^3 y 860 hm^3 según el modelo WEAP. Las salidas de agua del acuífero entre erogaciones de los manantiales y de las perforaciones se estiman 819 hm^3 (ver Capitulo 4.2). En función de esto el balance da un valor levemente positivo entre 16 a 41 hm^3. Si se analiza el balance del acuífero planteado por la UNSJ (2012) en base a la metodología del INA (2000) el acuífero tiene una variación de almacenamiento negativa del orden de los 144 hm^3. Este valor es muy similar a la variación de almacenamiento en el acuífero calculada en base a la variación de niveles en la tabla 4.1 cuyo valor es -189 hm^3.

Las diferencias entre el saldo esperado y el saldo calculado se atribuyen a una serie de incertidumbres:

- Incoherencia/falta de conclusiones sobre los niveles de agua subterránea y ambigüedades específicas en el rendimiento, causadas por varios factores enumerados anteriormente (ver 4.1.2 Almacenamiento de agua subterránea).
- La distribución desconocida de manantiales en el acuífero más allá de las unidades de manejo, su volumen de salida y trayectorias.
- En la Cuenca Centro el modelo de recarga considera los aportes de todos los manantiales, aunque algunos de ellos escurren fuera de la cuenca en lugar de infiltrarse.
- Posibles discrepancias en los valores de recarga superficial (tanto naturales como antropogénicas; según Hernández y Martinis, 2006).

- Exclusión de cualquier posible entrada de agua subterránea desde el subsuelo, como por ejemplo un sistema acuífero profundo que recargue el acuífero superior.

En casos de un balance de agua subterránea negativo constante (ya sea calculado o esperado), el almacenamiento disminuye con el tiempo y es probable que enfrente una crisis potencial. Una crisis de agua subterránea puede implicar una posible disminución en el rendimiento entre los pozos hasta el punto de secarse y/o de un posible riesgo de salinización. Para predecir cuánto tiempo antes de que pueda ocurrir cualquier crisis, es esencial estimar el almacenamiento total de agua subterránea del acuífero. Tal estimación requiere datos disponibles de los pozos en el área de riego, como profundidades de bombeo, propiedades de rendimiento específicas bien establecidas, datos sobre la calidad del agua subterránea, propiedades hidrogeológicas de las unidades que componen la sección profunda, evidencia hidrogeológica de la profundidad total del acuífero en toda el área y las posibles conexiones entre el acuífero libre y el acuífero confinado.

Para cualquier predicción se debe tener en cuenta los impactos futuros del crecimiento demográfico y del Cambio Climático.

4.1.4. CONCLUSIONES

Para obtener una mejor comprensión del almacenamiento y el equilibrio del agua subterránea y explorar la producción potencial de agua subterránea profunda para prepararse para las próximas décadas, se recomienda enfáticamente:

- Incrementar la coherencia y continuidad del registro de datos del nivel freático. Esto se puede lograr, por ejemplo, repitiendo las mediciones en períodos cortos de tiempo para su validación, asegurando que las mediciones anuales se realicen en los mismos pozos o manteniendo un registro de la distancia desde cada medición hasta el pozo activo más cercano durante la medición.
- Adquirir un mayor conocimiento del rendimiento específico en los distintos acuíferos, para reducir sus incertidumbres. Esto puede requerir la realización de pruebas de bombeo exhaustivas.
- Reunir un registro completo de datos sobre la calidad del agua subterránea (particularmente niveles de CE, cloruro y nitrato) a lo largo de los años.
- Modelizar la recarga superficial natural y antropogénica en las cuencas norte y sur.
- Separar la recarga recurrente de manantiales distribuidos en toda el área de la cuenca centro, de la recarga recurrente de manantiales situados en los bordes de la cuenca, para excluir a estos últimos del componente de infiltración en el modelo WEAP.
- Examinar la distribución de los manantiales más allá de la extensión de las unidades de manejo, su volumen de salida y trayectorias.
- Explorar posibles entradas de agua subterránea desde el subsuelo, como un sistema acuífero profundo que recargue el acuífero superior.
- Recopilar información más completa sobre la profundidad de bombeo junto con su distribución espacial en toda el área de los acuíferos.
- Recopilar datos hidrogeológicos y de calidad del agua de la parte profunda del acuífero, actualmente no utilizada. Dichos datos pueden usarse para arrojar luz sobre las propiedades de la sección profunda, su posible distribución espacial regular/irregular, si es adecuada para la producción de agua subterránea y cuál es el volumen potencial de almacenamiento de agua subterránea de alta calidad.

4.2. DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

Se presenta a continuación la tabla con los valores de Agua Disponible, esta tabla se presentó en el Informe N°1, Capitulo 8 Disponibilidad de Agua Superficial.

Los valores de los ríos Mendoza, Tunuyán y Malargüe, fueron revisados y corregidos. Corresponden a un ciclo hidrológico de octubre a septiembre.

Tabla 4-4: Valores de agua disponibles actualizados

Año	Mendoza A.D (HM^3)	Atuel A.D (HM^3)	Diamante A.D (HM^3)	Malargüe A.D (HM^3)	Tunuyán A.D (HM^3)	Total A.D (HM^3)
2000-01	1.644	1.269	1.477	475	1.535	6.401
2001-02	1.575	1.358	1.516	466	1.699	6.614
2002-03	1.622	1.480	1.774	442	1.817	7.135
2003-04	1.464	1.034	1.086	263	1.304	5.151
2004-05	1.066	919	985	371	1.195	4.535
2005-06	2.300	1.637	1.846	627	2.123	8.535
2006-07	1.923	1.342	1.417	397	1.684	6.763
2007-08	1.451	927	1.017	320	1.380	5.094
2008-09	1.868	1.049	1.161	346	1.655	6.078
2009-10	1.431	943	1.106	297	1.343	5.119
2010-11	849	627	705	149	1.035	3.364
2011-12	1.004	681	715	187	1.078	3.665
2012-13	1.049	692	840	192	1.133	3.905
2013-14	1.089	579	711	146	1.189	3.714
2014-15	940	567	660	132	1.069	3.367
2015-16	1.309	777	1.027	340	1.691	5.144
2016-17	1.517	809	989	204	1.468	4.989
2017-18	1.030	611	718	142	993	3.495
2018-19	950	594	676	149	973	3.341
2019-20	857	474	526	140	812	2.787
2020-21	910	569	666	190	1.101	3.388

4.3. AGUA TRATADA

Como se describe en el informe 1.1 capítulo 12.4 (Plantas de Tratamiento de efluentes y A.C.R.E. asociados), "La provincia cuenta con 42 Plantas Depuradoras de aguas residuales en funcionamiento. En conjunto, estas plantas depuradoras tratan un volumen diario de 358.900 m^3/día de efluentes cloacales provenientes en su mayoría del Área Metropolitana".

Tabla 4-5: Capacidad real del agua tratada

Cuenca	Estación depuradora	Operador	Tipo de Tratamiento	Volumen (Hm³/año)
Mendoza	El Algarrobal	Sin Operador	Primario - Laguna	0,13
	Campo Espejo	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	46,69
	Complejo Penitenciario Almafuerte	Penitenciaría	Secundario - Lagunas	0,33
	Colonia Segovia	Municipio de Guaymallén	Secundario - Lagunas	0,72
	Costa de Araujo	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	0,41
	Villa Tulumaya	AYSAM S.A.	No hay tratamiento	0,41
	Las Cuevas	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	0,02
	Penitentes	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	0,08
	Pte. del Inca - Horcones	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	0,11
	Polvaredas	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	0,05
	Punta de Vacas	AYSAM S.A.	Primario Cámara Séptica	0,08
	Potrerillos	AYSAM S.A.	Secundario - Lodos Activados	0,21
	Uspallata	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	1,20
	El Paramillo	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	55,29
	Fray Luis Beltrán	Municipio de Maipú	Primario Cámara Séptica	0,16
	Agrelo	Municipio de Luján de Cuyo	Secundario - Lagunas	0,38
	Total			106
Tunuyán Superior	**Estación depuradora**	**Operador**	**Tipo de Tratamiento**	**Volumen (Hm³/año)**
	Tupungato	Municipio de Tupungato	Secundario Biodiscos- Aireación extendida	1,34
	Vista Flores	Cooperativa Eléctrica	Secundario - Lodos Activados	0,63
	San Carlos	AYSAM SA	Primario - Laguna	0,74
	Tunuyán	AYSAM SA	Secundario - Lagunas	1,71
	Colonia Las Rosas	AYSAM SA	Primario - Biodigestor	0,01
	Total			4
Tunuyán Inferior	**Estación depuradora**	**Operador**	**Tipo de Tratamiento**	**Volumen (Hm³/año)**
	Rodríguez Peña	Municipio de Junín	Secundario - Lodos Activados	0,08
	Ing. Giagnoni	Municipio de Junín	Secundario - Lodos Activados	0,26
	Palmira	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	1,32
	Los Barriales	Unión Vecinal Los Barriales	Secundario - Lagunas	0,32
	Junín	AYSAM S.A.	Secundario - Zanja de oxidación	0,59
	Los Otoyanes	Municipio de Junín	Secundario - Lodos Activados	0,06
	San Martín	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	5,80
	La Central	Unión Vecinal de La Central	Secundario - Lodos Activados	0,11
	La Libertad	Municipio de Rivadavia	Secundario - Lagunas	0,11
	La Paz	AYSAM S.A.	Primario - Laguna	0,27
	Los Campamentos	Unión Vecinal Gargantini	Secundario - Lodos Activados	0,10
	Rivadavia	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	2,60
	Santa Rosa	AYSAM S.A.	Secundario - Lagunas	0,08
	Total			12
Diamante	**Estación depuradora**	**Operador**	**Tipo de Tratamiento**	**Volumen (Hm³/año)**
	Villa 25 de Mayo	Municipio de San Rafael	Secundario - Lodos Activados	0,16
	Unidad Penitenciaria X El Cerrito	Provincia de Mendoza	Secundario - Lodos Activados	0,04

	Cuadro Nacional	AySAM SA	Secundario - Lagunas	4,64
	Total			5
Atuel	**Estación depuradora**	**Operador**	**Tipo de Tratamiento**	**Volumen (Hm³/año)**
	Gral. Alvear	AYSAM S.A	primario - laguna	2,24
	Bowen	C.O.S.P.A.C.	secundario - lagunas	0,51
	El Nihuil	Municipio San Rafael	secundario - lagunas	0,07
	Valle Grande/Cañón del Atuel	Sin operador	secundario - lagunas	0,49
	Real del Padre	Cooperativa Rural de Servicios y Vivienda Real del Padre	primario - laguna	0,21
	Valle Las Leñas	Operador Privado	secundario – lodos activados	0,23
	Los Molles	Operador Privado	secundario – planta compacta	0,01
	Total			3,76
TOTAL				**131**

Potencial total de agua tratada con las instalaciones existentes: 131 Hm^3/año.

5. INFORME SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO

5.1. RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del presente estudio es cuantificar los efectos de los cambios en el clima en las condiciones hidrológica de la provincia de Mendoza, en particular sobre la oferta de los recursos hídricos. El estudio analiza los cambios esperados en el ciclo hidrológico para la precipitación, evaporación, escorrentía, cobertura de nieve, humedad del suelo y derrame de los ríos mediante el uso de un enfoque novedoso y modelos de vanguardia. Esto permitirá evaluar el agua disponible en el futuro en la provincia.

Los resultados del estudio muestran una clara tendencia de calentamiento y aumento de la aridez en la provincia de Mendoza. Los modelos indican una señal robusta de disminución en la precipitación invernal sobre las montañas de los Andes, siendo esta área la que contribuye con la mayor parte del agua a las estribaciones semiáridas de la provincia. Se espera que la disminución de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas conduzcan a una disminución significativa de la capa de nieve que se acumula en los Andes y, como resultado, menores volúmenes de agua en los ríos de la provincia.

Se espera además un aumento en la demanda de agua de todos los sectores, especialmente en la agricultura debido a un incremento en las condiciones de aridez provocada por mayores tasas de evaporación y menor humedad en el suelo.

Por otro lado, una tendencia positiva de precipitación en las zonas de llanura, principalmente en las estaciones relativamente cálidas. Sin embargo, este aumento de las precipitaciones en la región semiárida difícilmente afecte los balances de recursos hídricos en la provincia. En todo caso debido a

las mayores intensidades de las precipitaciones se producirán daños provocados por inundaciones repentinas.

En resumen, se espera que los recursos hídricos de la provincia disminuyan alrededor del 8% en 2030, -13% en 2050 y -25% hasta 2070, como se puede ver en la Figura 1 y la Tabla 1. La comparación del agua disponible en el futuro esperado en la provincia con un período de control de 10 años de clasificación de 2000-2010 que no incluye la reciente sequía severa, revela que la disminución del agua disponible en 2050 será de alrededor del 27-30%.

[9]Un reciente estudio complementario realizado por "IANIGLA", el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales bajo el nombre "Clima y proyecciones climáticas del abastecimiento de agua para la próxima década en la provincia de Mendoza" (Toum, Rivera y Viale, agosto de 2023) llegó a los mismos hallazgos y llegó a las mismas conclusiones respecto a las tendencias hidrometeorológicas en la provincia. Su importante y detallado estudio también utilizó modelos climáticos e hidrológicos y encontró la misma disminución significativa en el flujo de corriente esperado en 2050 en la provincia (25% -30%). Encontramos su esfuerzo científico de modelado altamente valioso e importante. Sus resultados dan más credibilidad a las conclusiones proporcionadas en este informe.

Afirmamos que la provincia de Mendoza se verá afectada por tendencias de cambio climático similares a las de otras regiones ubicadas en el lado negativo de la circulación global de la célula de Hadley alrededor de las latitudes 30 en el norte y sur de Hampshire.

La disminución significativa esperada en el agua disponible, además del aumento de la evaporación, conducirá a un aumento en las demandas de riego para la agricultura con respecto a las condiciones actuales. En años secos la provincia no podrá abastecer la cantidad actual de agua para satisfacer las demandas de todos los sectores.

[9] “PROYECCIONES DEL CLIMA Y DE LA OFERTA HÍDRICA PARA LAS PRÓXIMAS DÉCADAS EN LA PROVINCIA DE MENDOZA” - Se adjunta copia digital del informe.

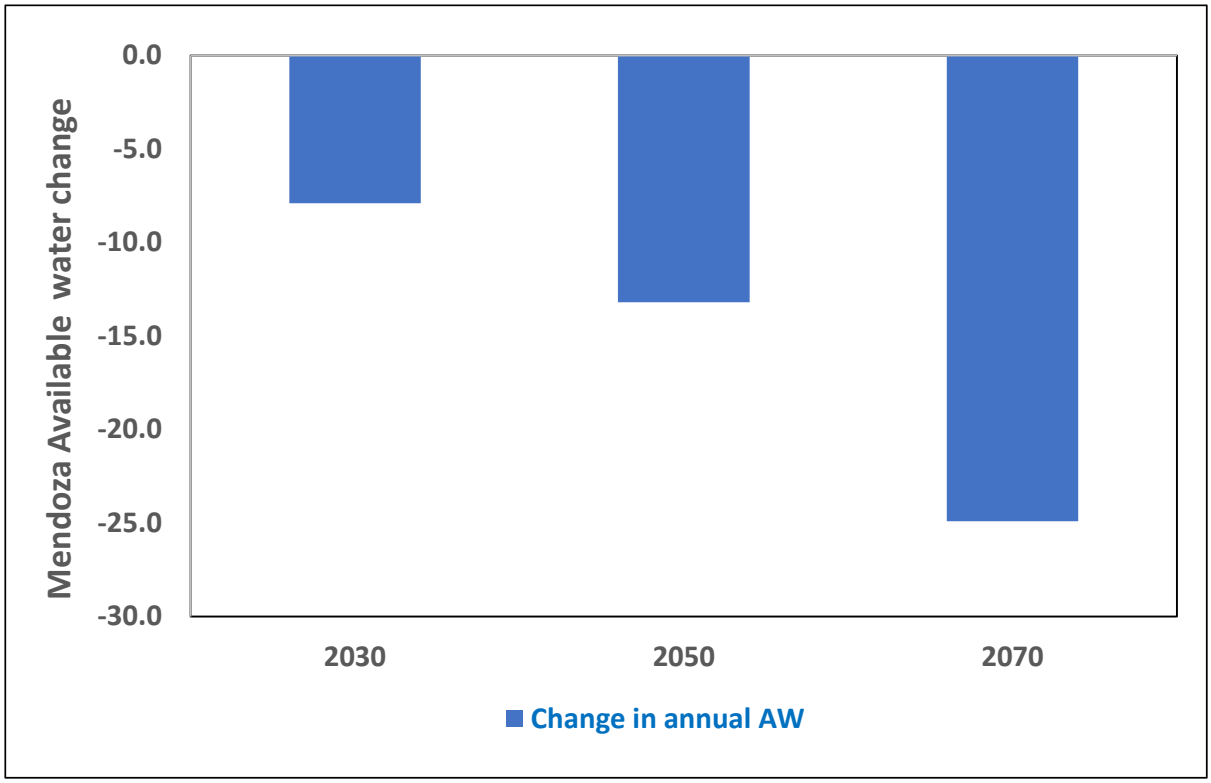


Figura 5-1: Cambios esperados (%) en los volúmenes de agua disponibles de Mendoza para los períodos 2030, 2050 y 2070 con respecto al período de referencia de 2000-2020

Tabla 5-1: Cambios previstos en el agua disponible superficial en la provincia de Mendoza para los diferentes períodos con respecto al período 2000-2020

Periodo	Promedio anual de AW en Mendoza (HM^3)	Cambio (%) con Respecto a 2000-2020
2000-2020	4.888	
2030	4.502	-7,90%
2050	4.243	-13,20%
2070	3.671	-24,90%

5.2. INTRODUCCIÓN

La región central de los Andes donde se ubica la provincia de Mendoza se caracteriza por una fuerte influencia de la topografía en el clima regional y local. Se pueden diferenciar dos subregiones distintas en términos de estacionalidad de las precipitaciones, la Cordillera de los Andes y las Tierras Bajas (ver Figura 1). Este sector de la cordillera de los Andes se caracteriza por una anchura estrecha, una orientación norte-sur centrada en los 70°O y una elevación media de ~4.500 m con picos que pueden superar los 6.000 msnm. La precipitación sobre esta región montañosa tiene un régimen mediterráneo, concentrándose principalmente durante la estación fría (abril a septiembre) y una estación cálida seca (octubre a marzo) en respuesta al desplazamiento estacional de la Alta del Pacífico Sudeste. Por otro lado, la región de Tierras Bajas se caracteriza por un régimen de precipitaciones

monzónicas, con una estacionalidad más marcada cerca del piedemonte andino (Doyle, 2020). Debido al marcado efecto de sombra de la lluvia, el clima en las tierras bajas es árido a semiárido en el oeste y subhúmedo en el este, con lluvias convectivas en la estación cálida.

La provincia de Mendoza se divide en cuencas principales: Mendoza, Diamante, Atuel, Malargüe y Tunuyán (ver figura 5-2).

La provincia de Mendoza depende del agua que provienen de la Cordillera de los Andes, el agua superficial que traen sus ríos cumple un rol fundamental en la gestión de los recursos hídricos. La mayor parte del agua utilizada para el desarrollo de las principales actividades socioeconómicas proviene de los ríos que tienen su origen en la nieve de la cordillera.

Las observaciones a largo plazo han mostrado tendencias negativas de precipitación a lo largo de los Andes en general y la región de Mendoza en particular (Rivera y Arnould, 2020), lo que favoreció una pérdida sostenida de masa glaciar en las elevaciones más altas de la cordillera de los Andes (Dussaillant et al., 2019), se observan, además, tendencias positivas de precipitación en la región de llanura (Maenza et al., 2017; Rivera y Arnould, 2020). Durante la última década (2010-2020), la reducción de la acumulación de nieve en las elevaciones más altas de la Cordillera de los Andes desencadenó la aparición de sequía hidrológica en la provincia (Rivera et. al, 2021).

El promedio anual de agua disponible en la provincia de Mendoza es 4.888 millones de metros cúbicos para el período 2000-2021. Se aprecia claramente que el agua disponible está disminuyendo drásticamente con el paso de los años si se comparan los años correspondientes al inicio del periodo con los del final de este.

Los cambios climáticos afectan la disponibilidad de recursos hídricos de varias maneras: una disminución de los recursos hídricos naturales (precipitaciones, caudales), un aumento en la frecuencia, duración e intensidad de las sequías, por otro lado, un aumento de la evaporación y la demanda de agua para todos los sectores, especialmente para agricultura. Para gestionar los recursos hídricos de manera eficiente en un clima cambiante, se necesitan proyecciones hidro-climáticas futuras en el tiempo y el espacio. El propósito de este trabajo es cuantificar los efectos hidro-climáticas esperados sobre la disponibilidad de agua en la provincia de Mendoza. La principal metodología utilizada en este estudio es la aplicación de resultados de modelos climáticos e hidrológicos de alta resolución para los próximos años y décadas con respecto a las condiciones climáticas de referencia. Esta información cuantitativa permitirá evaluar el riesgo potencial en términos de recursos hídricos en esta región bajo un clima cambiante.

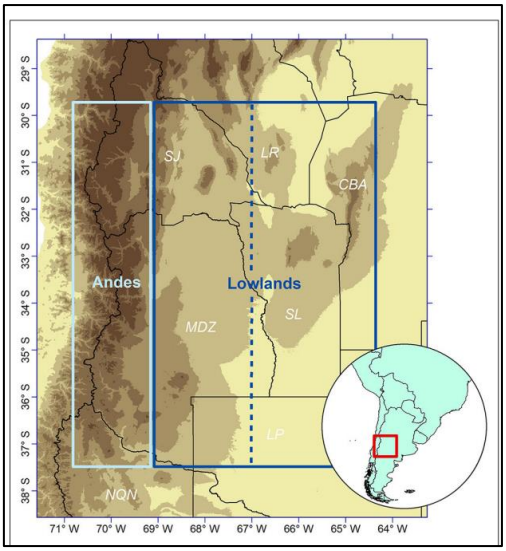


Figura 5-2: La Cordillera de los Andes en la provincia de Mendoza, Fuente: Rivera y Arnould, 2020

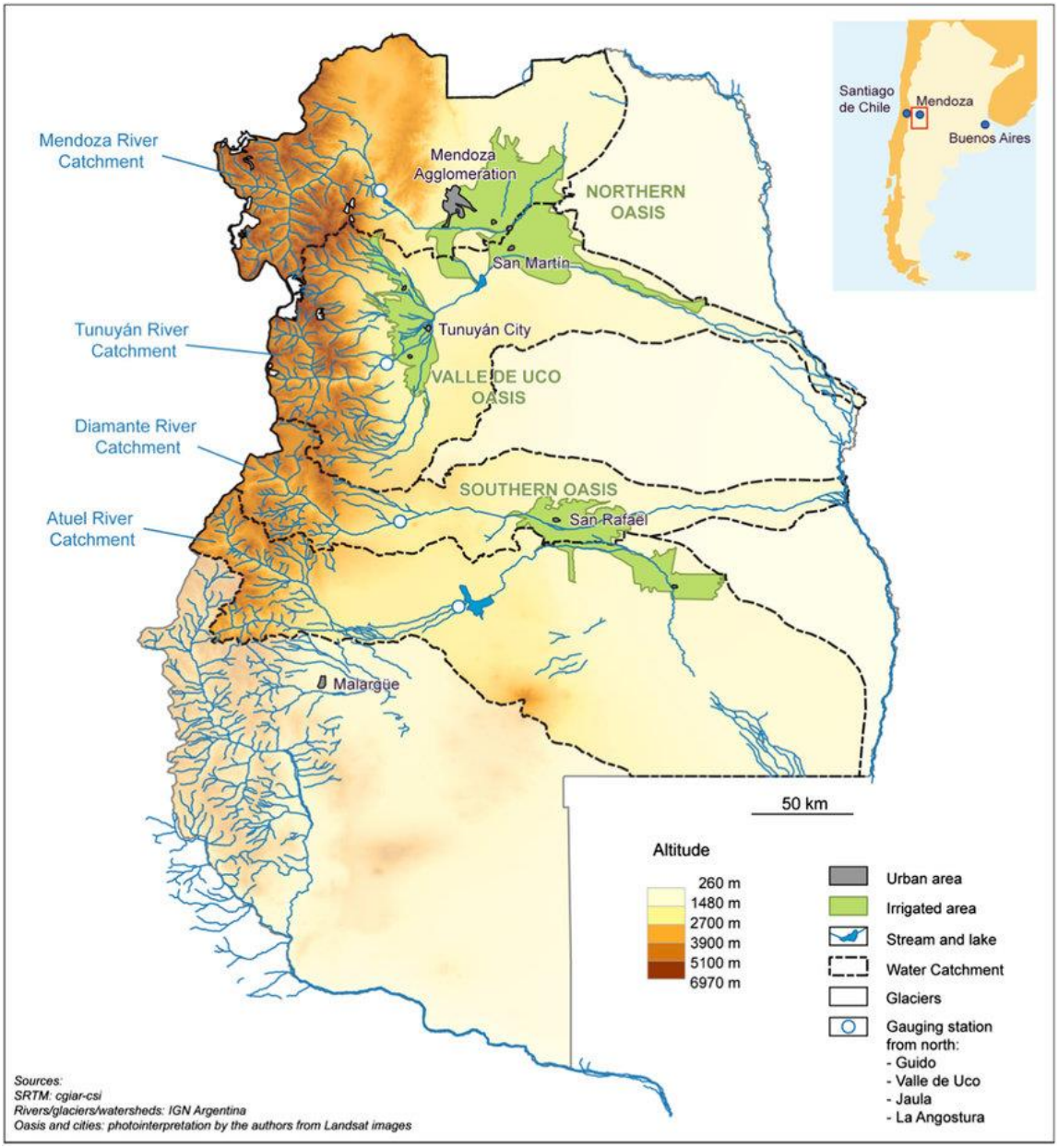


Figura 5-3: Los principales ríos de la provincia de Mendoza

5.3. METODOLOGÍA

El propósito de este estudio es cuantificar las condiciones futuras del clima y la hidrología de Mendoza para calcular la disponibilidad futura de agua en la provincia. Con el fin de evaluar los impactos proyectados del cambio climático en los recursos hídricos de Mendoza, se evalúan datos climáticos globales y regionales. Se analizan, además, modelos hidrológicos para un período de referencia (históricamente 30 años), así como también para mediados y finales del siglo XXI. El análisis incluyó proyecciones climáticas y tendencias de diversas variables que afectan el ciclo hidrológico y la disponibilidad de agua del país, como la precipitación total, los cambios en los patrones de precipitación, la temperatura máxima, la evapotranspiración, la humedad del suelo, la escorrentía y los derrames y caudales de los ríos.

En este estudio se eligió el escenario climático RCP8.5 del IPCC (un gráfico de emisiones de gases de efecto invernadero comparativamente altas). La adopción del escenario climático RCP8.5 del IPCC se basa en que si bien hace unos años era considerado como un escenario "pesimista" a la fecha las tendencias climáticas pronosticadas por otros escenarios menos extremos ya fueron superadas.

Para el estudio, se utiliza la media conjunta de cinco modelos regionales para reducir las incertidumbres relacionadas con los modelos. Se analizaron las tendencias hidro-climáticas futuras versus los resultados históricos de referencia (2020-2040 y 2040-2070 con respecto al período 1970-2000). Posteriormente, se calcula el cambio relativo entre los períodos futuros y el período de referencia para cada variable del período futuro. La resolución de la cuadrícula espacial de los modelos climáticos fue de 20 km^2.

El conjunto completo de variables Hidro-climáticas contiene análisis de anomalías para los siguientes parámetros:

- Temperaturas (Temperaturas medias anuales, Mínimas y Máximas)
- Evaporación potencial anual
- Cantidades de precipitación anual y desviación estándar de precipitación
- El índice de sequía (SPEI) para diferentes escenarios climáticos
- Nevadas acumuladas para diferentes evaluaciones en las partes altas de la vertiente oriental de los Andes
- Los caudales esperados mensuales y anuales en la provincia.
- Volúmenes de agua disponibles futuros en las provincias respecto a la situación actual
- Se simularon caudales anuales de 5 ríos de la provincia (agua disponible) con base en el modelo empírico desarrollado en este estudio y se utilizan variables meteorológicas como predictores del caudal:
    A. Profundidad del manto de nieve en zonas altas de las cuencas hidrográficas (4.000 metros, (año actual y anterior).
    B. Temperaturas (media y máxima anual)
    C. Precipitación

Las producciones anuales del caudal interanual (décadas) se basan en los modelos hidrológicos HYPE y VIC (Lindström et al., 2010).

Los modelos climáticos regionales reducidos utilizados en este estudio tienen una resolución de hasta 20 kilómetros del grupo de trabajo "HighResMip", que forma parte del proyecto IPCC CMIP6. En este estudio utilizamos datos para analizar la temperatura, la evaporación y la precipitación de un conjunto

de 5 modelos climáticos diferentes para el período 1950-2050 (consulte los detalles de los modelos climáticos en la Tabla 5-2).

Además de los indicadores climáticos de los modelos, en este estudio se seleccionaron indicadores de sequía cuantitativos y mensurables para analizar las condiciones climáticas futuras en Mendoza. Dichos indicadores/índices que contienen series temporales de largo plazo pueden mostrar tendencias y permitir analizar el clima futuro esperado con respecto a sus promedios de largo plazo (período de referencia).

Para cuantificar los cambios en los patrones de precipitación y no solo las cantidades totales anuales, se analizaron las tendencias de las desviaciones estándar diarias y anuales.

Tabla 5-2: Modelos climáticos globales y regionales que se utilizaron en el estudio

Nombre del Modelo Global	Nombre del Modelo Regional	Fuente de Datos del Modelo
EC-EARTH	KNMI-RACMO22E	Netherlands meteorological service
EC-EARTH	SMHI-RCA4	Swedish meteorological service
HadGEM2-ES	SMHI-RCA4	Swedish meteorological service
CM5A	IPSL-WRF33	U.S National Center for Atmospheric science
MPI-ESM-LR	CSC-REM	Max Planck Institute, Germany

5.4. RESULTADOS

5.4.1. TENDENCIAS EN LOS PARÁMETROS HIDRO-CLIMÁTICAS

Temperatura y evaporación

Las Figuras 5-4 a 5-8 muestran los cambios esperados (anomalía) para los principales parámetros hidro-climáticas en la provincia de Mendoza. Los resultados muestran los cambios para el periodo 2020-2040 respecto al periodo base de 1970-2000. Las figuras 5-4 y 5-5 muestran el aumento esperado de las temperaturas medias (3) en las próximas décadas, mientras que la figura 5-5 muestra el mínimo anual. y temperaturas máximas en los Andes de Mendoza a una altura de 5.126 m.

En la figura 5-4 se puede ver que se espera que las temperaturas aumenten en la provincia más que en muchas otras regiones de Argentina. La temperatura mínima en las zonas altas de los Andes aumentará rápidamente (figura 5-5), a un ritmo mayor que la temperatura promedio, lo que significa un mayor derretimiento de la nieve en las próximas décadas.

Las Figuras 5-6 muestran el resultado esperado del aumento de la precipitación: una tendencia creciente en la evaporación. Puede verse, por ejemplo, que se espera que la evaporación potencial

anual en la región de los Andes, a una altura de 1.665 m, aumente de alrededor de 1.000 mm a alrededor de 1.100 mm por año para 2050.

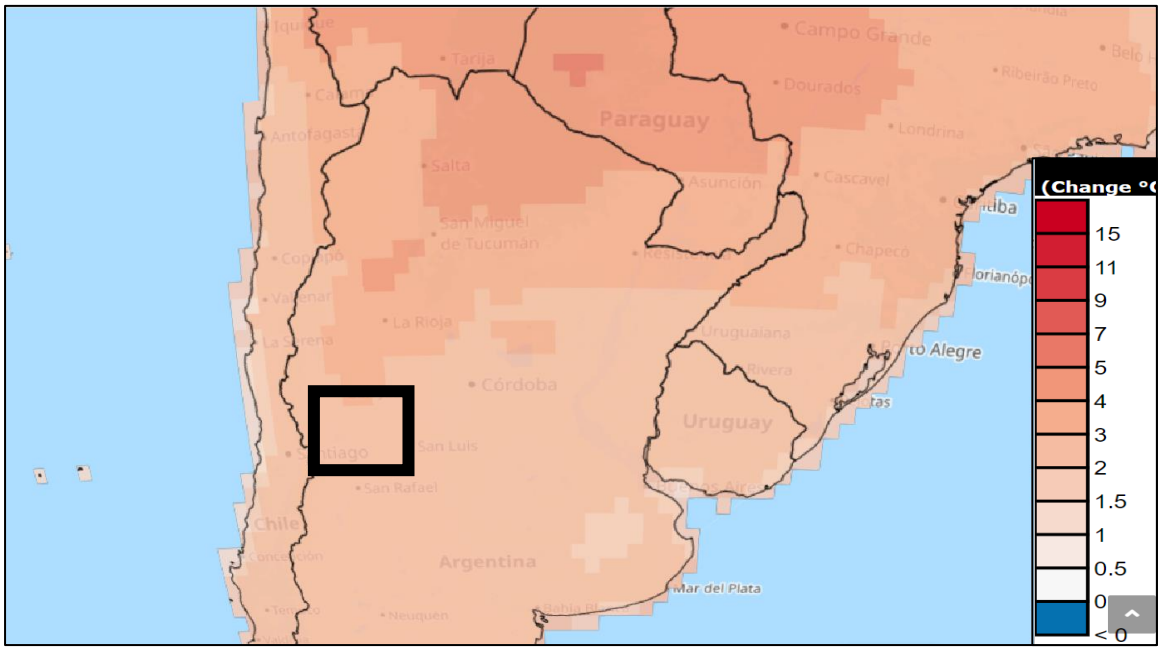


Figura 5-4: Anomalía de las temperaturas medias para el periodo 2020-2040 respecto a la línea base

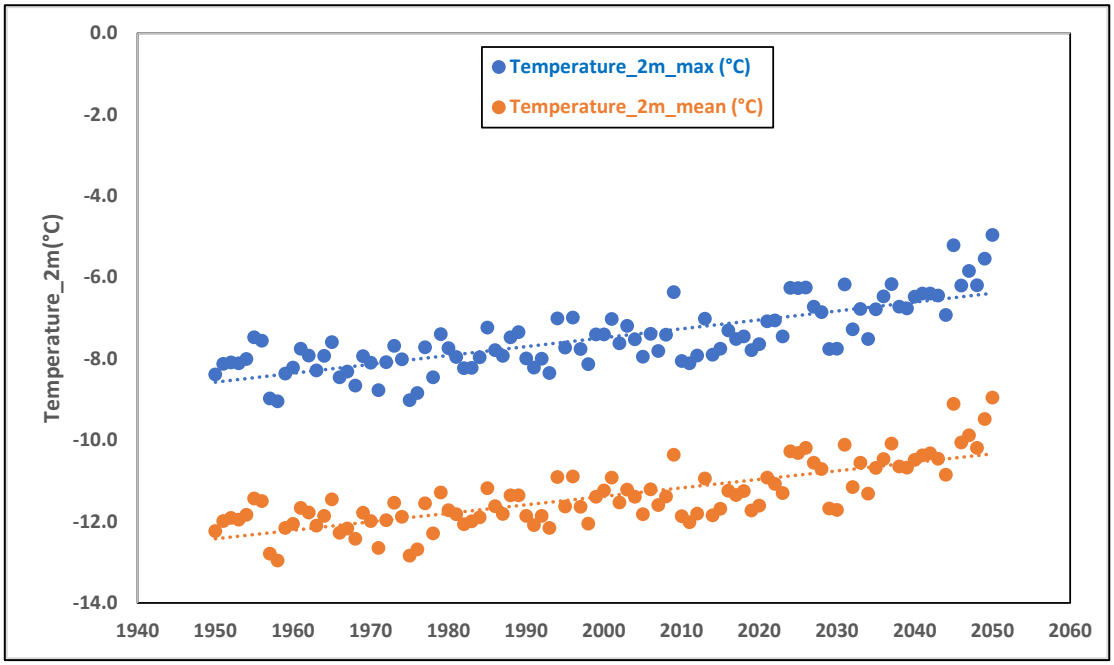


Figura 5-5: Media (naranja) y máx. (azul) tendencia de las temperaturas anuales en los Andes de Mendoza, 5126 m

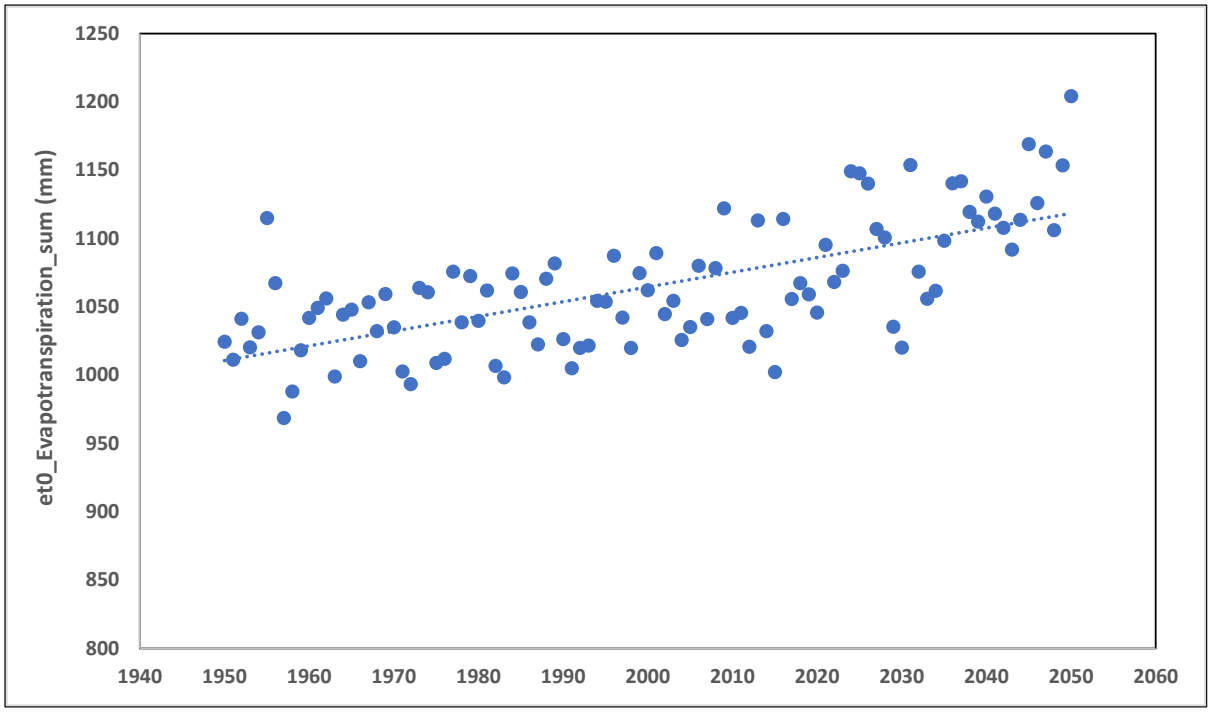


Figura 5-6: Evaporación anual en Mendoza, elevación 1665 m

Precipitación

La Figura 5-6 muestra la anomalía de precipitación total en la región de los Andes argentinos para el período 2030-2050 con respecto a la línea base 1970-2000. Se puede observar que se espera que la precipitación anual en el área de Mendoza disminuya alrededor de un 10% en toda la cordillera de los Andes, especialmente en las zonas altas de la provincia de Mendoza (en el rectángulo negro en la Figura 5-7 y en la Figura 5-8). para el periodo 2020-2040. La Figura 5-9 muestra la anomalía de precipitación mensual (%) para el período 2030-2039 con respecto a la línea base 1995-2014. Se puede observar que la disminución de las precipitaciones en los Andes se dará mayoritariamente durante los meses de invierno y primavera. Las cantidades de precipitación anual y mensual son un componente importante del ciclo hidrológico y de la gestión de los recursos hídricos, pero por importante que sea, no es el único factor que debe analizarse. Un análisis adicional que puede ayudar a comprender el comportamiento y la propagación de las precipitaciones futuras son los valores de precipitación de la desviación estándar (STD). La Figura 5-10 muestra la desviación estándar de precipitación anual simulada para Mendoza (regiones de gran elevación) de 1950 a 2050. Se puede observar que la STD está aumentando a lo largo de los años desde alrededor de 84 mm/año en el período de referencia de 1950 a alrededor de 139 mm. en 2050. Esta tendencia esperada significa una mayor variabilidad interanual de las precipitaciones en Mendoza y por ende de la disponibilidad de agua. Un aumento en las desviaciones estándar significa que podemos esperar tener años más húmedos extremos junto con años secos en Mendoza en las próximas décadas.

La sequía es un factor importante en la gestión de los recursos hídricos. La información sobre la frecuencia, duración e intensidad previstas de las sequías es muy importante para los sectores de la agricultura y el agua. El Índice Estandarizado de Evapotranspiración y Precipitación (SPEI) es un indicador de sequía, que calcula la sequía basándose en la desviación estándar de la precipitación acumulada de la media a largo plazo, incluida la evapotranspiración. Los valores positivos indican condiciones de equilibrio hídrico positivo (o humedad) y los valores negativos indican condiciones de equilibrio hídrico negativo (o sequía). Este indicador muestra la frecuencia e intensidad de las sequías observadas en 12 meses (períodos de acumulación). Los índices de sequía, como el SPEI, suelen calcularse en diferentes escalas temporales para adaptarse a los diferentes tiempos de respuesta de los sistemas afectados por la sequía. Este indicador excluye otros factores que influyen en la sequía, como la geología y los suelos, el caudal de los ríos, el derretimiento de los glaciares y la evapotranspiración. La Figura 5-12 presenta el índice de sequía del SPEI en diferentes escenarios climáticos para la provincia de Mendoza. Los resultados muestran la media conjunta de todos los modelos globales CIMAP6 del IPCC (los modelos climáticos más actualizados disponibles). Se puede observar que según el índice SPEI se espera que las condiciones de sequía sean más frecuentes y dominantes en la provincia.

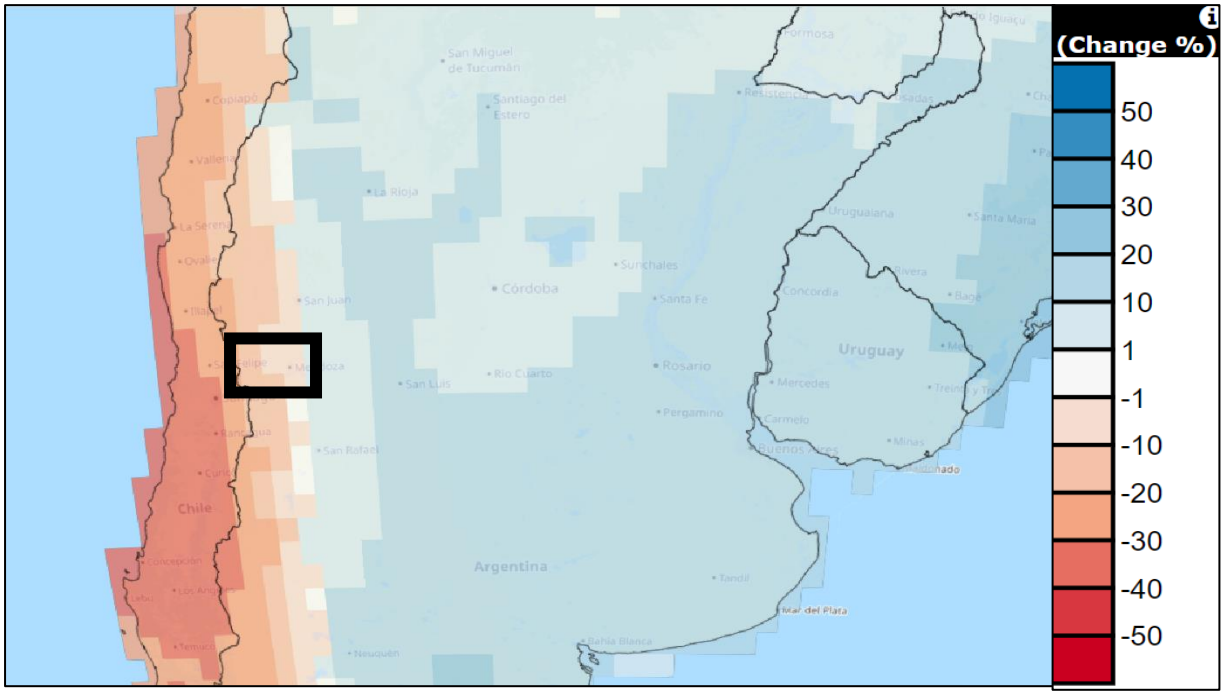


Figura 5-7: Anomalía de precipitación (%) para el período 2030 - 2050 con respecto a la línea base 1970-2000.

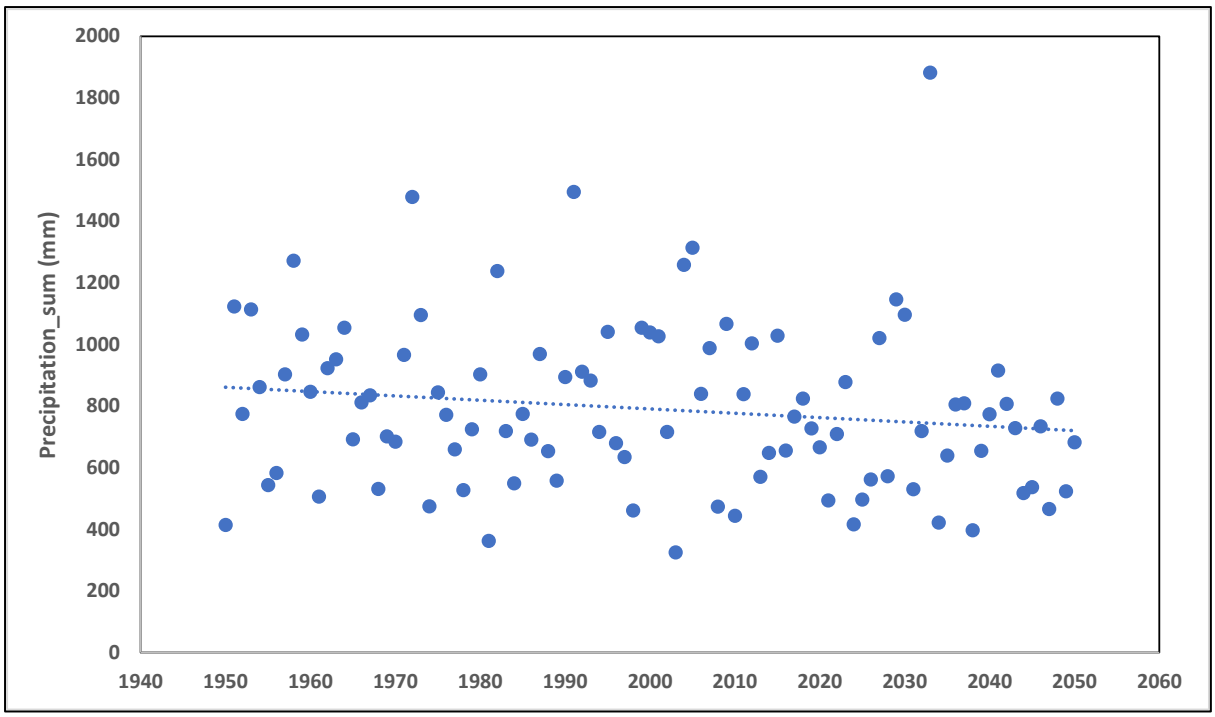


Figura 5-8: Precipitación anual simulada en las regiones andinas de gran altitud en Mendoza

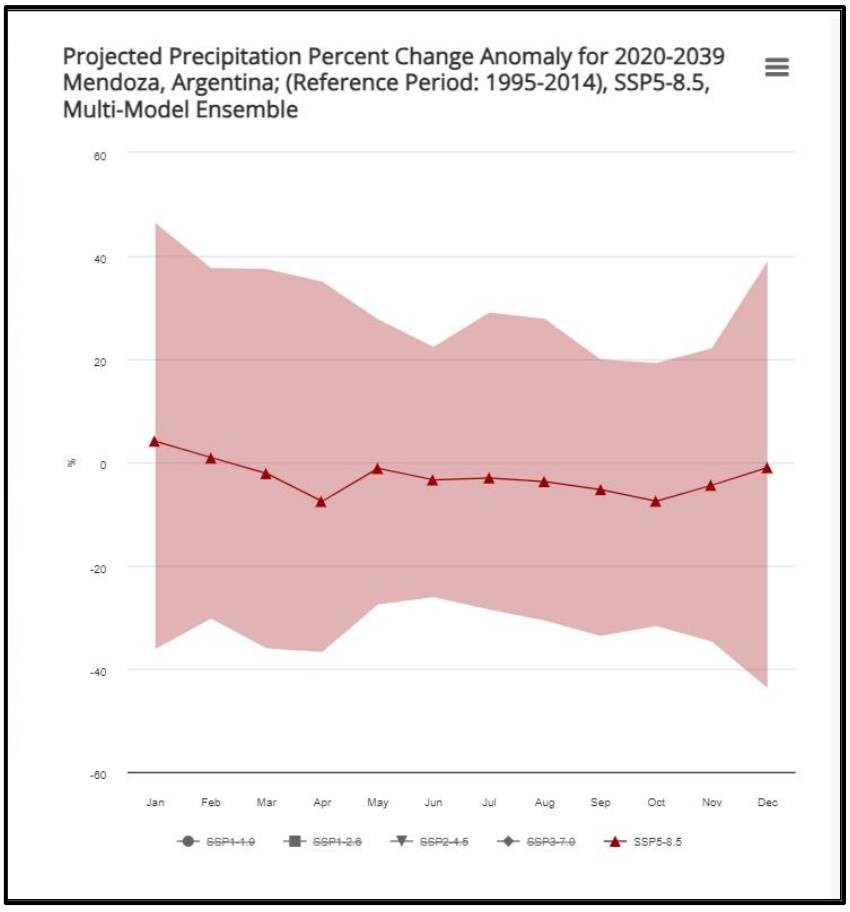


Figura 5-9: Anomalía de precipitación mensual (%) para el periodo 2030-2039 respecto a la línea base 1995-2014.

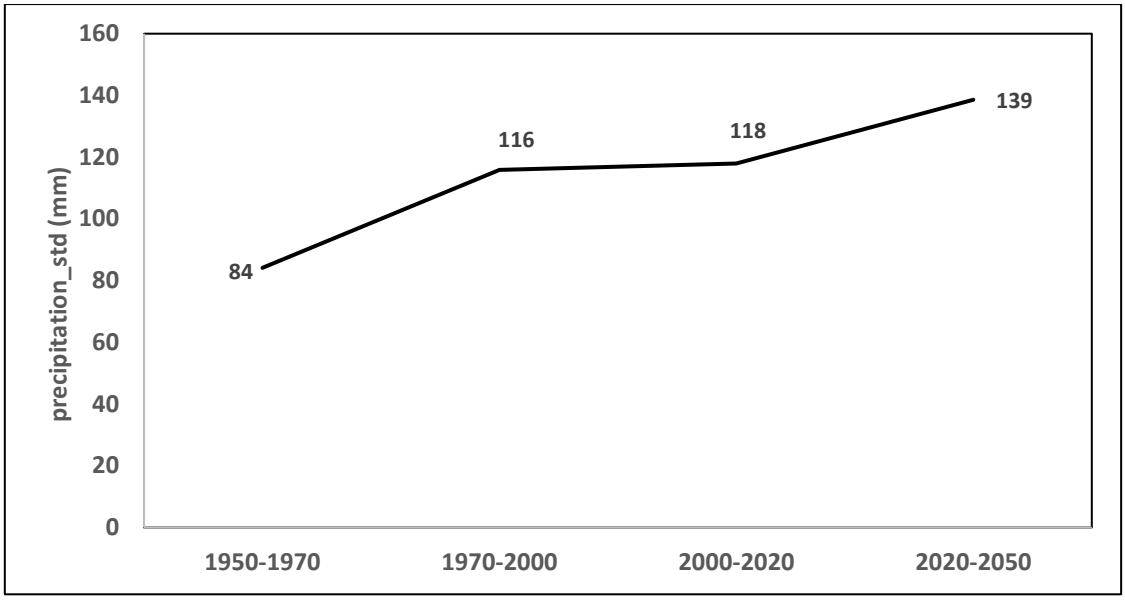


Figura 5-10: Desviación estándar de precipitación anual para Mendoza (regiones de gran altitud)

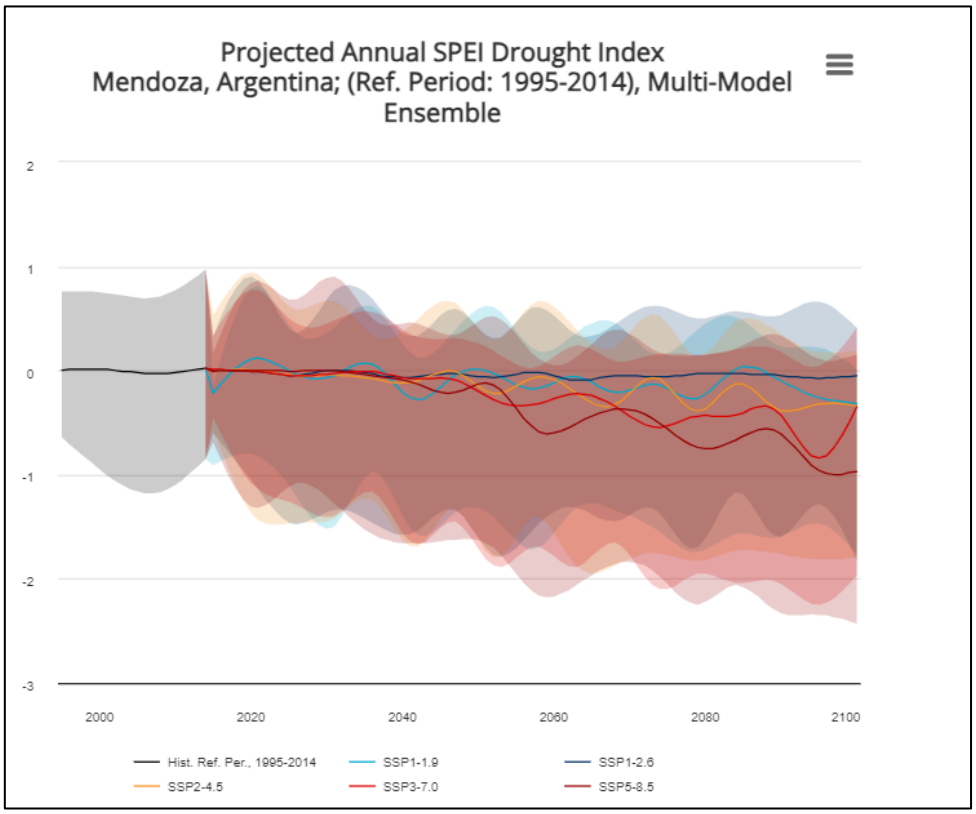


Figura 5-11: El índice de sequía SPEI (precipitación y evaporación) para diferentes escenarios climáticos para Mendoza

Nieve

La acumulación de nieve en los Andes es el principal recurso hídrico de la provincia de Mendoza. El deshielo alimenta el caudal que drena desde las laderas occidentales de los Andes río abajo. Los

efectos combinados del aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones ya provocaron una disminución de la acumulación de nieve en los Andes y se espera que continúen disminuyendo. La Figura 5-12 muestra la tendencia de acumulación de nieve en niveles medios de elevación en los Andes (1.665 m). Se puede observar que la acumulación de nieve disminuyó aproximadamente un 50%, de 600 cm en 1950 a 450 cm en 2050.

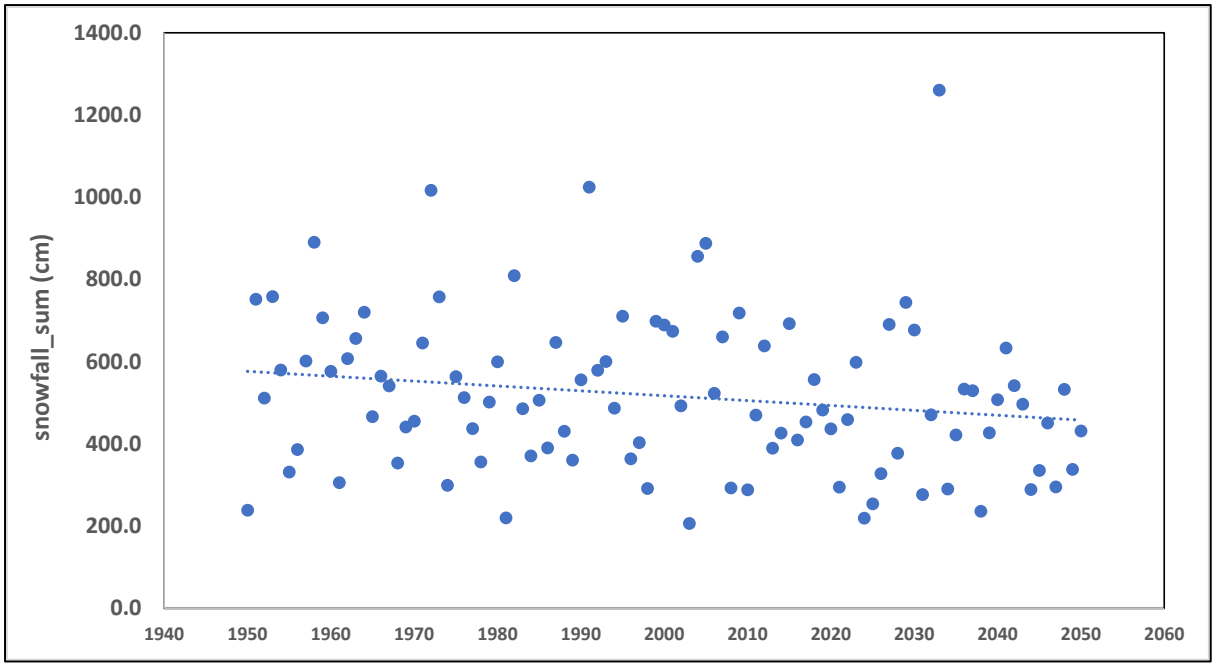


Figura 5-12: Acumulación anual de nieve en la zona de los Andes de Mendoza: 5126m

Tendencias en los parámetros hidrológicos

El promedio anual de agua disponible en la provincia de Mendoza es de 4.888 Hm^3 para el período 2000-2021. Sin embargo, el agua disponible está disminuyendo drásticamente con el paso de los años. Se aprecia claramente esta tendencia si se comparan los años correspondientes al inicio del periodo con los del final de este.

La Figura 5-13 muestra la tendencia futura esperada para los volúmenes medios anuales de caudal para el período 2030-2050 con respecto a la línea base 1970-2000. Se puede observar que se espera una nueva disminución en el agua disponible de alrededor del 25% en la provincia en las próximas décadas, como se puede ver en las figuras 5-14 y 5-15 que muestran los cambios mensuales y anuales (%) en el Volúmenes de agua del Río Mendoza para los períodos 2030, 2050 y 2070 respecto al período base 1970-2000.

Las Tablas 5-3 y 5-4 resumen los resultados de los análisis climáticos e hidrológicos y muestran los cambios esperados en los parámetros Hidro-climáticas (tabla 5-3) y agua disponible (tabla 5-4) en la provincia de Mendoza para los diferentes períodos con respecto a 2000-2020.

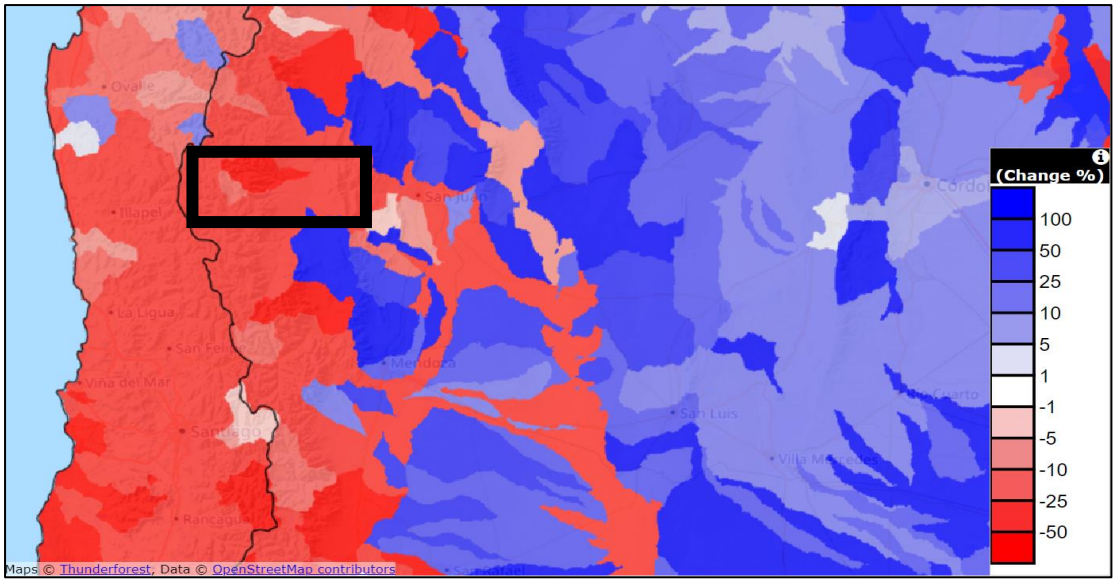


Figura 5-13: Anomalía del volumen medio anual de caudales para el período 2030-2050 con respecto a la línea base 1970-2000

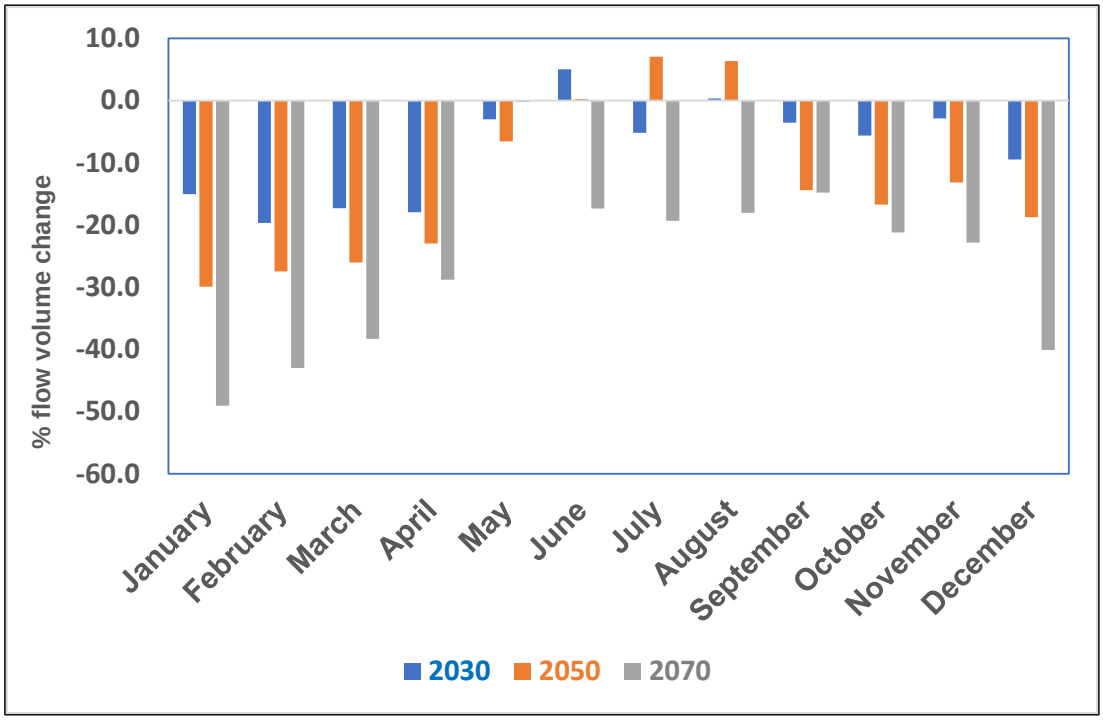


Figura 5-14: Cambios mensuales (%) en los volúmenes de agua del río Mendoza para los períodos 2030, 2050 y 2070 con respecto al período base de 1970-2000

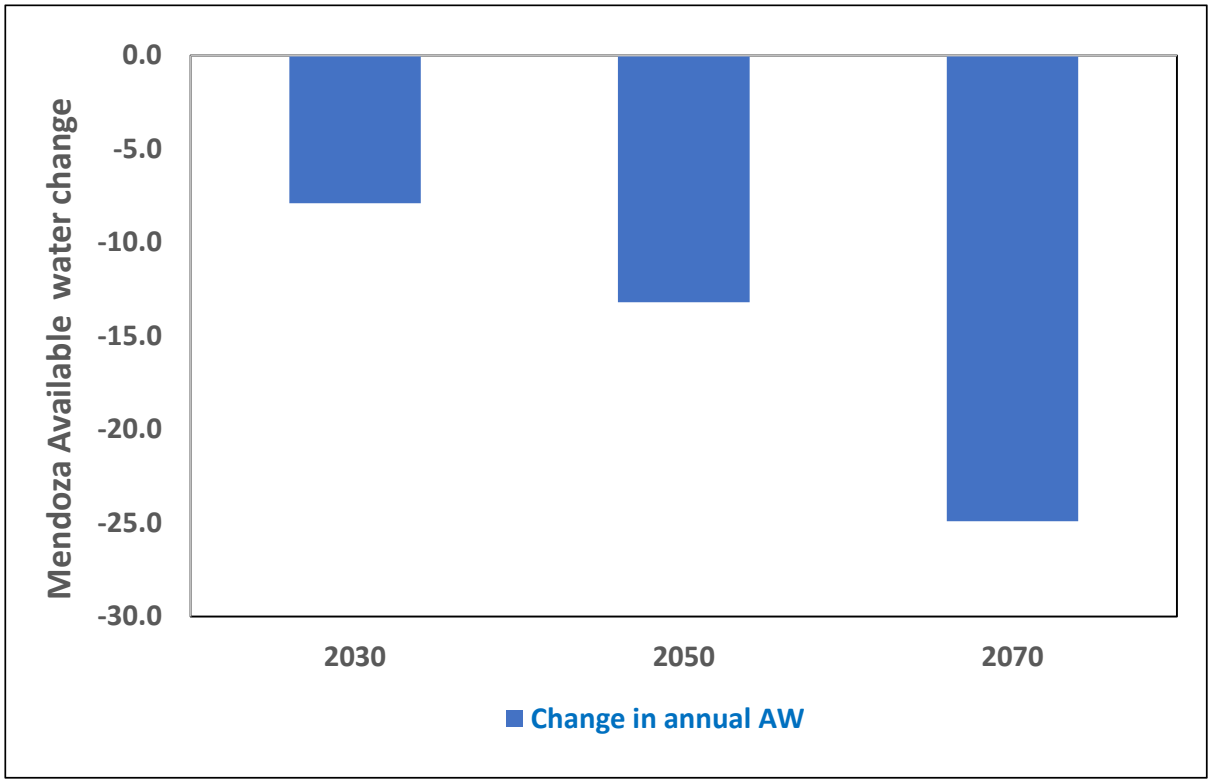


Figura 5-15: Cambios (%) en los volúmenes de agua disponibles en Mendoza para los períodos 2030, 2050 y 2070 respecto al período base 2000-2020

Tabla 5-3: Cambios esperados en los parámetros hidro-climáticas en la provincia de Mendoza para los diferentes períodos respecto al 2000-2020

Periodo	Max. temperaturas (deg.)	Precipitación Anual (%)	Evaporación (%)	Volúmenes de agua disponible (%)
2030	0,7	-6%	3%	-7,90%
2050	1,5	-9%	5%	-13,20%
2070	1,9	-13%	8%	-24,90%

Tabla 5-4: Cambios esperados en el agua disponible en la provincia de Mendoza para los diferentes períodos respecto al 2000-2020

Periodo	AD anual promedio en Mendoza (Hm^3)	Cambio (%) con respecto a 2000-2020
2000-2020	4.888	
2030	4.502	-7,90%
2050	4.243	-13,20%
2070	3.671	-24,90%

5.5. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este estudio muestran una clara tendencia de calentamiento en la Cordillera de los Andes en general y en Mendoza en particular. El aumento de las temperaturas y los cambios en las cantidades y patrones de precipitación conducirán a una mayor evaporación, aridez,

derretimiento temprano de la nieve y menores valores de humedad del suelo en el país. Nuestros hallazgos con respecto a los hallazgos de temperatura y precipitación están de acuerdo con otros estudios realizados en la región por Rivera et. al (2020), Arnould (2020), Dussaillant et al., (2019) y Maenza et al., (2017).

Además, el índice de sequía futura (SPEI) muestra una clara tendencia de sequías más frecuentes e intensas. Se espera que esas tendencias proyectadas conduzcan a un aumento de alrededor del 5% en la demanda de agua para riego agrícola en Mendoza. Los resultados del modelo hidrológico aquí presentados muestran que se espera que disminuyan los volúmenes de agua que fluyen desde los Andes hacia las zonas bajas de las provincias. Esta tendencia prevista supondrá una reducción del -8% en 2030, del -13% en 2050 y del -25% hasta 2070 en el total de agua superficial disponible en la provincia.

El conjunto de múltiples modelos climáticos también muestra una tendencia positiva en las precipitaciones en la zona de llanuras, debido principalmente al aumento de las tormentas convectivas en las estaciones relativamente cálidas. Sin embargo, un aumento de algunos porcentajes en las estaciones de transición y las precipitaciones de verano (precipitaciones monzónicas de verano) en la zona semiárida de la provincia será despreciable y apenas afectará los balances de recursos hídricos de la provincia. En todo caso, provocará inundaciones repentinas y dañinas debido a la mayor intensidad de las precipitaciones.

La provincia de Mendoza se verá afectada por efectos del cambio climático similares a los de otras regiones que se encuentran en el lado negativo de la circulación de células de Hadley alrededor de las latitudes 30 en el norte y sur de Hampshire (Rivera et. al, 2020).

La disminución de la oferta hídrica generara una disminución del agua disponible para la provincia del 13.2% para 2050 y del 25% para 2070. El aumento de la evapotranspiración debido al incremento de las temperaturas que generará un aumento de la demanda de agua por la agricultura comparada con las condiciones actuales. Estas condiciones crean un contexto en el cuales las nuevas demandas de agua no podrán ser abastecidas.

Incluso en un escenario con las mismas demandas totales de agua, será necesario mejorar las estrategias de mitigación para hacer frente a las condiciones de sequía actuales y futuras. De lo contrario, el sector agrícola de la provincia necesitará volúmenes adicionales de agua en las próximas décadas debido a un aumento de la evaporación y una disminución del agua superficial disponible.

Observaciones sobre el informe "Proyecciones del clima y de la oferta hídrica para las próximas décadas en la provincia de Mendoza (IANIGLA – CONICET, 2023)"

La principal diferencia entre los resultados hidrológicos de IANIGLA y Mekorot para el clima futuro (2050) se debe a la diferencia en el período base de comparación utilizado para evaluar el cambio esperado en el agua disponible en el futuro.

Mientras que IANIGLA utilizó solo 9 años como período base (2001-2010), el equipo de Mekorot utilizó una serie temporal más larga de 20 años (2000-2020).

El clima varía naturalmente en muchas escalas de tiempo diferentes: de una estación a otra, de un año a otro y de una década a otra. Muchas de estas variaciones son causadas por las interacciones y la retroalimentación entre los diferentes componentes del sistema climático (atmósfera, océanos, tierra y hielo), muchas de las cuales son caóticas o impredecibles.

Cuando comparamos los resultados del modelo de Mekorot para 2050 con el período base de IANIGLA, obtenemos resultados similares de reducción del derrame de los ríos (escenario SSP5-8.5).

Tabla 5-5: Cambio en el caudal para 2050 con respecto al período base 2001-2010

Río	IANIGLA	Mekorot
Mendoza	-40%	-26%
Tunuyán	-20%	-33%
Diamante	-45%	-32%
Atuel	-30%	-37%
Malargüe	-35%	-28%
Río grande	-30%	

Según los resultados de los modelos implementados por Mekorot la reducción esperada, para cada una de las cuencas de la Provincia de Mendoza, en 2050 con respecto al promedio de la seria 2000-2020 es la siguientes:

- Río Mendoza: 11 % de reducción
- Río Tunuyán: 13% de reducción
- Río Diamante: 16% de reducción
- Río Atuel: 12% de reducción
- Río Malargüe: 11% de reducción

Sin embargo, en función de la similitud de los resultados obtenidos para las distintas cuencas y a las incertidumbres propias de cualquier proceso de pronóstico se considera metodológicamente adecuado adoptar el valor promedio de 13,2% de reducción del agua disponible en la provincia en 2050 respecto al promedio 2000-2020 para la planificación del sector hídrico.

Comparación entre los volúmenes proyectados

Tabla 5-6: Proyección IANIGLA 2050

	IANIGLA 2001-2010		
	AW 2001-2010 (hm^3)	% afectación	AW 2050 (hm^3)
Río Mendoza	1.555	-40%	933
Río Tunuyán	1.523	-20%	1.219
Río Diamante	1.261	-45%	694
Río Atuel	1.132	-30%	792
Río Malargüe	368	-35%	239
Mendoza Total	5.839		**3.876**

Tabla 5-7: Proyección Mekorot 2050

	Mekorot 2000-2020		
	AW 2000-2020 (hm^3)	% afectación	AW 2050 (hm^3)
Río Mendoza	1.326	-11%	1.180
Río Tunuyán	1.346	-13%	1.171
Río Diamante	1.029	-16%	865
Río Atuel	902	-12%	794
Río Malargüe	284	-11%	253
Mendoza Total	4.888		**4.263**

El volumen de agua disponible proyectada para el año 2050 según las estimaciones presentados por IANIGLA es de 3.876 hm^3, mientras que el volumen proyectado por Mekorot es de 4.263 hm^3.

La diferencia entre los volúmenes proyectados es de 384 hm^3 que representa un 9%. Esta diferencia es lo suficientemente pequeña como para asumir que ambos pronósticos son similares y el orden de magnitud del pronóstico es el mismo, siendo adecuado la adopción de cualquiera de ellos.

6. AGUA DISPONIBLE PROYECTADA PARA 2030,2040 Y 2050

6.1. AGUA SUPERFICIAL

La proyección de agua superficial disponible se realizó como parte del estudio de cambio climático, se utiliza el modelo empírico desarrollado en este estudio y variables meteorológicas como predictores de caudal:

a) Profundidad de la capa de nieve en las zonas altas de las cuencas de los ríos (4.000 metros, año actual y anterior).
b) Temperaturas (media anual y máxima)
c) Precipitación

La siguiente tabla muestra el agua disponible anual prevista en cada río de la provincia de Mendoza:

Tabla 6-1: Agua superficial disponible prevista hasta 2050

Ciclo	Río Mendoza (HM³)	Río Atuel (HM³)	Río Diamante (HM³)	Río Malargüe (HM³)	Río Tunuyán (HM³)
2000	1545	1018	1165	331	1588
2001	1412	930	1064	302	1451
2002	1953	1286	1471	418	2007
2003	1515	998	1142	324	1557
2004	1202	792	906	257	1235
2005	1629	1073	1228	349	1674
2006	1456	959	1097	312	1496
2007	1587	1045	1196	340	1631
2008	1236	814	932	265	1271
2009	1063	700	801	228	1092
2010	1118	736	843	239	1149
2011	932	614	702	200	958
2012	1029	678	776	220	1058
2013	1114	734	840	239	1145
2014	906	597	683	194	931
2015	1581	1041	1192	339	1625
2016	1778	1171	1340	381	1827
2017	1013	667	764	217	1042
2018	947	624	714	203	973
2019	971	639	731	208	998
2020	709	467	534	152	728
2021	779	513	587	167	800
2022	1264	833	953	271	1300
2023	1194	786	900	256	1227
2024	1439	948	1085	308	1479

2025	881	580	664	189	905
2026	1092	719	823	234	1122
2027	1111	732	837	238	1142
2028	1238	815	933	265	1273
2029	921	606	694	197	946
2030	1509	994	1137	323	1551
2031	1101	725	830	236	1132
2032	708	466	533	152	727
2033	771	508	581	165	793
2034	2305	1518	1737	494	2369
2035	940	619	708	201	966
2036	1036	682	780	222	1064
2037	854	562	643	183	877
2038	1236	814	931	265	1270
2039	978	644	737	209	1005
2040	923	608	696	198	949
2041	1386	913	1044	297	1424
2042	1373	904	1034	294	1411
2043	1227	808	925	263	1261
2044	928	611	699	199	953
2045	781	514	589	167	803
2046	1028	677	775	220	1057
2047	965	636	727	207	992
2048	1225	807	923	262	1259
2049	799	526	602	171	821
2050	894	589	674	192	919
2000-2020	1271	837	958	272	1307
Promedio a 2030	1183	779	892	253	1216
Promedio a 2050	1094	720	824	234	1124

Se encontró que los volúmenes de agua disponibles previstos se distribuyen de acuerdo con una distribución lognormal. Utilizando estas distribuciones fueron calculados los percentiles[10] 5, 10 25, 50, 75, 90 y 95 para cada cuenca.

[10] Un percentil es un valor en la distribución que contiene un porcentaje específico del grupo debajo de él. La definición general es que el p^{th} percentil es el valor que contiene el $p^{\%}$ de los valores por debajo de él.

La siguiente tabla presenta los percentiles calculados:

Tabla 6-2: Agua disponible Mendoza, percentiles anuales - Agua disponible (Hm^3)

	Año	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Total	2030	1.994	2.452	3.093	4.070	5.047	5.688	6.146
	2040	1.866	2.327	2.971	3.955	4.939	5.583	6.044
	2050	1.744	2.209	2.859	3.850	4.841	5.491	5.956
Mendoza	Año	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
	2030	545	670	845	1.112	1.379	1.554	1.679
	2040	510	636	812	1.080	1.349	1.525	1.651
	2050	477	604	781	1.052	1.322	1.500	1.627
Atuel	Año	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
	2030	364	447	564	742	921	1.038	1.121
	2040	340	425	542	721	901	1.018	1.103
	2050	318	403	521	702	883	1.002	1.086
Diamante	Año	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
	2030	415	511	644	848	1.051	1.185	1.280
	2040	389	485	619	824	1.029	1.163	1.259
	2050	363	460	595	802	1.008	1.144	1.241
Malargüe	Año	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
	2030	119	147	185	243	302	340	367
	2040	111	139	178	236	295	334	361
	2050	104	132	171	230	289	328	356
Tunuyán	Año	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
	2030	551	678	855	1.125	1.395	1.572	1.699
	2040	516	643	821	1.093	1.365	1.543	1.670
	2050	482	611	790	1.064	1.338	1.517	1.646

Los percentiles representan la probabilidad de que ocurra el evento, por ejemplo:

En la década 2020-2030, la probabilidad de que el Volumen de Agua Disponible anual sea de 2.000 Hm^3 o menos es de una vez cada 20 años, de igual forma para los demás percentiles.

Tabla 6-3: Probabilidad de Ocurrencia

Percentiles	5%	10%	25%	**50%**	75%	90%	95%
Probabilidad de Ocurrencia	Cada 20 años	Cada 10 años	Cada 4 años	Cada 2 años	Cada 4 años	Cada 10 años	Cada 20 años

Se pueden analizar diferentes escenarios según la tabla 6-2, por ejemplo:

En la próxima década (2020 - 2030) la probabilidad de que el volumen de agua disponible sea de 6,000 Hm^3 o más, es de una vez cada 20 años, en ese caso la provincia deberá estar preparada en cuanto a la disponibilidad de almacenamiento de agua.

El otro evento opcional que puede ocurrir una vez en 20 años es que el volumen de agua disponible será de 2,000 Hm^3 o menor, que es menos que el año más seco en los últimos 20 años. En ese caso la provincia debería tener un plan de acción para reducir el suministro de agua a todos los sectores.

6.2. AGUA SUBTERRÁNEA

Aplicación de los modelos de cuenca en WEAP desarrollados por el DGI

La aplicación del software WEAP (*Water Evaluation and Planning System*) en una cuenca hidrográfica permite sintetizar información referida a los procesos hidrológicos que suceden en la misma, como ser: precipitación, escurrimientos, infiltración, evapotranspiración, usos del recurso hídrico, flujos desde y hacia cuencas vecinas tanto superficiales como subterráneas, entre otros. Este enfoque permite estimar y cuantificar los valores que adoptarían las variables para los diversos años y escenarios de usos. A continuación, se explica cómo se utiliza el modelo WEAP en este contexto y como se interpretan los resultados.

Como primer paso, se definen los límites de la cuenca hidrográfica superficial y las zonas homogéneas del acuífero. Este modelo de cuenca abarca ríos, arroyos nivales y de manantiales, canales, zonas de riego, subcuencas que generan infiltración y escorrentía, usos no agrícolas, zonas de reúso de agua, acuíferos y las interconexiones entre todos los elementos.

Se recopilan datos climáticos y de uso del recurso hídrico. Se consideran las derivaciones de los ríos y arroyos principales hacia las zonas cultivas, la precipitación y evapotranspiración sobre zonas cultivadas y no cultivadas, usos subterráneos del agua y operación de la infraestructura hídrica más relevante. Se identifican y se caracterizan los diferentes usos del agua en la cuenca, como el abastecimiento de agua potable, la irrigación, usos industriales y de abastecimiento poblacional.

Con todos los datos recopilados, se configura el modelo WEAP para representar la cuenca hidrográfica y sus flujos de agua. El modelo simula cómo el agua fluye a través de la cuenca, incluyendo las recargas y salidas de los acuíferos.

Las fuentes de recarga modeladas de los acuíferos son: infiltración en el lecho del rio, infiltración en las zonas de cultivo debidas a la ineficiencia de riego, infiltración en las subcuencas sin riego descontando los procesos de escurrimiento y evapotranspiración de la cobertura vegetal y el flujo profundo considerado como recarga natural de zonas homogéneas (acuíferos vecinos) hacia los sectores estudiados.

En resumen, la aplicación de los modelos de cuenca en WEAP permite estimar los valores de bombeo, salida de agua del acuífero, recarga natural y variación en el almacenamiento a través de un balance hídrico que considera volúmenes de aporte y extracciones de agua. En estos modelos se busca establecer una correlación entre las tendencias de variación de niveles estáticos medidos y los representados por el modelo.

Estos modelos son los desarrollados por el DGI para la determinación de los Balances Hídricos de las cuencas provinciales. En el presente documento se respeta el modelo conceptual adoptado para cada cuenca en cuanto a la relación entre el agua superficial y el agua subterránea, específicamente hablando de los procesos de recarga, tránsito y descarga de los acuíferos.

Los mismos sirven como un marco de referencia que debe ser validado con otras metodologías de cálculo.

Se desarrolla a continuación el balance hídrico proyectado para los principales acuíferos

6.2.1. PROSPECTIVA HÍDRICA TUNUYÁN SUPERIOR

Balance hídrico del agua subterránea

Con el propósito de comprender la dinámica del balance hídrico en la cuenca, se realizó un análisis global de los flujos de agua tanto de ingresos como de egresos del acuífero. Los datos correspondientes al período comprendido entre 2001 y 2020 se extraen del Balance Hídrico del Río Tunuyán, y se actualiza con los valores correspondientes a los años 2021 y 2022.

Los procesos hidrológicos, climáticos y de uso del recurso que suceden en la cuenca, quedan representados a través de la oferta hídrica total de la cuenca, los escurrimientos del Río Tunuyán, los ingresos al acuífero, las variaciones en el almacenamiento del mismo, los volúmenes de extracción del acuífero y los aportes de los arroyos de manantial a los escurrimientos del Río Tunuyán. El punto de cierre de la cuenca se define aguas arriba del embalse El Carrizal.

La representación del sistema a través de un modelo simplificado permite trazar un panorama global de la variabilidad hidrológica de la cuenca y la interacción entre ellas.

Definición de las variables

A continuación, se presentan las variables a representar:

Oferta Total Estimada total

Se compone de la suma del escurrimiento del río Tunuyán en la estación Valle de Uco, los derrames de todos los arroyos de origen nival de cordillera frontal y los aportes por precipitación en las zonas cultivadas.

Río Tunuyán en Valle de Uco

Representa los escurrimientos del río aguas arriba del dique Valle de Uco.

Arroyos de cordillera frontal

Representa los escurrimientos anuales de los arroyos de cordillera frontal. Responden a los derrames generados a través de modelos de precipitación escorrentía, calibrados en las estaciones donde se presentan datos.

Precipitación sobre al área cultivada

Representa el volumen total de agua que precipita sobre la zona cultivada y contribuye a la satisfacción de la demanda. Se estima a partir de los valores de precipitación medidos en estaciones meteorológicas

Derivado en Valle de Uco

Representa los volúmenes de agua distribuido desde el Dique Valle de Uco.

Arroyos de manantial

Representa los volúmenes de agua que aportan los arroyos de manantial al río Tunuyán. Su valor se estima a partir del balance de volúmenes que ingresan al acuífero, son extraídos del mismo y la variación en el almacenamiento.

Ingresos de agua al acuífero

Representa la totalidad de agua que ingresa al sistema de acuíferos de la cuenca.

Producción del acuífero

Representa el agua que es extraída del acuífero para satisfacer demandas hídricas, ya sean agrícolas, poblacionales o industriales.

Variación en el almacenamiento del acuífero

Representa la diferencia entre el agua que ingreso y egresa para cada periodo hídrico.

Balance hídrico actual 2001 a 2020

Mediante datos extraídos del Balance Hídrico del Río Tunuyán, se confecciona un Balance Hídrico global del acuífero.

Tabla 6-4: Balance Hídrico actual. Valores expresados en Hm^3/año

Año	Oferta total WEAP	Derrame Río Tunuyán en Valle de Uco	Arroyos Cordillera Frontal	Precip. sobre área cultivada	Derivado Canal Matriz Valle de Uco.	Río Tunuyán + Manantiales	Ingreso al acuífero	Volumen extraído del acuífero.	Variación en el almacenamiento.	Aportes de arroyos de manantial al Río Tunuyán
2001	1694	1148	312	234	212	1545	802	319	87	397
2002	1841	1151	463	227	202	1647	1033	297	239	496
2003	1807	1105	509	193	258	1623	1158	362	278	518
2004	1255	687	342	227	219	1087	935	448	87	400
2005	1611	1017	339	255	188	1405	887	322	177	388
2006	2166	1435	572	159	249	2015	1317	437	300	580
2007	1703	1003	452	248	226	1492	1075	350	236	489
2008	1638	1063	356	219	206	1485	917	342	154	421
2009	1424	858	424	142	234	1298	1019	445	134	440
2010	1284	814	309	160	225	1159	846	527	-26	345
2011	889	515	247	127	166	792	746	559	-89	277
2012	974	572	262	140	151	855	732	519	-70	283
2013	1082	643	290	149	160	937	748	485	-31	294
2014	1032	533	288	211	159	840	795	511	-23	307
2015	1050	566	280	204	157	857	768	502	-26	291
2016	1476	773	390	313	133	1239	1009	353	190	466
2017	1107	635	320	152	188	972	905	591	-23	337
2018	969	467	231	271	167	773	743	462	-25	306
2019	1094	473	372	249	145	847	907	434	99	374
2020	1013	504	301	208	122	809	826	453	68	305

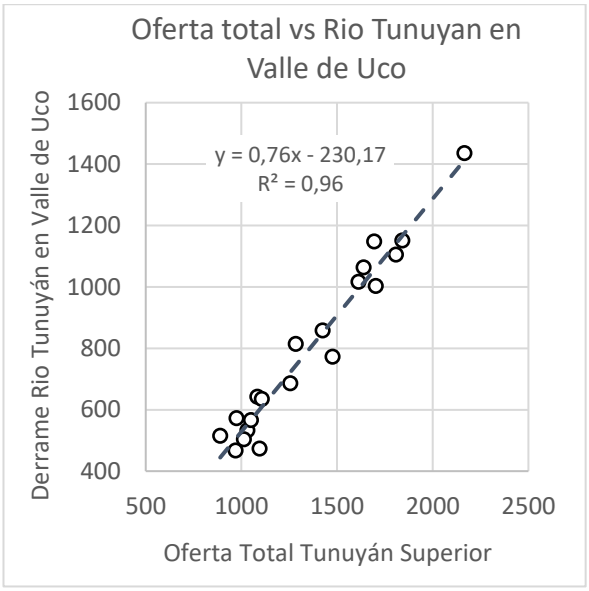
Balance hídrico proyectado a 2050.

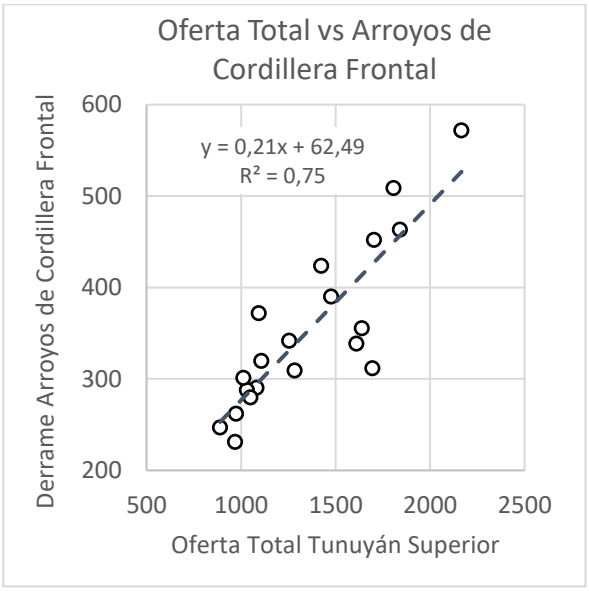
El objetivo del análisis prospectivo es evaluar el impacto que genera, sobre el balance hídrico del acuífero, una sostenida disminución de la oferta hídrica, situación esperada bajo la actual tendencia de cambio climático. Para ello, se aplica al citado modelo, las ofertas estimadas hacia mediados del siglo XXI.

En este estudio se propone abordar la intersección entre la oferta esperada hacia mediados del siglo XXI y el sistema hidrológico del Tunuyán Superior, que permita proyectar las condiciones de las variables estudiadas hacia el año 2050.

Desde el aspecto metodológico se realiza una correlación lineal entre los valores estimados mediante el modelo WEAP y la oferta total del sistema.

A continuación, se presentan los resultados de estas correlaciones, que permitirán realizar el análisis prospectivo.





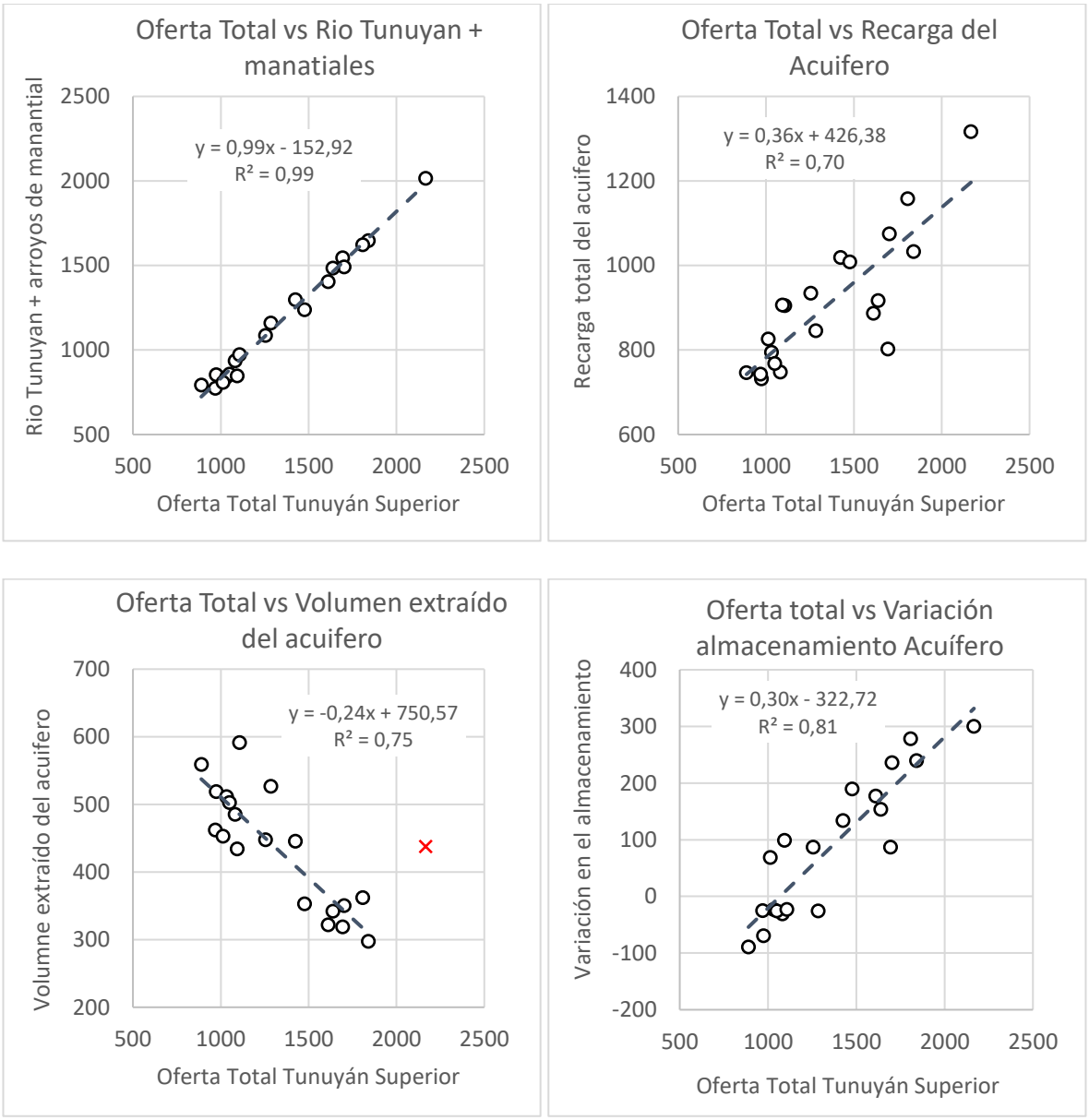


Figura 6-1: Correlaciones entre las distintas variables

En análisis considera aspectos influyentes para la demanda como ser la superficie cultivada, el alcance que tiene el uso de agua subterránea y los cultivos como variables constantes. Esto se debe, por un lado, a la inexistencia de proyecciones de esas variables y por otro lado al objetivo del estudio, que es el de evaluar las tendencias y relaciones entre la oferta total (estimada y proyectada) con las variables que componen el balance hídrico del agua subterránea. También es importante aclarar que el volumen de agua subterránea extraído responde a dos situaciones distintas, por un lado, la demanda de extensas zonas de uso exclusivo de agua subterránea, siendo la demanda de bombeo de estas independiente de la oferta hídrica del río y otras zonas donde el agua subterránea es utilizada como refuerzo de dotación, altamente dependiente de los derrames del rio.

Para la construcción del Balance Hídrico proyectado al año 2050 se aplican las correlaciones anteriores, calculando el volumen de arroyos de manantial que aportan al río por el balance de volúmenes en el acuífero. Los caudales derivados en el Dique Valle de Uco se estiman con la actual regla de operación, siendo esta el 18% de la sumatoria entre el derrame del Río Tunuyán en la estación Valle de Uco y los aportes de los arroyos de manantial.

Ambos modelos presentan datos para el periodo 2001 a 2022, extensión de tiempo más que suficiente para evaluar las bondades de ambos modelos.

Se presentan los valores de oferta hídrica total del sistema para el periodo 2001 a 2022 tanto los valores estimados para el Balance Hídrico como los valores que arroja el estudio prospectivo de la oferta:

Tabla 6-5: oferta hídrica total del sistema para el periodo 2001 a 2022 (hm^3/año)

Año	Oferta Total. Escenario Proyectado	Oferta total WEAP
2001	1451	1694
2002	2007	1841
2003	1557	1807
2004	1235	1255
2005	1674	1611
2006	1496	2166
2007	1631	1703
2008	1271	1638
2009	1092	1424
2010	1149	1284
2011	958	889
2012	1058	974
2013	1145	1082
2014	931	1032
2015	1625	1050
2016	1827	1476
2017	1042	1107
2018	973	969
2019	998	1094
2020	728	1013

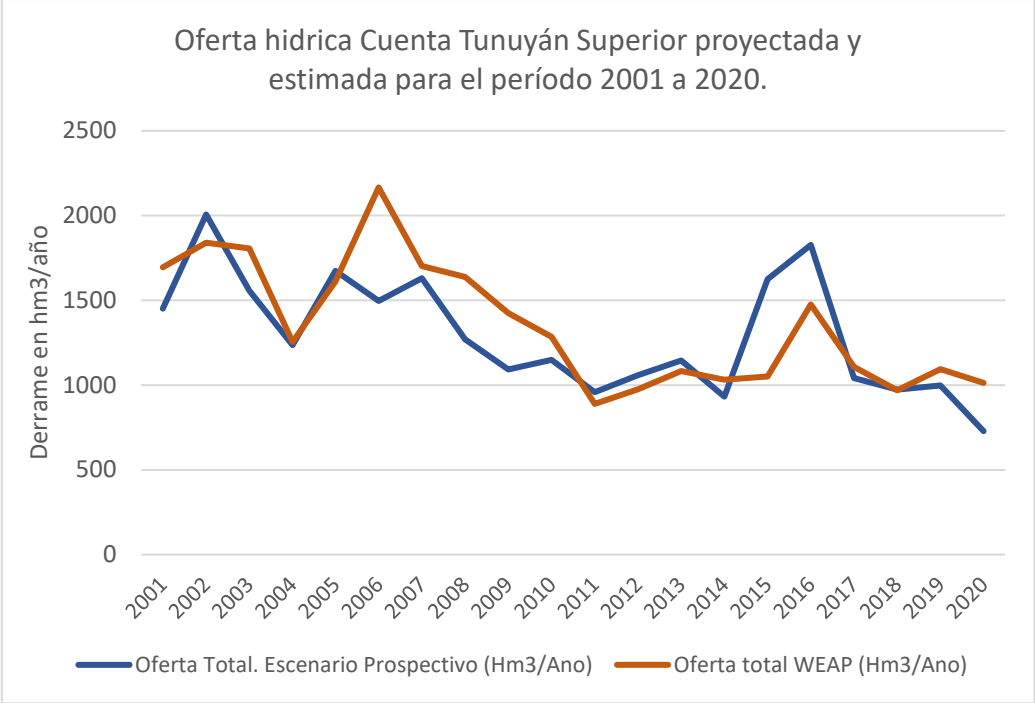


Figura 6-2: Oferta Hídrica. Cuenca Río Tunuyán

Al analizar las tendencias en los valores de oferta hídrica, aplicando una media móvil de 10 años, se observa que las dos series representan la persistente disminución de la oferta hídrica sucedida en los últimos años.

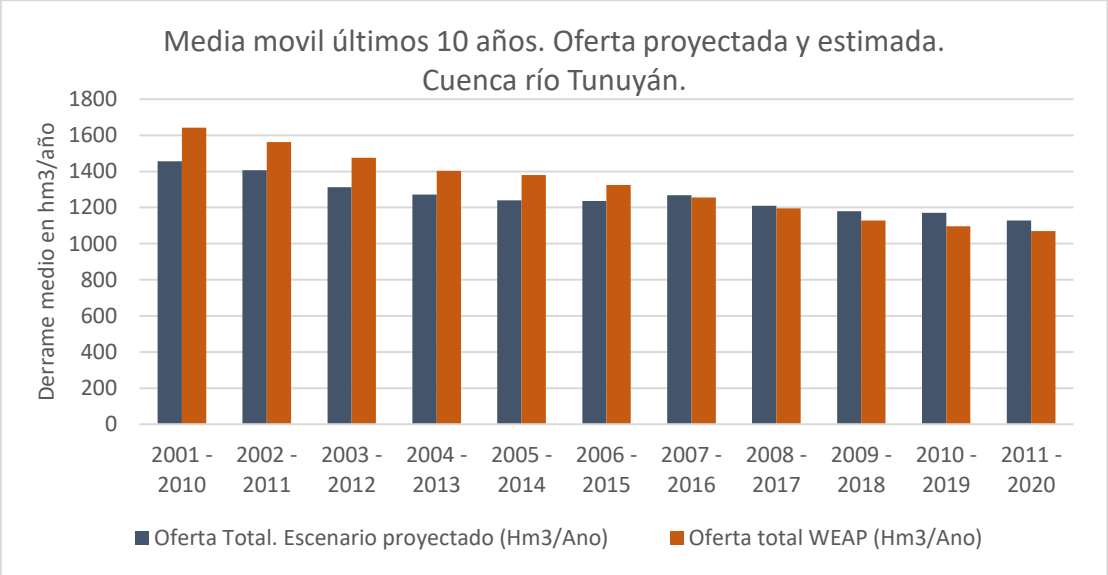


Figura 6-3: Tendencia Oferta Hídrica. Cuenca río Tunuyán Superior. Media móvil de 10 años.

El mismo análisis puede realizarse para todos los valores de oferta hídrica total, dando por resultado el escenario de oferta hídrica base que se aplica al modelo hacia el año 2050.

Tabla 6-6: Oferta hídrica de acuerdo con el modelo calibrado hasta el año 2050 (hm³/año)

Año	Oferta Total. Escenario Prospectivo	Derrame Río Tunuyán en Valle de Uco	Arroyos Cordillera Frontal	Precip. sobre área cultivada	Derivado Canal Matriz Valle de Uco.	Río Tunuyán + Mananti ales	Ingreso al acuífero	Volumen extraído del acuífero.	Variación en el almacen amiento.	Aportes de arroyos de manantial al Río Tunuyán
2021	**800**	377	234	189	115	636	711	559	-81	233
2022	**1209**	687	322	200	187	1040	856	461	43	353
2023	**1538**	937	392	209	246	1364	973	382	142	449
2024	**1508**	914	386	209	240	1334	962	389	133	440
2025	**922**	469	260	193	136	756	754	530	-44	269
2026	**837**	405	242	190	121	672	724	550	-70	244
2027	**1010**	536	279	195	152	843	785	509	-18	294
2028	**1297**	754	340	203	203	1126	887	440	69	379
2029	**888**	443	253	192	130	722	742	538	-55	259
2030	**1551**	946	395	210	248	1376	978	379	146	453
2031	**1132**	628	305	198	173	963	829	479	19	330
2032	**727**	322	218	187	102	564	685	576	-103	212
2033	**793**	371	232	189	113	629	708	561	-83	231
2034	**2087**	1353	510	224	343	1905	1168	250	308	610
2035	**966**	502	269	194	144	799	770	519	-31	282
2036	**1064**	577	291	197	161	897	805	495	-1	310
2037	**877**	435	251	191	128	712	738	540	-58	256
2038	**1236**	708	327	201	192	1066	866	454	51	361
2039	**953**	493	267	194	142	787	765	522	-35	278
2040	**830**	400	240	190	120	666	722	552	-72	242
2041	**841**	408	243	190	122	676	725	549	-69	245
2042	**1219**	694	324	201	189	1049	860	458	46	356
2043	**1004**	532	278	195	151	838	783	510	-19	293
2044	**728**	322	218	187	102	565	685	576	-103	212
2045	**809**	384	236	190	116	645	714	557	-78	236
2046	**909**	460	257	192	134	744	750	533	-48	265
2047	**885**	441	252	192	130	720	741	538	-55	258
2048	**825**	395	239	190	119	660	720	553	-74	240
2049	**884**	440	252	192	129	719	741	539	-56	258
2050	**857**	420	246	191	125	692	731	545	-64	250



Figura 6-4: Tendencia en los valores de oferta hídrica total, escenario proyectado

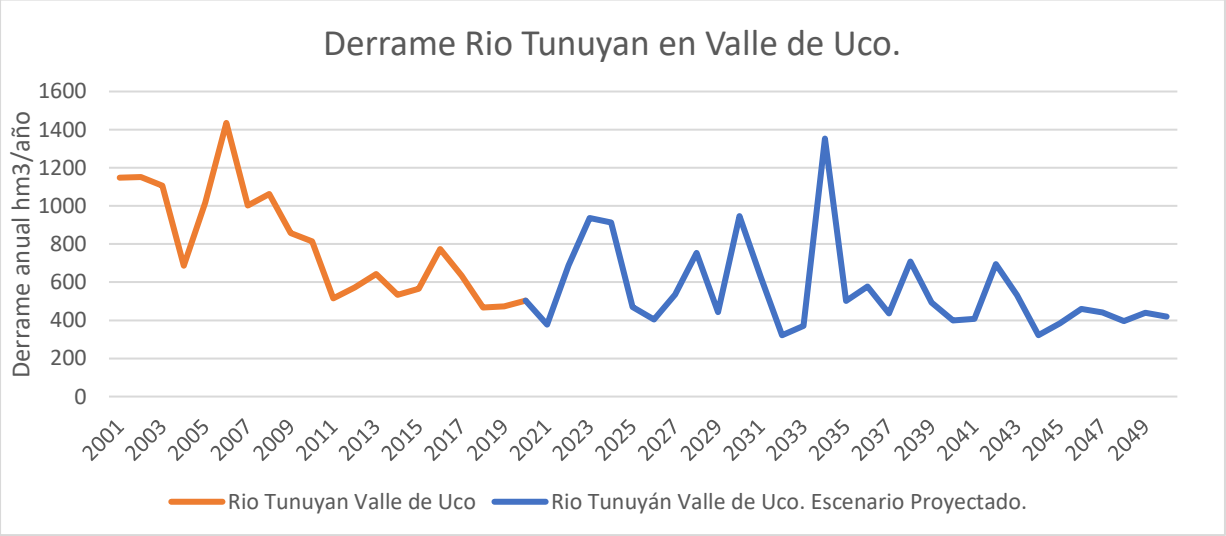


Figura 6-5: Derrames anuales Río Tunuyán en Valle de Uco hacia el año 2050

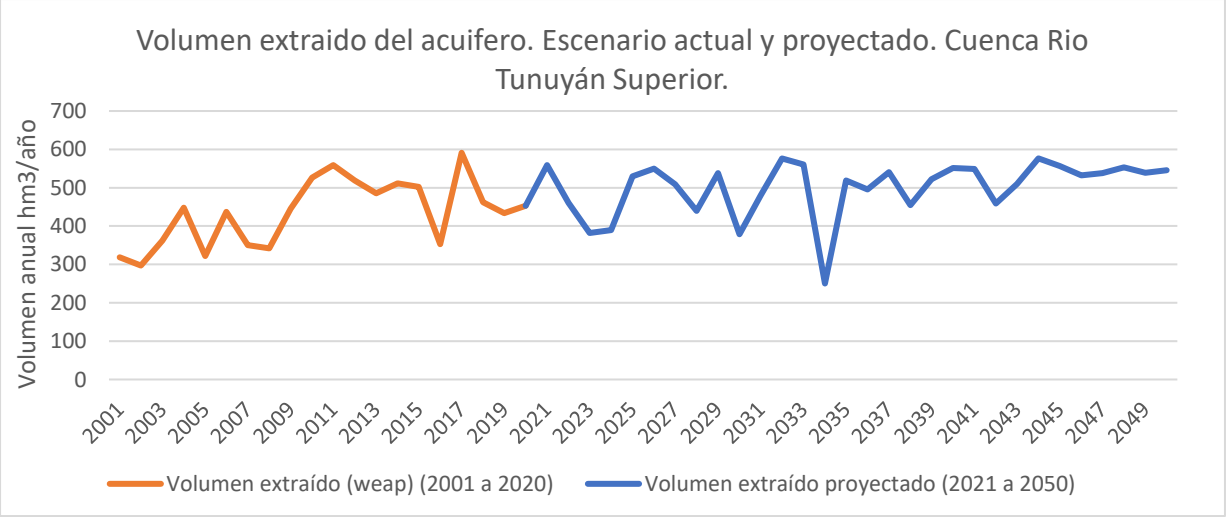


Figura 6-6: Volumen extraído del acuífero, proyectado al año 2050

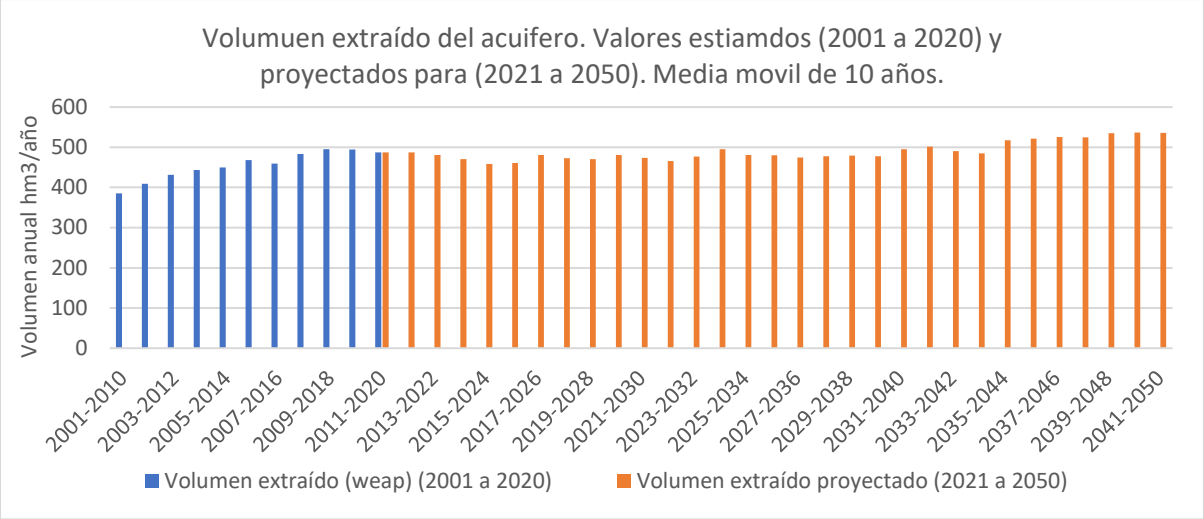


Figura 6-7: Media móvil de 10 años. Volumen Extraído del acuífero, escenario proyectado a 2050

6.2.2. PROSPECTIVA HÍDRICA AGUA SUBTERRÁNEA RÍO TUNUYÁN INFERIOR

Introducción metodológica del modelo

Con el objetivo de comprender la dinámica del balance hídrico en la cuenca, se llevó a cabo un análisis integral de los flujos de agua, tanto de ingreso como de egreso del acuífero. Los datos correspondientes al período entre 2001 y 2020 se obtienen del Balance Hídrico del Río Tunuyán Inferior

La fuente principal de recarga se identifica tanto en la infiltración producida en el lecho del río Tunuyán como en la del río Mendoza. El modelo considera la precipitación que cae sobre toda la cuenca, el agua derivada de riego, las extracciones de agua subterránea y las salidas del acuífero a acuíferos vecinos.

De este modelo se extraen los datos necesarios para representar el comportamiento global del balance hídrico del agua subterránea, caracterizándolo a través de las variables: ingreso de agua al acuífero, extracciones de agua subterránea, salidas del acuífero y variación en el almacenamiento.

El modelo contempla al acuífero como un sistema de diversas zonas homogéneas que interactúan entre sí. A los fines de establecer tendencias en el comportamiento de las variables, se agregan todos los procesos que ocurren en cada zona homogénea, con el objetivo de observar el comportamiento global del sistema, tanto en el Balance Hídrico del periodo mencionado con anterioridad, como en el escenario prospectivo de disminución continuada de la oferta hídrica hacia mediados de siglo XXI.

Definición de las variables

A continuación, se presentan las variables a representar:

Oferta Total Estimada Río Tunuyán

Representa las erogaciones anuales del Río Tunuyán desde la presa El Carrizal para el periodo 2001 a 2020.

Oferta Total Estimada Río Mendoza

Representa las erogaciones anuales del Río Mendoza desde la presa Potrerillos para el periodo 2001 a 2020.

Ingreso de agua al acuífero

Representa la sumatoria de la infiltración del agua de las áreas bajo riego, el agua que precipita sobre la cuenca y que no evapotranspira ni escurre y los aportes del río Tunuyán y Mendoza en sus sectores de recarga y los aportes de los acuíferos vecinos a la zona estudiada.

Extracciones o producción del acuífero

Representa todo el volumen que se extrae del acuífero para riego agrícola, uso poblacional y uso industrial.

Salidas del acuífero

Representa el volumen que fluye más allá de los límites de la zona homogénea estudiada.

Variación en el almacenamiento

Representa la diferencia entre los volúmenes de agua ingresados y los egresos de la cuenca. Un valor negativo, significa una disminución en la cantidad de agua almacenada en la zona estudiada.

Balance hídrico del agua subterránea. Años 2001 a 2020

A continuación, se presenta el escenario base donde se estiman los valores de las variables mencionadas anteriormente. Esto permite establecer relaciones entre ellas y la oferta hídrica total, representada por el promedio entre los derrames del río Mendoza y Tunuyán.

Tabla 6-7: Balance Hídrico Global del Acuífero del Río Tunuyán Inferior (hm³/año)

Año	Oferta El Carrizal WEAP	Oferta total estimada WEAP TS	Oferta Río Mendoza	Oferta media WEAP Tunuyán y Mendoza	Salidas del acuífero	Extracciones totales de agua subterránea	Ingresos al acuífero	Variación Almacenamiento	Extracciones Zona exclusiva Agua subterránea	Refuerzo de dotación
2001	1181.5	1694.2	1687.9	1691.1	402.3	213.6	627.4	11.5	186.2	27.4
2002	1402.8	1840.7	1603.0	1721.8	409.4	265.0	677.9	3.5	235.7	29.4
2003	1476.0	1807.1	1869.7	1838.4	462.1	274.4	680.7	-55.8	246.1	28.3
2004	975.6	1255.4	1445.9	1350.6	387.7	273.9	716.6	55.1	229.9	43.9
2005	797.8	1610.8	1117.1	1364.0	335.8	255.5	612.0	20.7	200.8	54.7
2006	1749.7	2166.2	2296.9	2231.5	548.2	253.2	664.9	-136.6	224.3	28.9
2007	1359.4	1702.8	2033.3	1868.0	528.0	261.3	707.9	-81.3	232.2	29.0
2008	1006.4	1638.4	1563.0	1600.7	406.8	240.8	630.2	-17.4	207.4	33.4
2009	1238.8	1424.2	2004.6	1714.4	483.2	261.9	659.0	-86.2	227.5	34.4
2010	1042.5	1284.2	1473.2	1378.7	359.6	239.7	561.5	-37.8	209.8	29.9
2011	623.4	889.2	844.0	866.6	215.0	304.6	464.1	-55.6	215.7	88.9
2012	591.5	974.4	1003.5	988.9	240.8	276.6	467.1	-50.3	223.6	53.0
2013	687.4	1082.3	1042.9	1062.6	254.8	235.5	465.5	-24.8	184.9	50.6
2014	749.4	1031.9	1079.8	1055.8	284.4	304.0	538.4	-49.9	226.4	77.6
2015	633.9	1049.9	988.5	1019.2	253.8	315.0	500.6	-68.1	235.2	79.8
2016	841.4	1476.3	1378.3	1427.3	383.6	250.5	694.2	60.1	212.8	37.7
2017	770.7	1106.6	1541.6	1324.1	378.6	251.2	575.3	-54.5	213.6	37.6
2018	650.8	969.2	1057.6	1013.4	290.4	298.5	522.7	-66.2	234.7	63.7
2019	636.3	1094.0	963.9	1028.9	253.6	281.6	506.0	-29.2	220.3	61.3
2020	624.7	1013.1	863.7	938.4	219.2	254.0	452.1	-21.1	196.1	57.9

Balance hídrico proyectado a 2050.

El propósito del análisis prospectivo consiste en evaluar el efecto que genera un cambio en la disponibilidad de agua sobre el balance hídrico del acuífero.

Para el presenta estudio se analizan las tendencias de las variables que caracterizan el comportamiento global del sistema. Como dato de entrada se considera la oferta hídrica proyectada para la cuenca del Río Tunuyán hacia mediados del siglo XXI del estudio: "*Climate change effects, Mendoza*" realizados por: Mekorot 2023, Dr. Amir Givati.

Los valores de Ingreso al acuífero, extracciones y salidas se estiman mediante una correlación lineal entre los mismos y la oferta del sistema representada por el promedio entre los derrames del Río Mendoza en Potrerillos y los del Río Tunuyán en El Carrizal.

Para la evaluación del volumen extraído, se separan las áreas de uso exclusivo de agua subterránea con las áreas que utilizan la misma como refuerzo de dotación, siendo las primeras independientes de la oferta hídrica del sistema y las segundas dependientes del mismo.

Tabla 6-8: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río TI (2021-2050), en hm³/año

Año	Oferta Total. Escenario Prospectivo Tunuyán	Oferta Total. Escenario Prospectivo Mendoza	Oferta Promedio escenario Prospectivo (Tunuyán y Mendoza)	Oferta en El Carrizal	Extracciones totales de agua subterránea	Salidas del acuífero	Ingresos al acuífero	Variación de Almacenamiento
2021	800.2	777.2	788.7	476.9	289.9	203.7	468.6	-25.0
2022	1209.4	1262.1	1235.8	827.0	271.3	319.1	558.3	-32.0
2023	1538.3	1191.4	1364.9	1108.5	265.9	352.4	584.3	-34.1
2024	1507.7	1436.6	1472.1	1082.2	261.5	380.1	605.8	-35.8
2025	921.6	879.0	900.3	580.7	285.3	232.5	491.0	-26.8
2026	836.7	1089.6	963.1	508.1	282.6	248.7	503.6	-27.8
2027	1009.7	1109.0	1059.3	656.1	278.6	273.5	522.9	-29.3
2028	1297.0	1236.0	1266.5	902.0	270.0	327.0	564.5	-32.5
2029	887.6	918.9	903.2	551.6	285.1	233.3	491.6	-26.8
2030	1550.6	1506.0	1528.3	1119.0	259.1	394.6	617.1	-36.6
2031	1131.9	1099.4	1115.6	760.7	276.3	288.1	534.2	-30.2
2032	727.3	706.4	716.9	414.5	292.9	185.2	454.1	-23.9
2033	792.6	769.8	781.2	470.4	290.2	201.8	467.1	-24.9
2034	2087.3	2300.5	2193.9	1578.2	231.4	566.4	750.7	-47.1
2035	965.6	937.9	951.8	618.4	283.1	245.8	501.3	-27.6
2036	1064.4	1033.8	1049.1	702.9	279.1	270.9	520.9	-29.1
2037	877.4	852.2	864.8	542.9	286.7	223.3	483.9	-26.2
2038	1236.1	1233.6	1234.8	849.8	271.3	318.8	558.2	-32.0
2039	953.1	976.0	964.5	607.7	282.6	249.1	503.9	-27.8
2040	830.5	921.6	876.0	502.8	286.3	226.2	486.1	-26.4
2041	840.7	1383.2	1112.0	511.5	276.5	287.1	533.5	-30.1
2042	1218.9	1370.2	1294.5	835.1	268.9	334.2	570.1	-33.0
2043	1004.4	1225.0	1114.7	651.6	276.3	287.8	534.0	-30.1
2044	727.8	925.8	826.8	414.9	288.3	213.5	476.2	-25.6
2045	809.5	779.7	794.6	484.8	289.7	205.2	469.7	-25.1
2046	909.3	1026.3	967.8	570.2	282.5	249.9	504.5	-27.8
2047	885.1	963.4	924.2	549.5	284.3	238.7	495.8	-27.2
2048	824.6	1223.0	1023.8	497.7	280.1	264.4	515.8	-28.7
2049	883.9	797.1	840.5	548.5	287.8	217.1	479.0	-25.8
2050	856.8	892.7	874.8	525.3	286.3	225.9	485.9	-26.4

6.2.3. PROSPECTIVA HÍDRICA AGUA SUBTERRÁNEA RÍO MENDOZA

Con el objetivo de comprender la dinámica del balance hídrico en la cuenca, se llevó a cabo un análisis integral de los flujos de agua, tanto de ingreso como de egreso del acuífero. Los datos correspondientes al período entre 2001 y 2020 se obtienen del Balance Hídrico del Río Mendoza.

El modelo contempla todos los procesos hidrológicos que suceden en la cuenca. La fuente principal de abastecimiento de agua es el río Mendoza, medido aguas arriba del embalse Potrerillos. Contempla también la precipitación que cae sobre toda la cuenca, los derrames ocasionales de las subcuencas

pedemontanas, el agua derivada de riego, las extracciones de agua subterránea y las salidas del acuífero a acuíferos vecinos.

De este modelo se extraen los datos necesarios para representar el comportamiento global del balance hídrico del agua subterránea, caracterizándolo a través de las variables: ingreso de agua al acuífero, extracciones de agua subterránea, salidas del acuífero y variación en el almacenamiento.

El modelo contempla al acuífero como un sistema de diversas zonas homogéneas que interactúan entre sí. Establecimiento zonas de surgencia y zonas libreas. A los fines de establecer tendencias en el comportamiento de las variables, se agregan todos los procesos que ocurren en cada zona homogénea, con el objetivo de observar el comportamiento global del sistema, tanto en el Balance Hídrico del periodo mencionado con anterioridad, como en el escenario prospectivo de disminución continuada de la oferta hídrica hacia mediados de siglo XXI.

Definición de las variables

A continuación, se presentan las variables a representar:

Oferta Total Estimada

Representa los derrames anuales del Río Mendoza registrados en la estación Guido para el periodo 2001 a 2020.

Ingreso de agua al acuífero

Representa la sumatoria de la infiltración del agua de las áreas bajo riego, el agua que precipita sobre la cuenca y que no evapotranspira ni escurre y los aportes del río Mendoza en su tramo entre el embalse Potrerillos y el Dique Cipolletti.

Extracciones o producción del acuífero

Representa todo el volumen que se extrae del acuífero para riego agrícola, uso poblacional y uso industrial.

Salidas del acuífero

Representa el volumen que fluye más allá de los límites de la zona homogénea estudiada. El modelo lo considera como el flujo del acuífero estudiado a acuíferos vecinos.

Variación en el almacenamiento

Representa la diferencia entre los volúmenes de agua ingresados y los egresos de la cuenca. Un valor negativo, significa una disminución en la cantidad de agua almacenada en la zona estudiada.

Balance hídrico del agua subterránea. Años 2001 a 2020

A continuación, se presenta el escenario base donde se estiman los valores de las variables mencionadas anteriormente. Esto permite establecer relaciones entre ellas con la oferta hídrica total, representada por el escurrimiento del Río Mendoza y poder construir el escenario prospectivo.

Tabla 6-9: Balance Hídrico Global del Acuífero del Río Mendoza (hm³/año)

Año	Derrame Río Mendoza	Ingresos al acuífero	Extracciones del acuífero	Salidas de acuífero	Variación en el almacenamiento
2001	1688	933	247	717	-31
2002	1603	958	203	784	-28
2003	1870	997	281	733	-17
2004	1446	1018	346	748	-76
2005	1117	868	370	591	-93
2006	2297	1042	280	725	37
2007	2033	1020	206	789	25
2008	1563	948	246	740	-38
2009	2005	1033	238	783	11
2010	1473	915	305	693	-83
2011	844	804	454	530	-180
2012	1003	787	464	508	-185
2013	1043	827	429	559	-161
2014	1080	924	376	690	-142
2015	989	865	376	636	-147
2016	1378	906	225	735	-55
2017	1542	929	172	745	12
2018	1058	831	338	610	-116
2019	964	853	433	570	-150
2020	864	773	376	535	-138

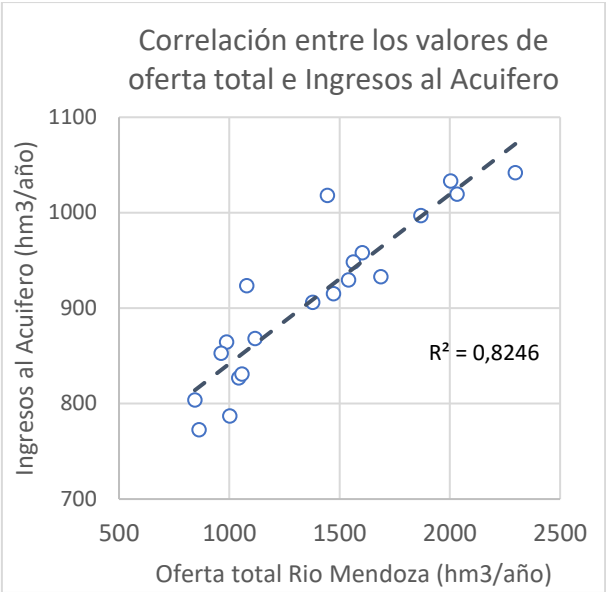


Figura 6-8: Correlación entre los valores de oferta total e Ingresos al acuífero (Mendoza)

Balance hídrico proyectado a 2050.

El propósito del análisis prospectivo consiste en evaluar el efecto que genera un cambio en la disponibilidad de agua sobre el balance hídrico del acuífero.

Para el presenta estudio se analizan las tendencias de las variables que caracterizan el comportamiento global del sistema. Como dato de entrada se considera la oferta hídrica proyectada a mediados del siglo XXI del estudio: "*Climate change effects, Mendoza*" realizados por: Mekorot 2023, Dr. Amir Givati.

Los valores de Ingreso al acuífero, extracciones y salidas se estiman mediante una correlación lineal entre los mismos y el derrame del Río Mendoza. La variación en el almacenamiento se estima mediante la diferencia de los mismos.

Tabla 6-10: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río Mendoza (2021-2050), en hm³/año

Año	Oferta proyectada	Ingresos al acuífero	*Extracciones del acuífero	Salidas de acuífero	Variación en el almacenamiento
2021	777	802	417	560	-175
2022	1262	888	339	647	-98
2023	1191	876	350	635	-109
2024	1437	919	311	679	-71
2025	879	820	401	578	-159
2026	1090	858	367	616	-125
2027	1109	861	364	620	-122
2028	1236	884	343	643	-102
2029	919	827	394	585	-152
2030	1506	932	300	691	-60
2031	1099	859	365	618	-124
2032	706	790	428	547	-186
2033	770	801	418	558	-176
2034	2300	1073	173	835	65
2035	938	831	391	589	-149
2036	1034	848	376	606	-134
2037	852	816	405	573	-163
2038	1234	883	344	642	-103
2039	976	837	385	596	-143
2040	922	828	394	586	-152
2041	1383	910	320	669	-79
2042	1370	908	322	667	-81
2043	1225	882	345	641	-104
2044	926	829	393	587	-151
2045	780	803	417	560	-174
2046	1026	846	377	605	-135
2047	963	835	387	593	-145
2048	1223	881	345	640	-104
2049	797	806	414	563	-171
2050	893	823	398	581	-156

* *Extracciones del acuífero (Hm³/ Año) - según registros anteriores.*

6.2.4. PROSPECTIVA HÍDRICA AGUA SUBTERRÁNEA RÍO ATUEL

Introducción metodológica del modelo

Con el objetivo de comprender la dinámica del balance hídrico en la cuenca, se llevó a cabo un análisis integral de los flujos de agua, tanto de ingreso como de egreso del acuífero. Los datos correspondientes al período entre 2001 y 2020 se obtienen del Balance Hídrico del Río Atuel

El modelo contempla todos los procesos hidrológicos que suceden en la cuenca. La fuente principal de abastecimiento de agua es el río Atuel, contemplando las erogaciones de la presa Valle Grande. El

modelo considera la precipitación que cae sobre toda la cuenca, el agua derivada de riego, las extracciones de agua subterránea, las salidas del acuífero a acuíferos vecinos, la dinámica entre el agua subterránea y la conformación de desagües colectores en la parte sur de la cuenca, así como la interacción entre el agua subsuperficial y el río Atuel antes de Paso de la Arena.

De este modelo se extraen los datos necesarios para representar el comportamiento global del balance hídrico del agua subterránea, caracterizándolo a través de las variables: ingreso de agua al acuífero, extracciones de agua subterránea, desagües o colectores, salidas del acuífero y variación en el almacenamiento.

El modelo contempla al acuífero como un sistema de diversas zonas homogéneas que interactúan entre sí, así como el comportamiento entre el agua subsuperficial y los cauces que la recolectan y conforman el escurrimiento en los colectores. A los fines de establecer tendencias en el comportamiento fe las variables, se agregan todos los procesos que ocurren en cada zona homogénea, con el objetivo de observar el comportamiento global del sistema, tanto en el Balance Hídrico del periodo mencionado con anterioridad, como en el escenario prospectivo de disminución continuada de la oferta hídrica hacia mediados de siglo XXI.

Definición de las variables

A continuación, se presentan las variables a representar:

Oferta Total Estimada

Representa los derrames anuales del Río Atuel a la salida de la presa Valle Grande registrados para el periodo 2001 a 2020.

Ingreso de agua al acuífero

Representa la sumatoria de la infiltración del agua de las áreas bajo riego, el agua que precipita sobre la cuenca y que no evapotranspira ni escurre y los aportes del río Atuel que puedan infiltrase en su lecho y los aportes de los acuíferos vecinos a la zona estudiada.

Extracciones o producción del acuífero

Representa todo el volumen que se extrae del acuífero para riego agrícola, uso poblacional y uso industrial.

Salidas del acuífero

Representa el volumen que fluye más allá de los límites de la zona homogénea estudiada.

Variación en el almacenamiento

Representa la diferencia entre los volúmenes de agua ingresados y los egresos de la cuenca. Un valor negativo, significa una disminución en la cantidad de agua almacenada en la zona estudiada.

Derrames de los colectores

Representa el agua subsuperficial que conforma los derrames de los colectores y que aportas al caudal del Río Atuel agua arriba de la estación Paso de la Arena.

Balance hídrico del agua subterránea. Años 2001 a 2020

A continuación, se presenta el escenario base donde se estiman los valores de las variables mencionadas anteriormente. Esto permite establecer relaciones entre ellas con la oferta hídrica total, representada por el escurrimiento del Río Atuel y poder construir el escenario prospectivo.

Tabla 6-11: Balance Hídrico Global del Acuífero del Río Atuel, en hm³/año

Año	Erogación de Valle Grande	Ingresos al acuífero	Extracciones del acuífero	Derrame de colectores y aporte subsuperficial al Río Atuel	Salidas del acuífero hacia el sur	Variación en el almacenamiento
2001	1158	896	98	265	651	-119
2002	1300	986	50	266	651	19
2003	1570	1007	51	296	652	8
2004	969	866	85	191	650	-59
2005	932	855	48	153	649	5
2006	1563	983	55	231	650	46
2007	1368	990	89	257	651	-6
2008	999	897	91	191	650	-35
2009	1018	940	76	199	650	15
2010	936	845	69	163	649	-36
2011	762	822	95	112	648	-33
2012	652	675	113	49	643	-130
2013	701	749	91	31	641	-14
2014	606	681	103	29	640	-90
2015	542	711	96	23	637	-45
2016	617	772	76	16	636	45
2017	852	893	77	34	641	140
2018	795	864	82	62	645	75
2019	607	716	102	46	643	-75
2020	433	579	109	26	638	-195

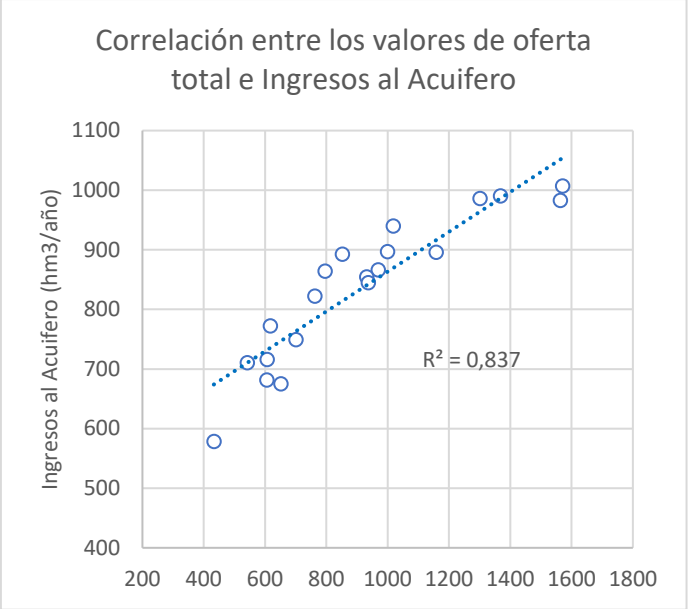


Figura 6-9: Correlación entre los valores de oferta total e Ingresos al acuífero (Atuel)

Balance hídrico proyectado a 2050.

El propósito del análisis prospectivo consiste en evaluar el efecto que genera un cambio en la disponibilidad de agua sobre el balance hídrico del acuífero.

Para el presenta estudio se analizan las tendencias de las variables que caracterizan el comportamiento global del sistema. Como dato de entrada se considera la oferta hídrica proyectada para la cuenca del Río Atuel hacia mediados del siglo XXI del estudio: "*Climate change effects, Mendoza*" realizados por: Mekorot 2023, Dr. Amir Givati.

Los valores de Ingreso al acuífero, extracciones y salidas se estiman mediante una correlación lineal entre los mismos y el derrame del Río Atuel. La variación en el almacenamiento se estima mediante la diferencia de los mismos.

Tabla 6-12: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río Atuel (2021-2050), en hm³/año

Año	Erogación Proyectada de Valle Grande	Ingresos al acuífero	*Extracciones del acuífero	Derrame de colectores y aporte subsuperficial al Río Atuel	Salidas del acuífero hacia el sur	Variación en el almacenamiento
2021	519	703	99	22	640	-59
2022	843	811	86	111	645	-31
2023	796	795	88	98	644	-35
2024	959	850	81	143	646	-21
2025	587	725	96	41	641	-53
2026	728	772	90	80	643	-41
2027	741	777	90	83	643	-40
2028	825	805	87	106	645	-32
2029	614	734	95	48	642	-51
2030	1006	865	79	156	647	-17
2031	734	775	90	81	643	-40
2032	472	687	101	9	640	-63
2033	514	701	99	21	640	-59
2034	1536	1043	58	302	654	29
2035	626	739	95	52	642	-49
2036	690	760	92	69	643	-44
2037	569	719	97	36	641	-54
2038	824	805	87	106	644	-32
2039	652	747	94	59	642	-47
2040	615	735	95	49	642	-50
2041	924	838	83	133	646	-24
2042	915	835	83	131	646	-25
2043	818	803	87	104	644	-33
2044	618	736	95	49	642	-50
2045	521	703	99	23	640	-59
2046	685	758	92	68	643	-44
2047	643	744	94	56	642	-48
2048	817	802	87	104	644	-33
2049	532	707	98	26	641	-58
2050	596	729	96	43	641	-52

* *Extracciones del acuífero (Hm³/ Año) - según registros anteriores.*

6.2.5. PROSPECTIVA HÍDRICA AGUA SUBTERRÁNEA RÍO DIAMANTE

Introducción metodológica del modelo

Con el objetivo de comprender la dinámica del balance hídrico en la cuenca, se llevó a cabo un análisis integral de los flujos de agua, tanto de ingreso como de egreso del acuífero. Los datos correspondientes al período entre 2001 y 2020 se obtienen del Balance Hídrico del Río Diamante.

El modelo contempla todos los procesos hidrológicos que suceden en la cuenca. La fuente principal de abastecimiento de agua es el río Diamante, contemplando las erogaciones de la presa El Tigre. El modelo considera la precipitación que cae sobre toda la cuenca, el agua derivada de riego, las extracciones de agua subterránea, las salidas del acuífero a acuíferos vecinos, identificando dos salidas, una en dirección Sur hacia el Río Atuel y otra en dirección Este y por último contempla la dinámica entre el agua subterránea y la conformación de las vertientes que abastecen una amplia zona al sur de la cuenca.

De este modelo se extraen los datos necesarios para representar el comportamiento global del balance hídrico del agua subterránea, caracterizándolo a través de las variables: ingreso de agua al acuífero, extracciones de agua subterránea, arroyos de manantial o desagües, salidas del acuífero y variación en el almacenamiento.

El modelo contempla al acuífero como un sistema de diversas zonas homogéneas que interactúan entre sí, representando la relación entre el agua subsuperficial y los cauces que la recolectan y conforman arroyos. A los fines de establecer tendencias en el comportamiento de las variables, se agregan todos los procesos que ocurren en cada zona homogénea, con el objetivo de observar el comportamiento global del sistema, tanto en el Balance Hídrico del periodo mencionado con anterioridad, como en el escenario prospectivo de disminución continuada de la oferta hídrica hacia mediados de siglo XXI.

Definición de las variables

A continuación, se presentan las variables a representar:

Oferta Total Estimada

Representa los derrames anuales del Río Diamante a la salida de la presa el Tigre para el periodo 2000 a 2020.

Ingreso de agua al acuífero

Representa la sumatoria de la infiltración del agua de las áreas bajo riego, el agua que precipita sobre la cuenca y que no evapotranspira ni escurre y los aportes del río Diamante que puedan infiltrase en su lecho.

Extracciones o producción del acuífero

Representa todo el volumen que se extrae del acuífero para riego agrícola, uso poblacional y uso industrial.

Salidas del acuífero

Representa el volumen que fluye más allá de los límites de la zona homogénea estudiada. El modelo considera dos salidas, una hacia la zona homogénea que tiene influencia sobre el Río Atuel, situado al sur y otra salida hacia el este.

Variación en el almacenamiento

Representa la diferencia entre los volúmenes de agua ingresados y los egresos de la cuenca. Un valor negativo, significa una disminución en la cantidad de agua almacenada en la zona estudiada.

Balance hídrico del agua subterránea. Años 2001 a 2020

A continuación, se presenta el escenario base donde se estiman los valores de las variables mencionadas anteriormente. Esto permite establecer relaciones entre ellas con la oferta hídrica total, representada por el escurrimiento del Río Diamante y poder construir el escenario prospectivo.

Tabla 6-13: Balance Hídrico global del acuífero Río Diamante (hm³/año)

Año	Derrame Río Diamante	Ingresos al acuífero	Extracciones del acuífero	Arroyos de manantial o desagües	Salidas del acuífero hacia el Sur	Salidas del acuífero hacia el Este	Variación en el almacenamiento
2000	840	574	19	263	167	66	60
2001	1353	1130	28	314	230	117	441
2002	1565	1259	13	648	282	277	39
2003	1707	1186	18	634	281	249	4
2004	1160	1021	24	537	272	225	-37
2005	971	880	14	432	259	185	-10
2006	1748	1228	18	594	276	268	72
2007	1477	1270	11	686	285	273	15
2008	1100	1011	15	544	273	216	-37
2009	1171	1002	27	506	268	209	-9
2010	1062	949	36	433	259	202	18
2011	762	682	47	336	244	146	-92
2012	698	619	49	301	216	138	-84
2013	745	719	41	246	212	158	62
2014	702	703	70	267	216	145	5
2015	660	611	64	280	201	132	-66
2016	883	749	42	241	197	160	108
2017	999	849	29	276	233	184	127
2018	787	686	39	304	237	147	-41
2019	687	622	48	273	219	133	-52
2020	582	549	57	291	199	118	-116

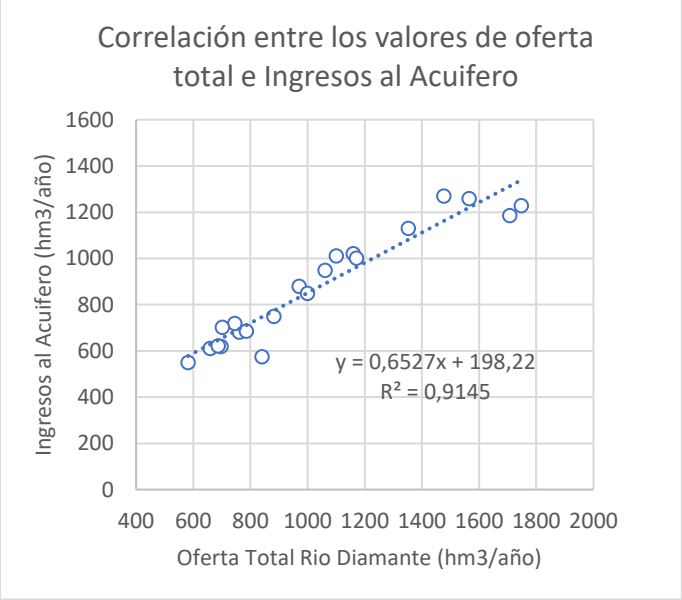


Figura 6-10: Correlación entre los valores de oferta total e Ingresos al acuífero (Diamante)

Balance hídrico proyectado a 2050.

El propósito del análisis prospectivo consiste en evaluar el efecto que genera un cambio en la disponibilidad de agua sobre el balance hídrico del acuífero.

Para el presenta estudio se analizan las tendencias de las variables que caracterizan el comportamiento global del sistema. Como dato de entrada se considera la oferta hídrica proyectada para la cuenca del Río Diamante hacia mediados del siglo XXI del estudio: "*Climate change effects*, *Mendoza*" realizados por: Mekorot 2023, Dr. Amir Givati.

Los valores de Ingreso al acuífero, extracciones y salidas se estiman mediante una correlación lineal entre los mismos y el derrame del Río Diamante. La variación en el almacenamiento se estima mediante la diferencia de los mismos.

Tabla 6-14: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río Diamante (2021-2050), en hm³/año

Año	Derrame Río Diamante proyectado (hm³/año)	Ingresos al acuífero	*Extracciones del acuífero	Arroyos de manantial o desagües	Salidas del acuífero hacia el Sur	Salidas del acuífero hacia el Este	Variación en el almacenamiento
2021	593	585	50	246	212	129	-53
2022	962	826	36	388	238	175	-10
2023	908	791	38	367	234	168	-17
2024	1095	913	31	439	247	191	5
2025	670	636	47	276	218	139	-44
2026	831	741	41	338	229	158	-26
2027	846	750	41	343	230	160	-24
2028	942	813	37	381	236	172	-13
2029	701	656	46	288	220	143	-41
2030	1148	948	29	460	250	197	11
2031	838	745	41	341	229	159	-25
2032	539	550	52	226	209	123	-59
2033	587	581	51	244	212	129	-54
2034	1754	1343	7	692	292	272	81
2035	715	665	46	293	221	144	-39
2036	788	713	43	321	226	153	-31
2037	650	622	48	268	216	136	-47
2038	941	812	37	380	236	172	-13
2039	744	684	45	304	223	148	-36
2040	703	657	46	289	220	143	-40
2041	1055	887	33	424	244	186	0
2042	1045	880	33	420	243	185	-1
2043	934	808	37	377	236	171	-14
2044	706	659	46	290	220	143	-40
2045	595	586	50	247	212	129	-53
2046	783	709	43	319	225	153	-31
2047	735	678	45	301	222	147	-37
2048	933	807	38	377	236	171	-14
2049	608	595	50	252	213	131	-51
2050	681	643	47	280	218	140	-43

* *Extracciones del acuífero (Hm³/ Año) - según registros anteriores.*

6.2.6. DISPONIBILIDAD PROYECTADA DE AGUA SUBTERRÁNEA

Los resultados de las Tablas 6.4 - 6.6 - 6.8 - 6.10 – 6.12 se pueden utilizar para realizar estimaciones sobre la variación de almacenamiento futuro frente a diferentes escenarios.

En general para la provincia de Mendoza, las variaciones de almacenamiento de agua en los acuíferos están relacionadas con las variaciones en las condiciones de la recarga. La recarga depende principalmente de los aportes de la cordillera ya sea como recarga desde el medio fracturado o como infiltraciones en los ríos cuando salen al llano.

Las extracciones de agua de agua tienen un impacto relativo a cada acuífero con respecto a su balance, pudiendo variar su impacto en función de las características de cada acuífero, las condiciones de la recarga y la demanda de aguas subterráneas en dicha cuenca, entre otros. En líneas generales, las extracciones no son muy significativas en términos de balance hídrico.

En pos de estimar un orden de magnitud del agua disponible futura para los acuíferos de la provincia se evalúa el impacto de las extracciones para las condiciones analizadas. Para ello se hace una evaluación del volumen de agua que se dejaría de extraer si se simula que no hay extracción de los acuíferos para las series proyectadas.

El volumen que se deja de bombear se denomina “Volumen Acumulado” en una acepción teórica ya que no necesariamente el volumen que se deja de bombear se acumula en el acuífero. Este volumen formará parte de la dinámica propia de cada acuífero y parte de él se acumulará, otra parte podrá surgir por manantiales y otra parte podrá transitar hacia otros acuíferos.

El objetivo de esta determinación es estimar un volumen anual promedio que se pueda extraer de cada acuífero buscando realizar una gestión sostenible de las reservas subterráneas.

Para ello en función de las proyecciones de la oferta y las variaciones de almacenamiento, se calculan los “Volúmenes Acumulados” en cada uno de los acuíferos suponiendo una condición de bombeo nulo, Tablas 6-15, 6-16, 6-17, 6-18 y 6-19.

Tabla 6-15: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Tunuyán Superior (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm^3

Tunuyán Superior			
Año	**Oferta proyectada en 5 años**	**Variación del almacenamiento en 5 años**	**Volumen acumulado**
2025	5.977	2.704	2.704
2030	5.582	2.560	5.265
2035	5.705	2.605	7.870
2040	4.961	2.334	10.204
2045	4.601	2.203	12.407
2050	4.360	2.115	14.521

Tabla 6-16: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Tunuyán Inferior (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm³

Tunuyán Inferior			
Año	Oferta proyectada en 5 años	Variación del almacenamiento en 5 años	Volumen acumulado
2025	5.498	1.374	1.374
2030	5.623	1.376	2.750
2035	6.192	1.374	4.124
2040	5.100	1.406	5.530
2045	5.841	1.400	6.930
2050	4.917	1.421	8.351

Tabla 6-17: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Mendoza (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm³

Mendoza			
Año	Oferta proyectada en 5 años	Variación del almacenamiento en 5 años	Volumen acumulado
2025	5.546	1.207	1.207
2030	5.859	1.206	2.413
2035	5.814	1.206	3.619
2040	5.017	1.208	4.827
2045	5.684	1.206	6.033
2050	4.902	1.209	7.242

Tabla 6-18: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Atuel (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm³

Atuel			
Año	Oferta proyectada en 5 años	Variación del almacenamiento en 5 años	Volumen acumulado
2025	3.704	252	252
2030	3.913	261	513
2035	3.883	260	773
2040	3.350	236	1.009
2045	3.796	256	1.264
2050	3.274	232	1.497

Tabla 6-19: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Diamante (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm³

Diamante			
Año	Oferta proyectada en 5 años	Variación del almacenamiento en 5 años	Volumen acumulado
2025	4.229	85	85
2030	4.468	103	188
2035	4.433	101	288
2040	3.826	53	342
2045	4.334	93	434
2050	3.738	46	481

En función de lo anterior, se calcula el volumen que podría acumularse en los acuíferos en periodos de 10 años, al 2030, al 2040 y al 2050.

El volumen acumulado resulta directamente de la recarga del acuífero, por lo tanto, para mantener una gestión sostenible del acuífero, la producción de agua subterránea durante un período de tiempo debe ser igual al volumen acumulado en el mismo período de tiempo. En la Tabla 6-20, se propone un volumen de extracción por año para cada acuífero.

Tabla 6-20: Producción de agua subterránea recomendada en hm^3

Año	2030		2040		2050	
Cuenca	**Volumen acumulado en 10 años**	**Producción media anual recomendada de agua subterránea**	**Volumen acumulado en 10 años**	**Producción media anual recomendada de agua subterránea**	**Volumen acumulado en 10 años**	**Producción media anual recomendada de agua subterránea**
Mendoza	2.413	241	4.827	241	7.242	242
Tunuyán Inferior	2.136	214	4326	219	6.586	226
Tunuyán Superior	5.265	526	10.204	493	14.521	432
Atuel	513	51	1.009	50	1.497	49
Diamante	188	19	342	15	481	14

En la actualidad la información disponible sobre las extracciones de aguas subterráneas es dispar. En algunas cuencas es precisa como en el Tunuyán Superior y parte del Río Mendoza (Margen Derecha) y en otras el nivel de incertidumbre es mayor, si bien se han hecho estimaciones en base a los consumos de energía.

El volumen de agua que se extrae de los acuíferos es un aspecto muy relevante en el cual la provincia debe trabajar para mejorar el nivel del conocimiento de las extracciones, sobre todo pensando en adaptarse a los escenarios futuros.

El principal usuario del agua subterránea es la agricultura donde todavía muchos usuarios no tienen sistemas de riego tecnificados. La tecnificación, podría reducir sus demandas de agua.

Aquellos usuarios que hacen uso exclusivo del agua subterránea posiblemente aumenten las extracciones para compensar al aumento de demanda hídrica de los cultivos, debido al aumento de temperatura.

Por otro lado, los usuarios que hacen un uso conjunto del agua superficial y el agua subterránea son los que, ante los escenarios futuros con una menor oferta superficial, aumentaran las extracciones de agua de los acuíferos buscando mitigar los efectos de la disminución de la oferta hídrica. De este modo los acuíferos se verán impactados por la menor recarga y por el aumento de las extracciones.

Estos cambios en la recarga y los bombeos pueden inducir alteraciones en los acuíferos que afectarían tanto la cantidad (almacenamiento) como la calidad del agua.

Cada acuífero la provincia tiene su comportamiento particular dado por sus características intrínsecas, por las condiciones de la recarga, la relación con los escurrimientos superficiales, etc. Como recomendación general podemos sugerir que no deberían aumentarse las extracciones en forma indiscriminada hasta que no se tenga conocimiento detallado del funcionamiento de cada uno de los acuíferos.

Los acuíferos de la Cuenca Norte (Río Mendoza y Río Tunuyán Inferior) tienen un uso intensivo con un importante uso conjunto (complementarios) del agua superficial y subterránea, pudiendo debido a esto aumentar las extracciones a futuro en escenarios de escasez. En el Río Mendoza particularmente ha aumentado de manera relevante en los últimos años la extracción de agua subterránea para el abastecimiento poblacional, siendo el acuífero la gran reserva estratégica de agua para el futuro del mayor núcleo urbano de la provincia. En el Río Tunuyán Inferior, el abastecimiento poblacional depende 100% del agua subterránea.

En el Río Tunuyán Superior, la variación de almacenamiento es decreciente desde hace varios años debido a la reducción de la recarga. En esta cuenca hay una gran cantidad de hectáreas que depende exclusivamente del uso del agua subterránea (33.000 ha), además del abastecimiento de las poblaciones.

Para los oasis de la zona sur de la provincia, cuenca del Río Diamante, cuenca del Río Atuel y cuenca del Río Malargüe, el uso del agua subterránea no es muy relevante, pero es probable que aumente de manera significativa en el futuro. Al mismo tiempo el conocimiento que se tiene de los acuíferos en la actualidad es bajo. Por lo tanto, se sugiere que se realicen estudios para conocer en detalle el comportamiento de los acuíferos antes de aumentar las extracciones de agua.

Los volúmenes de extracción propuestos son una referencia que busca no alterar los acuíferos de manera significativa. Estos volúmenes propuestos podrán ser revisados y actualizados en virtud de los estudios que se desarrollen y del mejor entendimiento de la dinámica hídrica.

6.3. AGUA TRATADA

El potencial de agua tratada para uso en agricultura limitada depende del crecimiento poblacional, tomando en cuenta que el agua que recibe la población (después de las pérdidas) se multiplica por 0,66.

Tabla 6-21: Volumen potencial de agua tratada 2030, 2040 y 2050, en hm³/año

Década	2022		2030		2040		2050	
Cuenca	Demanda Potable Neta	Volumen potencial tratado	Demanda Potable Neta	Volumen potencial tratado	Demanda Potable Neta	Volumen potencial tratado	Demanda Potable Neta	Volumen potencial tratado
Mendoza	167,3	110,4	180,6	119,2	195,1	128,8	210,9	139,2
Tunuyán Superior	18,0	11,9	19,8	13,1	21,8	14,4	23,9	15,8
Tunuyán Inferior	35,8	24	38,7	26	41,7	28	44,9	30
Diamante	19,5	12,9	20,6	13,6	21,7	14,3	22,9	15,1
Atuel	14,0	9,3	14,7	9,7	15,4	10,2	16,1	10,6
Malargüe	4,3	2,8	4,6	3,1	5,1	3,3	5,5	3,6
Total	**258,8**	**170,8**	**279,1**	**184,2**	**300,8**	**198,5**	**324,2**	**213,9**

El volumen potencial de agua tratada alcanzará unos 214 Hm³ en 2050.

La siguiente tabla presenta la capacidad de tratamiento actual en la provincia.

Tabla 6-22: capacidad de tratamiento actual en la provincia, en hm³/año

Cuenca	Volumen	2030	2040	2050
Mendoza	106	119,2	128,8	139,2
Tunuyán Superior	4	13,1	14,4	15,8
Tunuyán Inferior	12	26	28	30
Diamante	5	13,6	14,3	15,1
Atuel	4	9,7	10,2	10,6
Malargüe	0	3,1	3,3	3,6
TOTAL	**131**	**184**	**199**	**214**
Falta	-	**53**	**68**	**83**

Para aprovechar todo el potencial del agua tratada, se deberían añadir 83 Hm³ adicionales.

6.4. RESUMEN DEL AGUA DISPONIBLE PROYECTADA

La siguiente tabla presenta un resumen de las proyecciones de agua disponible en Mendoza.

Tabla 6-23: Resumen Del Agua Disponible Proyectada (Hm^3)

Década	Fuente	Mendoza	Atuel	Diamante	Malargüe	Tunuyán	Total, Provincia
2030	Agua Superficial	1.506	1.006	1.148	329	1.551	5.540
	*Agua Subterránea	241	51	19	-	740	1.051
	**Agua Tratada	119	10	14	3	39	184
	Total Cuenca	1.867	1.067	1.181	332	2.330	6.775
2040	Agua Superficial	922	615	703	202	830	3.272
	*Agua Subterránea	241	50	15	-	712	1.018
	Agua Tratada	129	10	14	3	42	199
	Total Cuenca	1.292	675	732	205	1.584	4.489
2050	Agua Superficial	893	596	681	195	857	3.222
	*Agua Subterránea	242	49	14		658	963
	Agua Tratada	139	11	15	4	45	214
	Total Cuenca	1.273	656	710	199	1.560	4.399

** Aguas Subterráneas según la gestión sostenible del acuífero*

*** Agua Tratada - potencial, excede la capacidad de tratamiento actual*

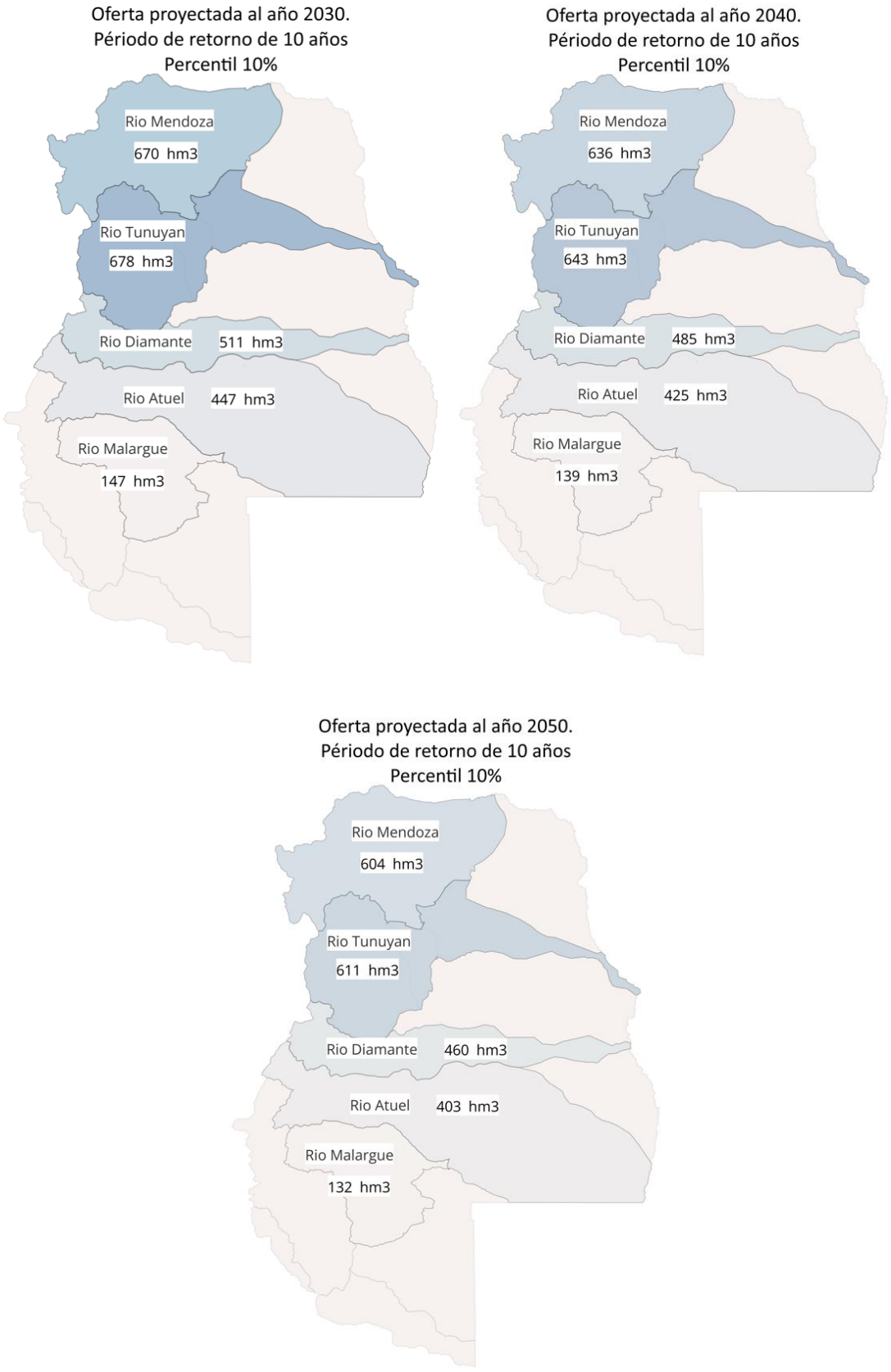


Figura 6-11: Oferta proyectada de Agua Superficial, periodo de retorno de 10 años, percentil del 10%

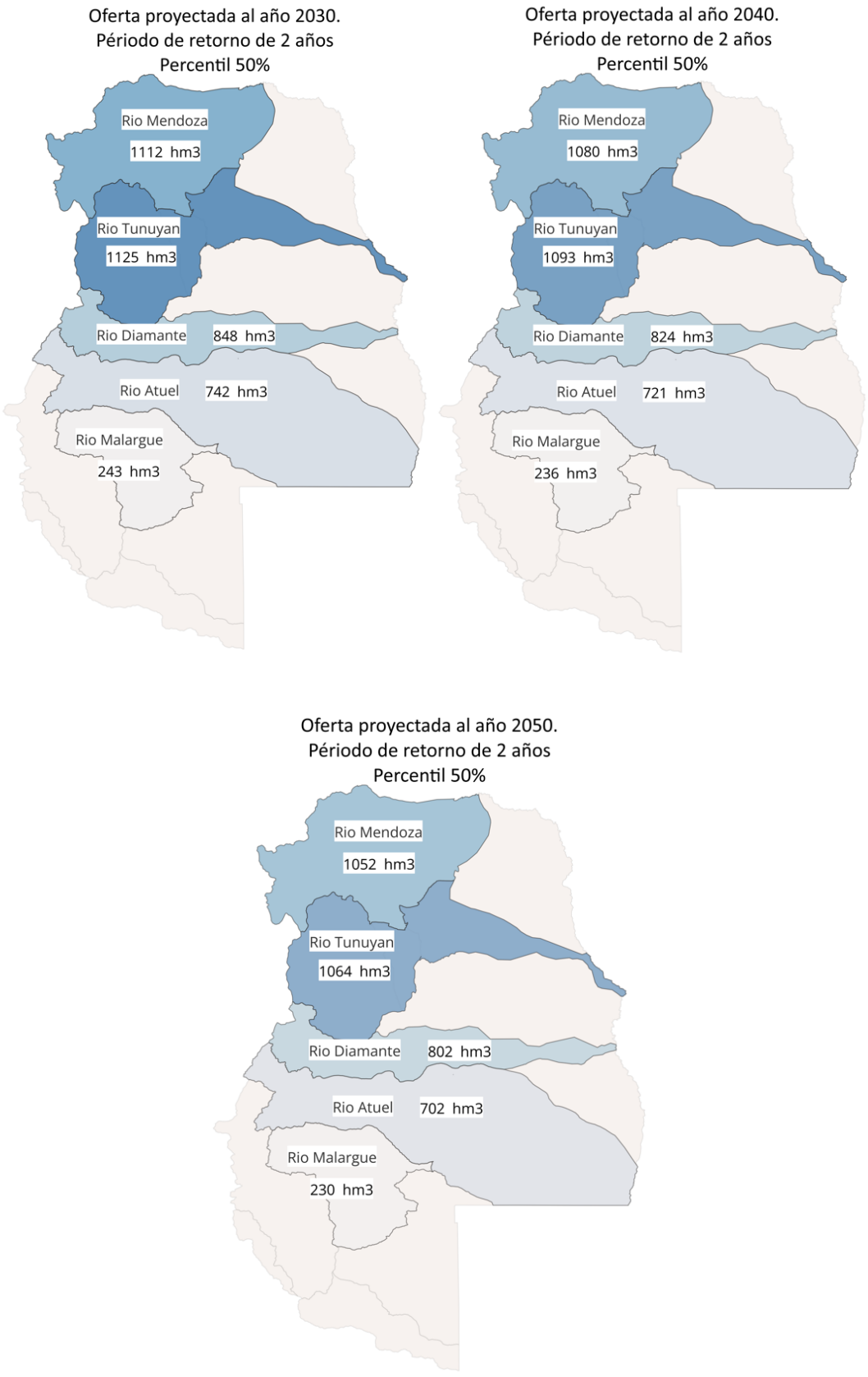


Figura 6-12: Oferta proyectada de Agua Superficial, periodo de retorno de 2 años, percentil del 50%

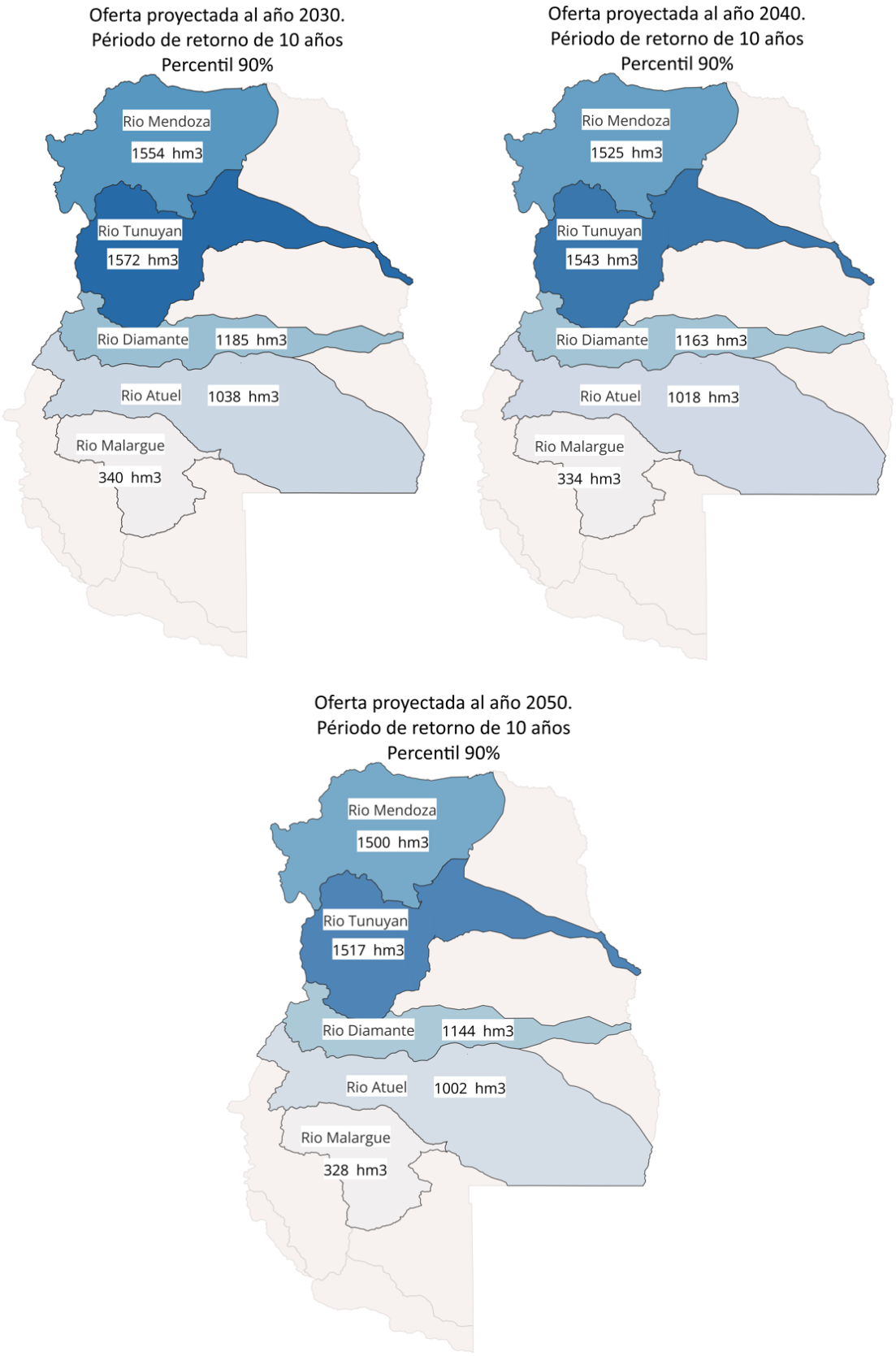


Figura 6-13: Oferta proyectada de Agua Superficial, periodo de retorno de 2 años, percentil del 90%

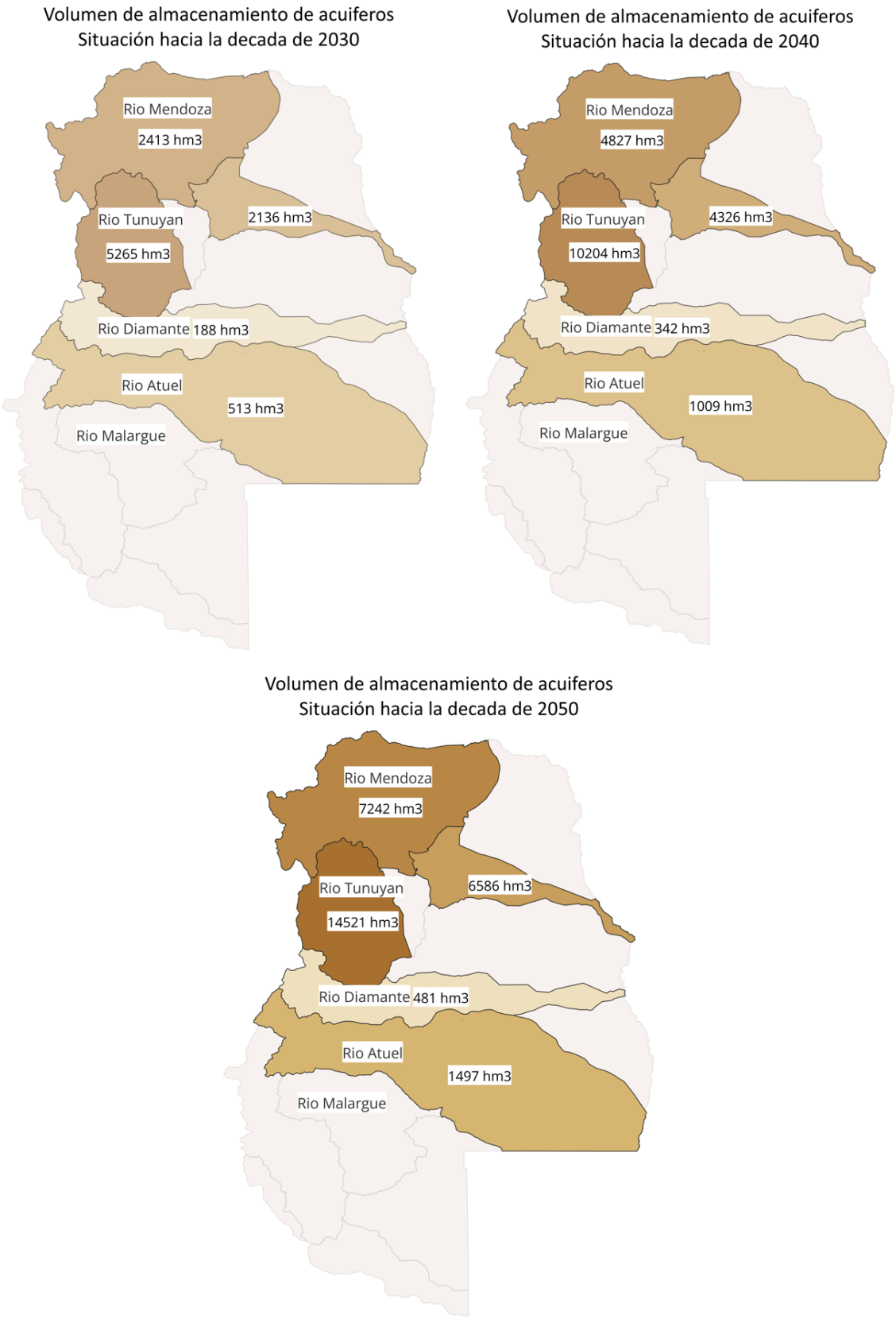


Figura 6-14: Volumen Acumulado De Agua Subterránea Proyectado

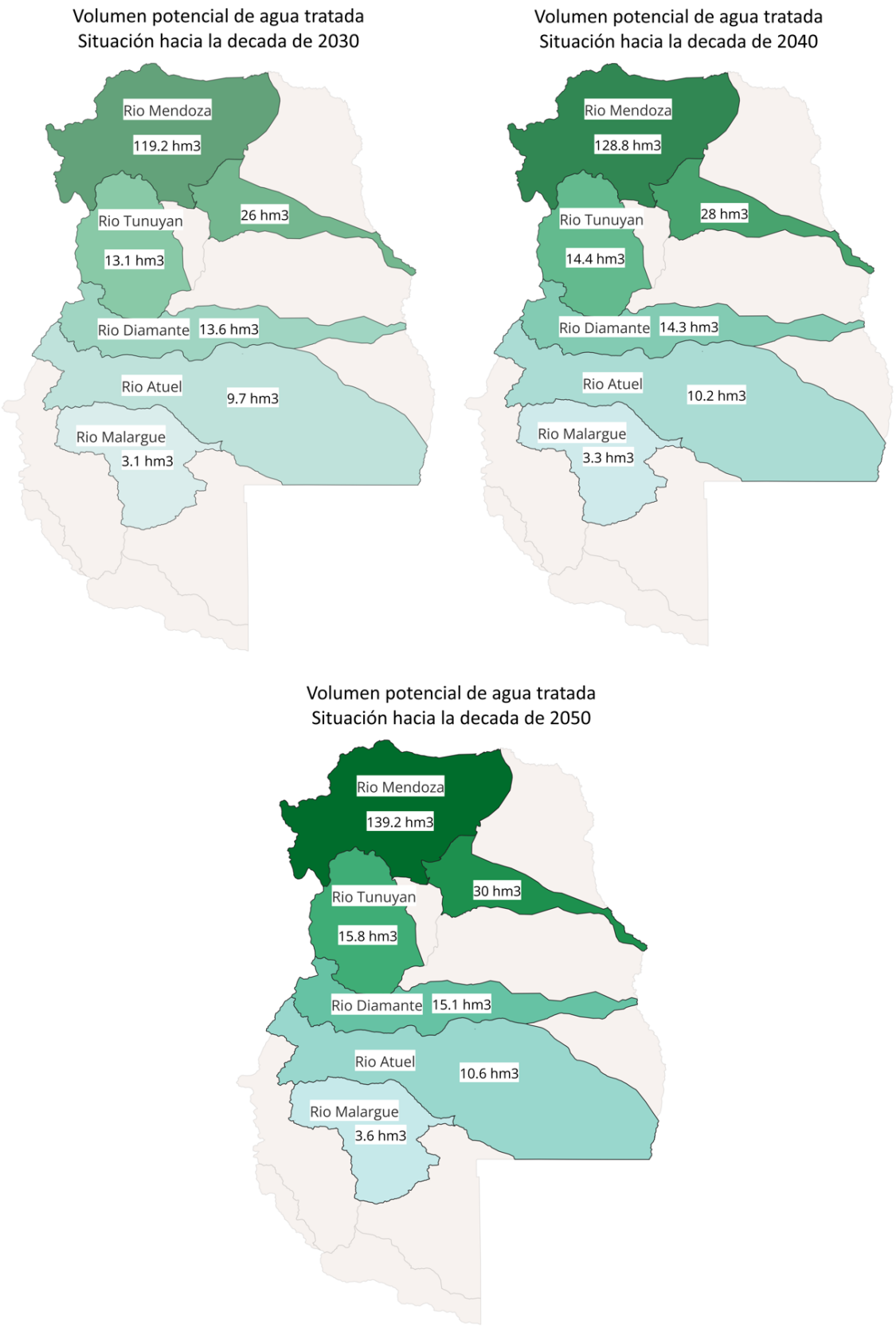


Figura 6-15: Volumen de agua tratada proyectado

7. CONCLUSIONES

7.1. AGUA SUPERFICIAL

Se puede inferir que la disponibilidad de agua superficial disminuirá debido a los efectos del cambio climático, en los próximos 30 años (ver tabla 7-1).

El análisis estadístico indica que la probabilidad de que ocurra un año abundante (más de 5.500 hm^3) es de una vez cada 10 años (percentil 90%). Si se compara este volumen anual con la capacidad de almacenamiento existente (1.500 hm^3), la provincia deberá prepararse para gestionar estos volúmenes en consecuencia.

Por otro lado, un año seco de menos de 2.500 Hm^3 se producirá una vez cada 10 años, y la provincia tendrá que desarrollar otros recursos hídricos para compensar la falta de agua superficial en caso de que no pueda almacenar los excedentes de los años buenos.

Tabla 7-1: Cambios previstos en el agua disponible en la provincia de Mendoza para los diferentes períodos con respecto al período 2000-2020

Periodo	Promedio anual de AW en Mendoza (HM^3)	Cambio (%) con Respecto a 2000-2020
2000-2020	4.656	
2030	4.330	-7,90%
2050	4.121	-13,20%
2070	3.539	-24,90%

7.2. AGUA SUBTERRÁNEA

Para obtener una mejor comprensión del almacenamiento y el equilibrio del agua subterránea y explorar la producción potencial de agua subterránea profunda para prepararse para las próximas décadas, se recomienda encarecidamente:

- Incrementar la coherencia y continuidad del registro de datos del nivel freático. Esto se puede lograr, por ejemplo, repitiendo las mediciones en períodos cortos de tiempo para su validación, asegurando que las mediciones anuales se realicen en los mismos pozos o manteniendo un registro de la distancia desde cada medición hasta el pozo activo más cercano durante la medición.
- Adquirir un mayor conocimiento del rendimiento específico en los distintos acuíferos, para reducir sus incertidumbres. Esto puede requerir la realización de pruebas de bombeo exhaustivas.

- Reunir un registro completo de datos sobre la calidad del agua subterránea (particularmente niveles de CE, cloruro y nitrato) a lo largo de los años.
- Modelizar la recarga superficial natural y antropogénica en las cuencas norte y sur.
- Separar la recarga recurrente de manantiales distribuidos en toda el área de la cuenca centro, de la recarga recurrente de manantiales situados en los bordes de la cuenca, para excluir a estos últimos del componente de infiltración en el modelo WEAP.
- Examinar la distribución de los manantiales más allá de la extensión de las áreas de recarga administradas, su volumen de salida y trayectorias.
- Explorar posibles entradas de agua subterránea desde el subsuelo, como un sistema acuífero profundo que recargue el acuífero superior.
- Recopilar un conjunto de datos completo sobre la profundidad de bombeo a lo largo de los años, junto con la distribución espacial en toda el área.
- Recopilar datos hidrogeológicos y de calidad del agua de la parte profunda del acuífero, actualmente no utilizada. Dichos datos pueden usarse para arrojar luz sobre las propiedades de la sección profunda, su posible distribución espacial regular/irregular, si es adecuada para la producción de agua subterránea y cuál es el volumen potencial de almacenamiento de agua subterránea de alta calidad.
- Mejorar el conocimiento con respecto a los volúmenes de agua que se extraen de los acuíferos. Esto permitirá confirmar los modelos conceptuales adoptados, mejorar las proyecciones futuras y facilitar la adaptación ante nuevos escenarios.

En función de lo anterior es que se decidió utilizar los modelos WEAP que había generado el propio DGI respetando los modelos conceptuales adoptados para hacer las proyecciones sobre el agua subterránea.

Los volúmenes de extracción propuestos son una referencia que busca no alterar los acuíferos de manera significativa.

Estos volúmenes propuestos podrán ser revisados y actualizados en virtud de los estudios que se desarrollen y del mejor entendimiento de la dinámica hídrica.

Esta sugerencia busca implementar una gestión sostenible del agua subterránea en la provincia y para ello se recomienda no superar los volúmenes presentados en la Tabla 7-2 hasta avanzar en el conocimiento de los acuíferos.

Tabla 7-2: Volúmenes recomendados de producción de agua subterránea, en hm³/año

Año	2030	2040	2050
Cuenca	Producción media recomendada de agua subterránea	Producción media recomendada de agua subterránea	Producción media recomendada de agua subterránea
Mendoza	241	241	242
Tunuyán Inferior	214	219	226
Tunuyán Superior	526	493	432
Atuel	51	50	49
Diamante	19	15	14
Total	1.051	1018	963

Las recomendaciones del acuífero Malargüe se presentarán luego de actualizar el modelo en esa área.

7.3. AGUA TRATADA

Actualmente la Provincia de Mendoza utiliza una parte del agua tratada para riego. Sin embargo, en el futuro, los volúmenes de aguas residuales aumentarán con relación al crecimiento de la población y las instalaciones existentes no podrán tratar los volúmenes pronosticados, la siguiente tabla presenta el potencial de agua tratada proyectado y la capacidad de tratamiento faltante (en Hm^3).

Tabla 7-3: Volúmenes potenciales de agua tratada, en hm³/año

Cuenca	Volumen	2030	2040	2050
Mendoza	106	119,2	128,8	139,2
Tunuyán Superior	4	13,1	14,4	15,8
Tunuyán Inferior	12	26	28	30
Diamante	5	13,6	14,3	15,1
Atuel	4	9,7	10,2	10,6
Malargüe	0	3,1	3,3	3,6
TOTAL	131	184	199	214
Falta	-	53	68	83

8. BIBLIOGRAFÍA

Chen, X., Song, J., and Wang, W. (2010) Spatial variability of specific yield and vertical hydraulic conductivity in a highly permeable alluvial aquifer. Journal of Hydrology, Volume 388, Issues 3–4, p. 379-388. DOI:10.1016/j.jhydrol.2010.05.017.

Harter, T. (2005) Specific yield storage equation. Water Encyclopedia (editors J.H. Lehr and J. Keeley). DOI:10.1002/047147844X.gw1086.

Hernández, J. and Martinis, N. (2006) Particularidades de las cuencas hidrogeológicas explotadas con fines de riego en la provincia de Mendoza. III Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego. Mendoza, Argentina.

Departamento General de Irrigación, Balances Hídricos, Cuencas Río Mendoza, Río Tunuyán, Río Diamante, Río Atuel y Río Malargüe (2015 – 2022)

Izady, A., Davary, K., Alizadeh, A., Ziaei, A. N., Alipoor, A., Joodavi, A., and Brusseau, M. L. (2014) A framework toward developing a groundwater conceptual model. Arabian Journal of Geosciences, Volume 7, p. 3611–3631. DOI:10.1007/s12517-013-0971-9.

Johnson, A. I. (1963) Specific yield - compilation of specific yields for various materials. USGS, Denver, Colorado.

Lv, M., Xu, Z., Yang, Z.-L., Lu, H., and Lv, M. (2021) A comprehensive review of specific yield in land surface and groundwater studies. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 13, e2020MS002270. DOI:10.1029/2020MS002270.

Poblete, M. and Ferre, J. (1981) Determinación del área correspondiente al acuífero libre en la cuenca subterránea Diamante-Atuel, Provincia de Mendoza. Technical Publication No. P-229, CRAS.

Dussaillant, I., Berthier, E., Brun, F., Masiokas, M., Hugonnet, R., Favier, V., et al. (2019). Two decades of glacier mass loss along the Andes. *Nat. Geosci*. 12, 802–808. doi: **10**.1038/s41561-019-0432-5.

Doyle, M. E. (2020). Observed and simulated changes in precipitation seasonality in Argentina. Int. *J. Climatol*. **40**, 1716–1737. doi: 10.1002/joc.6297.

Lindström, G., Pers, C.P., Rosberg, R., Strömqvist, J., Arheimer, B. 2010. Development and test of the HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) model – A water quality model for different spatial scales. *Hydrology Research*, **41**.3-4:295-319.

Rivera JA, Naranjo Tamayo E and Viale M (2020) Water Resources Change in Central-Western Argentina Under the Paris Agreement Warming Targets. **Front. Clim**. 2:587126. doi: 10.3389/fclim.2020.587126.

Rivera, J. A., and Arnould, G. (2020). Evaluation of the ability of CMIP6 models to simulate precipitation over Southwestern South America: climatic features and long-term trends (1901-2014). *Atmosph. Res*. 241:104953. doi: **10**.1016/j.atmosres.2020.104953.

Rivera JA, Otta S, Lauro C and Zazulie N (2021) A Decade of Hydrological Drought in Central-Western Argentina. *Front. Water* 3**:**640544. doi: 0.3389/frwa.2021.640544.

Maenza, R. A., Agosta, E. A., and Bettolli, M. L. (2017). Climate change and precipitation variability over the western 'Pampas' in Argentina. Int. *J. Climatol*. *37*, 445–463. doi: 10.1002/joc.5014.

PLAN MAESTRO PARA EL SECTOR HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Informe 3.2 - Proyecciones De La Demanda

Enero 2024

Informe 3.1 - Proyecciones De La Demanda

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 7

2. RESUMEN EJECUTIVO 7

3. OBJETIVO DEL INFORME 12

4. RESUMEN DE LA DEMANDA DE AGUA 12

4.1. DEMANDA POBLACIONAL 12
4.2. DEMANDA DE AGRICULTURA 14
4.3. OTRA DEMANDA POR TIPO 21
4.4. RESUMEN DE LA DEMANDA 22

5. METODOLOGÍA PARA PROYECCIONES DE LA DEMANDA 23

6. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL INFORME DE CAMBIO CLIMÁTICO 24

6.1. RESUMEN 24
6.2. CONCLUSIONES 24

7. PROYECCIONES DE LA DEMANDA PARA 2030,2040,2050 27

7.1. DEMANDA POBLACIONAL 27
7.2. DEMANDA DE AGRICULTURA 42
7.3. OTRA DEMANDA POR TIPO 49
7.4. RESUMEN DE LAS PROYECCIONES DE LA DEMANDA 52

8. CONCLUSIONES 52

9. ANEXOS 53

Lista de Tablas

Tabla 2-1: Fuentes de datos primarios 8
Tabla 2-2: Demanda sectorial actual de agua 8
Tabla 4-1: Rio Mendoza. Composición de la Demanda poblacional 12
Tabla 4-2: Rio Tunuyán Superior. Composición de la demanda poblacional 13
Tabla 4-3: Rio Tunuyán Inferior. Composición de la demanda poblacional 13
Tabla 4-4: Rio Diamante. Composición de la demanda poblacional 13
Tabla 4-5: Rio Atuel. Composición de la demanda poblacional 13
Tabla 4-6: Rio Atuel. Composición de la demanda poblacional 14
Tabla 4-7: Demanda Agrícola - Río Mendoza 15
Tabla 4-8: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Mendoza 15
Tabla 4-9: Demanda Agrícola - Río Tunuyán Superior 16
Tabla 4-10: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Superior 16
Tabla 4-11: Demanda Agrícola - Río Tunuyán Inferior 17
Tabla 4-12: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Inferior 17
Tabla 4-13: Demanda Agrícola - Río Diamante 18
Tabla 4-14: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Diamante 18
Tabla 4-15: Demanda Agrícola - Río Atuel 19
Tabla 4-16: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Atuel 19
Tabla 4-17: Demanda Agrícola - Río Malargue 20
Tabla 4-18: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Malargue 20
Tabla 4-19: Demanda Agrícola Neta y Bruta – Provincia Mendoza 20
Tabla 4-20: Demanda por sector - Mendoza 21
Tabla 4-21: Otros tipos de demandas - clasificación 21
Tabla 4-22: Demanda Neta - Provincia de Mendoza 22
Tabla 4-23: Demanda Bruta - Provincia de Mendoza 22
Tabla 5-1: Fuentes de datos primarios 23
Tabla 6-1: Cambio del ETo en 2030 con respecto a 2000-2020 25
Tabla 6-2: Cambio del ETo en 2050 con respecto a 2000-2020 26
Tabla 7-1: Población proyectada para el año 2040 27
Tabla 7-2: Población 2022 por departamento 28
Tabla 7-3: Población proyectada para el año 2040, fuente: INDEC 29
Tabla 7-4: Valores modificados de la tasa de crecimiento 29
Tabla 7-5: Proyección de población provincial por departamentos 30

Tabla 7-6: Volumen asignado y distribuido desde el dique Cipolletti para abastecimiento poblacional. 32
Tabla 7-7: Demanda residencial. Cuenca Rio Mendoza. 33
Tabla 7-8: Otros consumos. Cuenca Rio Mendoza 34
Tabla 7-9: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Mendoza. 34
Tabla 7-10: Demanda residencial. Cuenca Rio Tunuyán Superior. 35
Tabla 7-11: Otros consumos. Cuenca Rio Tunuyán Superior. 35
Tabla 7-12: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Tunuyán Superior 35
Tabla 7-13: Demanda residencial. Cuenca Rio Tunuyán Inferior 36
Tabla 7-14: Otros consumos. Cuenca Rio Tunuyán Inferior 36
Tabla 7-15: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Tunuyán Inferior. 36
Tabla 7-16: Demanda residencial. Cuenca Rio Diamante 37
Tabla 7-17: Otros consumos. Cuenca Rio Diamante 37
Tabla 7-18: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Diamante 37
Tabla 7-19: Demanda residencial. Cuenca Rio Atuel 38
Tabla 7-20: Demanda residencial. Cuenca Rio Atuel 38
Tabla 7-21: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Atuel. 38
Tabla 7-22: Demanda residencial. Cuenca Rio Malargüe 39
Tabla 7-23: Otros consumos. Cuenca Rio Malargüe 39
Tabla 7-24: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Malargüe. 39
Tabla 7-25: Demanda Poblacional - Resumen 40
Tabla 7-26: Cambio de ET en 2030, 2040, 2050 con respecto a 2000-2020, Mendoza 42
Tabla 7-27: Demanda agrícola proyectada - Río Mendoza 43
Tabla 7-28: Demanda agrícola proyectada - Río Tunuyán Superior 44
Tabla 7-29: Demanda agrícola proyectada - Río Tunuyán Inferior 45
Tabla 7-30: Demanda agrícola proyectada - Río Diamante 46
Tabla 7-31: Demanda agrícola proyectada - Río Atuel 46
Tabla 7-32: Demanda agrícola proyectada - Río Malargue 47
Tabla 7-33: Demanda agrícola proyectada - Provincia de Mendoza 47
Tabla 7-34: Otro tipo Demanda - Tasa de crecimiento 49
Tabla 7-35: Otro tipo Demanda - 2022 50
Tabla 7-36: Otro tipo Demanda - 2030 50
Tabla 7-37: Otro tipo Demanda - 2040 51
Tabla 7-38: Otro tipo Demanda - 2050 51

Tabla 7-39: Resumen de las proyecciones de la demanda 52

Lista de Figuras

Figura 2-1: Mendoza, demanda de agua proyectada (hm^3) – 2020-2050 9
Figura 2-2: Mendoza, demanda de agua proyectada por sector (hm^3) – 2020 -2050 9
Figura 2-3: Demanda Hídrica Total por cuencas 10
Figura 6-1: Cambio del ETo en 2030 con respecto a 2000-2020 26
Figura 6-2: Cambio del ETo en 2050 con respecto a 2000-2020 26
Figura 7-3: Población Proyectada (2022-2040) 30
Figura 7-4: Población (1991-2022), Fuente: INDEC Censos (1991,2001,2010,2022) 31
Figura 7-5: Volumen asignado y distribuido desde el dique Cipolletti para abastecimiento poblacional 33
Figura 7-6: Demanda de Población por cuenca - Uso residencial 41
Figura 7-7: Demanda Agrícola por cuenca 48

Lista de Apéndices

Anexo Nº 1: Evapotranspiración anual en la provincia de Mendoza, Los efectos del cambio climático en la disponibilidad futura de agua en Mendoza, Dr. Amir Givati 53
Anexo Nº 2: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 1991 54
Anexo No 3: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 55
Anexo Nº 4: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 56
Anexo Nº 5: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 57
Anexo Nº 6: Cuadro 1. Población estimada al 1 de julio según año calendario por sexo. Provincia de Mendoza. Años 2010-2040 58
Anexo Nº 7: Valores de Eto y Kc para las cuencas 59
Anexo Nº 8: Demanda industrial por cuenca y actividad - recibida de DGI 65

LISTA DE APÉNDICES ADJUNTOS EN ARCHIVO ZIP

a. Cálculos Y Proyecciones De La Demanda Agrícola
b. Tablas Presentadas En El Informe.
c. Mapas (SIG)

1. INTRODUCCIÓN

Este informe presenta los cálculos de la demanda de agua proyectada en la provincia de Mendoza, para los años 2030, 2040 y 2050.

Las proyecciones se han realizado considerando que no hay cambios en la forma en que se están utilizando los recursos hídricos:

• Agua potable: el crecimiento demográfico es el único factor que afecta la demanda (no hay reducción de las pérdidas de agua, no hay aumento per cápita debido al aumento de la temperatura de 0,9 grados Celsius en 2030 y 1,5 grados Celsius en 2050).

• Demanda agrícola: la superficie cultivada permanece fija, sólo la demanda de cultivos cambia según el efecto del cambio climático sobre los valores de ET (mm).

• Industria y otras Demandas - según plan de desarrollo si existe, en caso contrario según análisis de proyección.

Se obtuvo la siguiente distribución de la demanda para las décadas de 2030, 2040 y 2050 en Hm^3 por año.

Año	Poblacional	Agricultura	Otra	Total
2030	494	6.681	148	7.322
2040	533	6.769	163	7.465
2050	574	6.858	179	7.611

Estos valores se compararán con las proyecciones de recursos hídricos disponibles (informe 2, en paralelo) para definir si estos son suficientes para abastecer la demanda futura y la magnitud del déficit en caso de que no lo sea.

2. RESUMEN EJECUTIVO

El Informe 3 trata de las proyecciones de demanda de agua para los sectores Agrícola, Poblacional, Industrial y otros en la Provincia de Mendoza. Las proyecciones se realizaron para los años 2030, 2040 y 2050.

La Tabla 2-1 presenta las fuentes de datos utilizadas para predecir la demanda sectorial de agua.

Tabla 2-1: Fuentes de datos primarios

Sector	Fuente de datos / Hipótesis
Agricultura	Informe Mekorot - Los efectos del cambio climático en la futura disponibilidad de agua en Mendoza (Capítulo 2)
Poblacional	Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 - INDEC
	Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001, 2010, 2022 - INDEC
	Población estimada al 1 de julio según año calendario por sexo. Provincia de San Juan. Años 2010-2040 - INDEC

La demanda sectorial actual de agua de Mendoza se presenta en la Tabla 2-2

Tabla 2-2: Demanda sectorial actual de agua

Sector	Demanda de Agua (hm^3)
Poblacional (hm^3)	458
Agricultura (hm^3)	6.387
Otra (hm^3)	135
Total (hm^3)	**6.980**

Se prevé que la demanda de agua de la provincia aumentará en una media del 3,01% por década hasta 2050 (aumento medio de 210 hm^3 cada diez años), impulsada por una combinación de crecimiento demográfico y efectos del cambio climático sobre la agricultura. Sin ninguna intervención, manteniendo las mismas condiciones y suponiendo que no haya cambios en el patrón de cultivo, la demanda de agua seguirá creciendo, lo que representa un aumento del 9,04% sobre el nivel actual de uso de agua, debido principalmente a los factores del cambio climático que se prevé aumentarán. Evapotranspiración (ET).

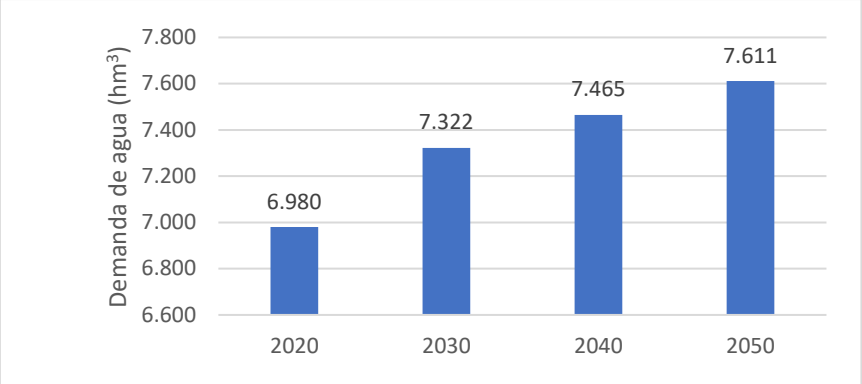


Figura 2-1: Mendoza, demanda de agua proyectada (hm^3) – 2020-2050

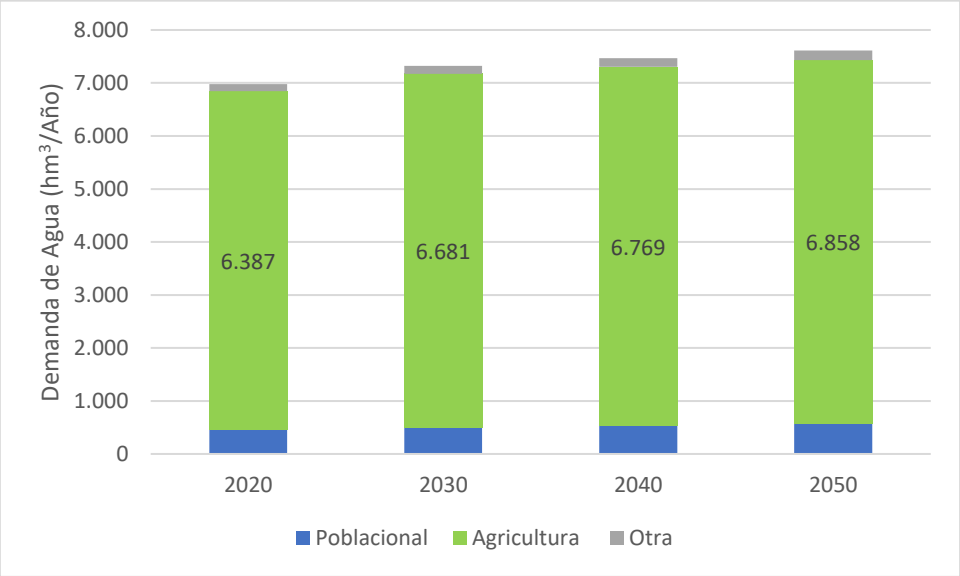


Figura 2-2: Mendoza, demanda de agua proyectada por sector (hm^3) – 2020 -2050

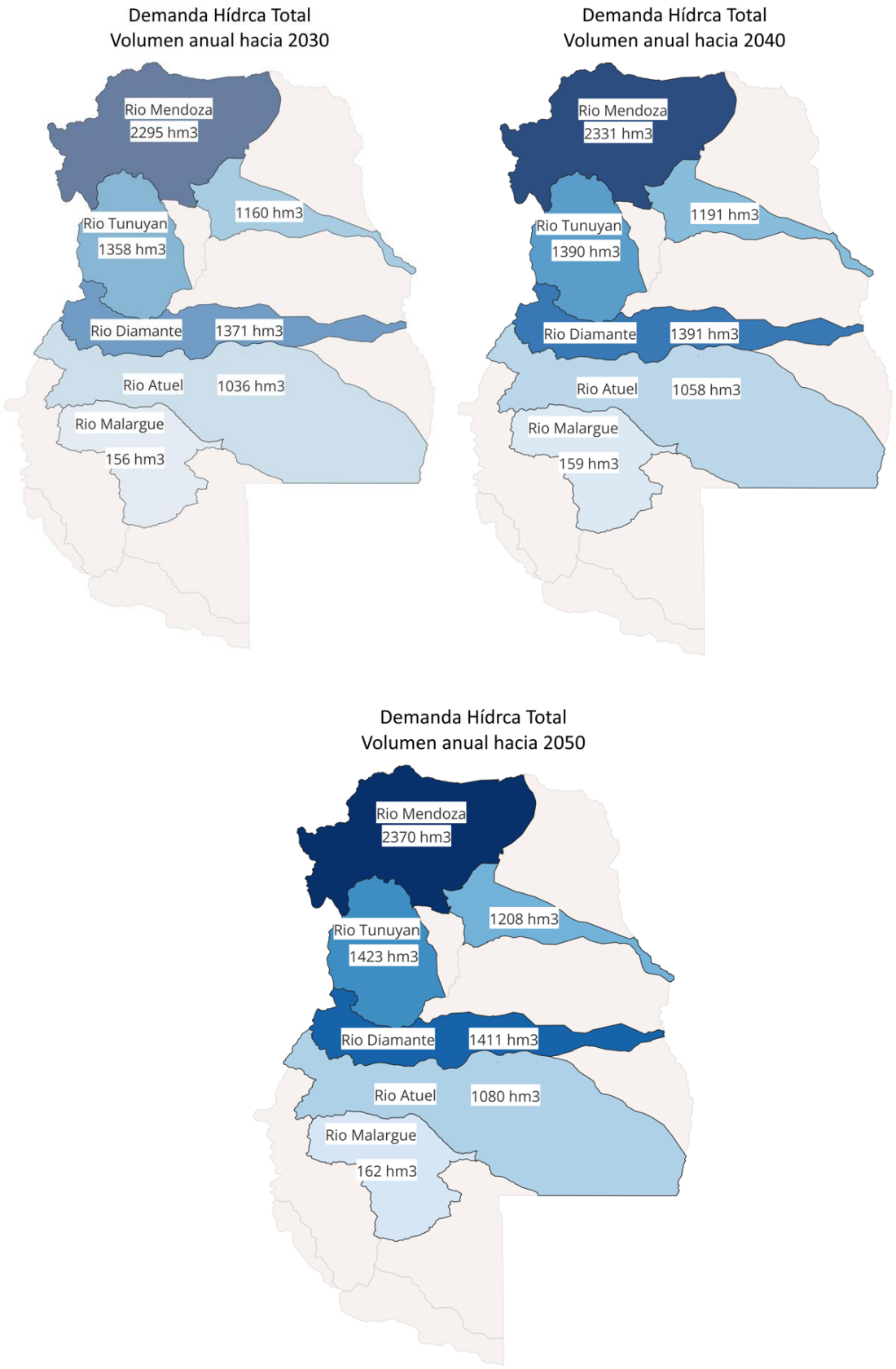


Figura 2-3: Demanda Hídrica Total por cuencas

Informe 3.1 - Proyecciones De La Demanda

La falta de medición del consumo de agua en todos los sectores de demanda hídrica de Mendoza, principalmente el sector agrícola, no permite un análisis en profundidad del cambio en las tendencias de consumo entre regiones y en el tiempo.

La disminución proyectada en la disponibilidad de agua y el aumento proyectado en la demanda agrícola obligarán al sector agrícola a hacer ajustes para mantener la actividad agrícola.

Hacer estos ajustes sin datos sobre el consumo real sería ineficiente.

Se recomienda comenzar con la instalación de medidores de agua en lugares estratégicos para tener un mejor conocimiento de las pérdidas de agua en el sistema de conducción y abastecimiento agrícola, así como en la red de agua urbana.

3. OBJETIVO DEL INFORME

La proyección de la demanda de agua en Mendoza es de gran importancia debido al mayor consumo de agua y las implicaciones del cambio climático. La idea general del proyecto es crear un sistema de abastecimiento de agua adecuado y sostenible que permita regular la demanda de agua y priorizar el uso del agua según necesidades, sectores e importancia. El presente informe trata del cálculo de la proyección de la demanda de agua hasta el año 2050. Las proyecciones de recursos hídricos (Informe 2) y Demanda de agua (Informe 3) son necesarias para desarrollar un nuevo enfoque para la gestión y uso del agua. agua en función de la disponibilidad de agua.

El Informe 3 tiene como objetivo presentar la demanda de agua proyectada para los años 2030, 2040 y 2050 para los sectores Población, Industrial y Agropecuario de la provincia.

4. RESUMEN DE LA DEMANDA DE AGUA

4.1. DEMANDA POBLACIONAL

La demanda poblacional, se compone de los usos residenciales y otros usos del agua potable. Para desagregar la misma, se considera el dato de demanda poblacional neta provisto por AYSAM de 352 l/hab. día. A la misma se le resta el valor de 280 litros por habitante por día como consumo residencial. Dato estimado en “Futuro Ambiental de Mendoza: escenarios”, publicado en el año 2010. Los demás usos del agua potable se cuantifican como 72 l/hab. día.

Para el cálculo de las perdidas en la red, se tiene en cuanta el dato provisto por el Departamento General de Irrigación de los volúmenes entregados, estimando por diferencia el valor de las perdidas.

Tabla 4-1: Rio Mendoza. Composición de la Demanda poblacional

Mendoza	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 46%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	hm^3/Año	hm^3/Año	hm^3/Año	hm^3/Año
Capital	122.840	12,6	3,2	13,7	29,5
Godoy Cruz	195.183	19,9	5,1	21,7	46,8
Guaymallén	321.371	32,8	8,5	35,8	77,1
Las Heras	228.525	23,4	6,0	25,4	54,8
Lavalle	47.529	4,9	1,3	5,3	11,4
Luján de Cuyo	172.109	17,6	4,5	19,2	41,3
Maipú	214.412	21,9	5,6	23,9	51,4
Total	**1.301.969**	**133.1**	**34.2**	**144.9**	**312.2**

Tabla 4-2: Rio Tunuyán Superior. Composición de la demanda poblacional

Tunuyán Superior	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 40%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año
San Carlos	40.024	4,1	1,1	3,4	8,6
Tunuyán	58.780	6,0	1,5	5,1	12,6
Tupungato	40.961	4,2	1,1	3,5	8,8
Total	**139.765**	**14.3**	**3.7**	**12.0**	**30.0**

Tabla 4-3: Rio Tunuyán Inferior. Composición de la demanda poblacional

Tunuyán Inferior	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 40%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año
Junín	45.673	4,7	1,2	4,0	9,8
La Paz	12.020	1,2	0,3	1,0	2,6
Rivadavia	63.473	6,5	1,7	5,5	13,7
San Martín	138.429	14,1	3,6	12,0	29,8
Santa Rosa	19.410	2,0	0,5	1,7	4,2
Total	**279.005**	**28.5**	**7.3**	**24.2**	**60.0**

Tabla 4-4: Rio Diamante. Composición de la demanda poblacional

Diamante	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 37%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año
San Rafael (72%)	151.544	15,5	4,0	11,5	31,0
Total	**139.765**	**15.5**	**4.0**	**11.5**	**31.0**

Tabla 4-5: Rio Atuel. Composición de la demanda poblacional

Atuel	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 26%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año
San Rafael (28%)	58.934	6,0	1,6	2,7	10,3
General Alvear	50.209	5,1	1,3	2,3	8,7
Total	**109.143**	**11.2**	**2.9**	**5.0**	**19.0**

Tabla 4-6: Rio Atuel. Composición de la demanda poblacional

Malargüe	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 26%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	hm^3/Año	hm^3/Año	hm^3/Año	hm^3/Año
Malargüe	33.107	3,4	2,9	2,2	8,5
Total	**33.107**	**3.4**	**2.9**	**2.2**	**8.5**

4.2. DEMANDA DE AGRICULTURA

La demanda agrícola presentada en el informe 3.0 fue actualizada en el informe 3.1 - la demanda actualizada es según el "Programador de Riego".

La aplicación "Programador de Riego" desarrollada por el Departamento General de irrigación, provee información estandarizada de evapotranspiración de referencia media mensual y de precipitación efectiva por cuenca administrativa, sobre la cual aplicar las proyecciones de cambio climático. Esto se considera adecuado, ya que las proyecciones se estiman por cuenca.

Los datos de superficie cultivada son los publicados en el Balance Hídrico y son los informados en el Informe 1.1, con el agregado del Uso Público cuando corresponda.

A los fines de unificar criterios en los usos antropizado, interfaz, uso público y urbano, se agrupan en dos grupos principalmente. Un Uso Público que representa la superficie de arbolado público y parques y un Uso Recreativo donde también se destina el agua para riego de parques y jardines, pero tiene un carácter de uso privado. Esto permite separar dos usos diferentes según su función, siendo que los consumos hídricos por unidad de superficie son iguales.

La metodología de cálculo consiste en obtener los valores de evapotranspiración del cultivo (ETc), mediante la multiplicación de los valores de coeficiente de cultico (Kc) y los valores de evapotranspiración por cuenca para cada década (ETo). Los valores de eficiencia de conducción y aplicación se extraen del Balance Hídrico.

Con respecto al Rio Malargue, se propone aplicar la misma metodología que el resto de los ríos, separando los cultivos en función de su tipo identificado un coeficiente de cultivo propio para uso. Esto varía con lo presentado en el Balance Hídrico, donde se supone una superposición de usos, que si bien dan resultados satisfactorios en términos de demanda hídrica, complejizan el trabajo sobre unidades productivas.

Tabla 4-7: Demanda Agrícola - Río Mendoza

2020	Cultivo		**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Total (mm)**
	Forestal		24	87	172	208	239	212	154	94	40	12	11	16	**1.269**
	Frutal		19	53	109	144	168	144	98	65	43	12	11	16	**882**
	Hortícola		0	0	95	110	178	191	123	57	0	0	0	0	**754**
Etc = kc x ETo (mm)	Uso Recreativo		57	93	139	163	188	164	120	94	68	42	35	44	**1.207**
	Uso Publico		57	93	139	163	188	164	120	94	68	42	35	44	**1.207**
	Olivo		43	74	114	137	158	135	98	74	53	32	27	35	**980**
	Vid		18	46	87	110	127	106	72	45	27	12	11	16	**677**
	Pastura		44	88	132	155	178	154	113	76	35	12	11	23	**1.021**

		ha.	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Total (hm³)**
Dotada en Dique Cipolletti	Cult.	64.343	15,8	34,4	67,9	84,3	101	88,9	61,4	40,1	23,5	10,9	9,5	13	**550,7**
Dotada en Alta Montaña	Cult.	1.496	0,7	1,3	2,2	2,6	3	2,6	1,9	1,4	0,8	0,4	0,4	0,5	**17,7**
Dotada por otras fuentes	Cult.	12.451	2,3	5,6	13,8	16,8	21,3	19,8	13,5	8,1	3,5	1,5	1,3	1,9	**109,5**
Agua Subterránea exclusiva MD	Cult.	10.696	1,7	4,3	9,6	12,1	14,7	13	8,7	5,2	2,6	1,1	1	1,5	**75,5**
Agua Subterránea exclusiva MI	Cult.	2.838	0,6	1,4	2,8	3,5	4,2	3,6	2,5	1,6	1	0,4	0,4	0,5	**22,8**
Total, Superficie	**Total, Cult.**	**91.824**	**21,2**	**47,2**	**96,4**	**119,3**	**144,3**	**127,9**	**88**	**56,3**	**31,5**	**14,4**	**12,6**	**17,3**	**776,3**

Tabla 4-8: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Mendoza

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm³)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm³)**
Dotada en Dique Cipolletti	550,7	43%	1.292,0
Dotada en Alta Montaña	17,7	52%	34,1
Dotada por otras fuentes	109,5	38%	285,7
Agua Subterránea exclusiva MD	75,5	59%	128,0
Agua Subterránea exclusiva MI	22,8	59%	38,6
Total, Superficie	**776,3**	**44%**	**1.778,6**

Tabla 4-9: Demanda Agrícola - Río Tunuyán Superior

2020	Cultivo		**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Total (mm)**
	Forestal		19	71	143	179	202	205	140	91	35	4	5	8	**1.102**
	Frutal		14	40	88	123	139	142	89	63	38	4	5	8	**753**
	Hortícola		0	0	76	94	148	185	113	56	0	0	0	0	**672**
Etc = kc x ETo (mm)	Vid		14	34	69	94	103	107	66	44	22	4	5	8	**570**
	Olivo		37	59	92	117	130	134	89	72	47	23	21	26	**847**
	Uso Recreativo		50	77	114	140	157	160	110	91	61	33	28	34	**1.055**
	Uso Publico		50	77	114	140	157	160	110	91	61	33	28	34	**1.055**

		ha.	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	**Total (hm^3)**
Dotada en dique Valle de Uco	Cult.	15.272,2	2,1	5,2	11,7	15,7	18,1	19,2	11,9	7,8	3,7	0,7	0,8	1,2	**98,1**
Dotada por Manantiales	Cult.	7.216,6	0,8	2,3	6,7	8,7	10,9	12,0	7,6	4,7	1,7	0,3	0,3	0,4	**56,3**
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	Cult.	22.053,1	2,6	6,6	16,9	22,6	27,0	29,3	18,2	11,4	4,7	0,8	0,9	1,5	**142,3**
Agua subterránea exclusiva	Cult.	19.965,9	2,4	6,1	15,2	20,3	24,0	25,9	16,1	10,1	4,1	0,7	0,8	1,3	**127,1**
Total Superficie	**Cult.**	**64.507,9**	**7,8**	**20,1**	**50,4**	**67,3**	**79,9**	**86,3**	**53,8**	**34,1**	**14,3**	**2,4**	**2,8**	**4,4**	**423,7**

Tabla 4-10: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Superior

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Valle de Uco	98,1	34%	292,4
Dotada por Manantiales	56,3	34%	164,3
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	142,3	30%	476,1
Agua Subterránea exclusiva	127,1	44%	287,5
Total	**423,7**	**35%**	**1220,3**

Tabla 4-11: Demanda Agrícola - Río Tunuyán Inferior

2020	cultivo		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	**Total (mm)**
	Forestal		29	85	156	182	211	188	136	87	39	7	12	15	**1.147**
	Frutal		25	53	100	125	147	126	84	60	42	7	12	15	**796**
	Horticolas		0	0	87	95	156	169	108	53	0	0	0	0	**668**
Etc = kc x ETo (mm)	Olivo		48	73	104	119	138	118	84	69	52	26	26	32	**889**
	Pasturas		48	86	120	135	156	135	98	70	35	7	12	21	**923**
	Vid		24	46	80	95	111	91	61	42	27	7	12	15	**611**
	Uso Recreativo		61	91	127	143	166	144	105	87	66	35	34	41	**1.100**
	Uso Publico		61	91	127	143	166	144	105	87	66	35	34	41	**1.100**

		ha.	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	**Total (hm^3)**
Dotada en dique Tiburcio Benegas	Cult.	60.424,4	17,2	30,9	55,2	64,9	77,9	67,2	45,6	32,1	20,2	6,7	8,8	10,9	**437,4**
Agua Subterránea exclusiva	Cult.	16.704,5	4,1	7,9	13,9	16,5	19,4	16,1	10,8	7,4	4,7	1,2	2,0	2,5	**106,6**
Superficie Total	**Cult.**	**77.129,0**	**21,3**	**38,8**	**69,0**	**81,4**	**97,2**	**83,2**	**56,4**	**39,5**	**24,9**	**7,9**	**10,8**	**13,4**	**544,0**

Tabla 4-12: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Inferior

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en dique Tiburcio Benegas	437,4	52%	845,4
Agua Subterránea exclusiva	106,6	55%	193
Superficie Total	**544**	**52%**	**1038,4**

Tabla 4-13: Demanda Agrícola - Río Diamante

2020	Cultivo		**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Total (mm)**
	Forestal		30,9	82,6	141,7	191,3	222,8	214,1	152,0	101,5	33,1	10,1	11,1	9,2	**1.201**
	Frutal		24,9	46,6	84,7	129,3	150,8	144,1	95,0	70,5	36,1	10,1	11,1	9,2	**813**
	Olivo		53,9	68,6	88,7	122,3	140,8	134,1	95,0	81,5	46,1	32,1	30,1	30,2	**924**
Etc = kc x ETo (mm)	Pastura		54,9	83,6	104,7	139,3	161,8	154,1	111,0	82,5	28,1	10,1	11,1	16,2	**958**
	Vid		23,9	38,6	63,7	96,3	110,8	104,1	69,0	50,5	19,1	10,1	11,1	9,2	**607**
	Recreativo		69,9	88,6	111,7	148,3	171,8	164,1	118,0	101,5	62,1	42,1	39,1	40,2	**1.158**
	Uso Publico		69,9	88,6	111,7	148,3	171,8	164,1	118,0	101,5	62,1	42,1	39,1	40,2	**1.158**

		ha.	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Total (hm^3)**
Dotada en dique Galileo Vitali	Cult.	41.786	16,2	24,8	36,4	52,0	60,3	57,4	39,5	30,2	14,0	6,4	6,6	6,7	**350,6**
Dotada por desagües y drenajes	Cult.	3.158	1,1	1,8	2,7	3,9	4,5	4,3	2,9	2,2	1,0	0,4	0,4	0,4	**25,7**
Agua Subterránea exclusiva	Cult.	336	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	**3,0**
Superficie Total	**Cult.**	**45.280**	**17,4**	**26,8**	**39,4**	**56,4**	**65,4**	**62,2**	**42,8**	**32,7**	**15,1**	**6,9**	**7,1**	**7,1**	**379,3**

Tabla 4-14: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Diamante

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en dique Galileo Vitali	350,6	31%	1.142,7
Dotada por desagües y drenajes	25,7	32%	79,8
Agua Subterránea exclusiva	3,0	41%	7,5
Total	**379,3**	**31%**	**1.230,0**

Tabla 4-15: Demanda Agrícola - Río Atuel

	Cultivo		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	Total (mm)
2020	Uso Recreativo		73,0	90,6	109,8	145,8	173,5	166,6	102,2	98,6	60,1	41,5	42,9	47,6	**1.152**
	Uso Publico		73,0	90,6	109,8	145,8	173,5	166,6	102,2	98,6	60,1	41,5	42,9	47,6	**1.152**
	Forestal		34,0	84,6	139,8	188,8	224,5	216,6	136,2	98,6	31,1	9,5	14,9	16,6	**1.195**
Etc = kc x ETo (mm)	Frutal		28,0	48,6	82,8	126,8	152,5	146,6	79,2	67,6	34,1	9,5	14,9	16,6	**807**
	Hortícola		0,0	0,0	68,8	93,8	163,5	194,6	105,2	60,6	0,0	0,0	0,0	0,0	**687**
	Olivo		57,0	70,6	86,8	119,8	142,5	136,6	79,2	78,6	44,1	31,5	33,9	37,6	**918**
	Pastura		58,0	85,6	102,8	136,8	163,5	156,6	95,2	79,6	26,1	9,5	14,9	23,6	**952**
	Siembra		47,0	69,6	91,8	114,8	120,5	0,0	0,0	0,0	31,1	22,5	25,9	28,6	**552**
	Uso Pecuario		8,0	25,6	23,8	49,8	53,5	53,6	0,0	14,6	0,0	0,0	7,9	6,6	**243**
	Vid		27,0	40,6	61,8	93,8	112,5	106,6	53,2	47,6	17,1	9,5	14,9	16,6	**601**

		ha.	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	Total (hm^3)
Dotada en dique Valle Grande	Cult.	51.851	19,5	30,4	42,6	60,9	72,5	65,4	35,8	31,0	13,7	5,8	8,5	10,3	**396,4**
El Sosneado y la Junta	Cult.	1.772	0,8	1,3	1,7	2,2	2,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	**11,4**
Superficie Total	**Cult.**	**53.623**	**20,3**	**31,6**	**44,3**	**63,1**	**74,9**	**66,0**	**36,1**	**31,3**	**14,2**	**6,2**	**8,9**	**10,8**	**407,8**

Tabla 4-16: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Atuel

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	**Demanda Neta (Hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (Hm^3)**
Dotada en dique Valle Grande	396,4	42%	949,0
Dotada en Tomas Superiores	11,4	43%	26,7
Total	**407,8**	**42%**	**975,7**

Tabla 4-17: Demanda Agrícola - Río Malargue

	Cultivo		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	Total (mm)
2020	Forestal		36,0	90,0	139,0	194,0	223,0	222,0	148,0	111,0	40,0	12,0	17,0	16,0	**1.248**
	Hortícola		0,0	0,0	68,0	99,0	162,0	200,0	117,0	73,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**719**
	Papa		0,0	0,0	0,0	102,0	215,0	231,0	110,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**658**
Etc = kc x ETo (mm)	Pastura		60,0	91,0	102,0	142,0	162,0	162,0	107,0	92,0	35,0	12,0	17,0	23,0	**1.005**
	Siembra		49,0	75,0	91,0	120,0	119,0	0,0	0,0	0,0	40,0	25,0	28,0	28,0	**575**

		ha.	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	Total (hm^3)
Dotada por el río	Cult.	2.997	1,1	2,0	2,7	4,3	5,5	5,3	3,3	2,1	0,8	0,3	0,4	0,5	**28,2**
El Alamito y El Chacay	Cult.	4.842	1,2	2,0	3,0	5,8	8,5	7,6	4,2	1,8	0,9	0,4	0,5	0,6	**36,6**
Superficie Total	**Cult.**	**7.839**	**2,3**	**3,9**	**5,8**	**10,1**	**13,9**	**12,9**	**7,5**	**3,9**	**1,8**	**0,7**	**1,0**	**1,1**	**64,8**

Tabla 4-18: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Malargue

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada por el río	28,2	43%	65,7
Dotada por arroyo	36,6	47%	78,4
Total	**64,8**	**45%**	**144,0**

Tabla 4-19: Demanda Agrícola Neta y Bruta – Provincia Mendoza

2020			
Rio	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Mendoza	776,3	44%	1.778,6
Tunuyán Superior	423,7	35%	1.220,3
Tunuyán Inferior	544,0	52%	1.038,4
Diamante	379,3	31%	1.230,0
Atuel	407,8	42%	975,7
Malargüe	64,8	45%	144,0
Total	**2.596,0**	**41%**	**6.387,0**

4.3. OTRA DEMANDA POR TIPO

Todos los demás sectores de demanda se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-20: Demanda por sector - Mendoza

Rio / Actividad	Mendoza	Tunuyán Superior	Tunuyán Inferior	Diamante	Atuel	Malargüe	Total Provincia
Otros	841.100	1.000	3.000	75.600	1.869.091	0	2.789.791
Vitivinicultura	17.971.778	2.898.316	27.307.585	938.140	297.460	0	49.413.279
Cría de animales	2.552.450	128.250	226.100	301.360	26.000	0	3.234.160
Depósitos	133.800	2.800	11.000	92.000	0	0	239.600
Conserveras	9.962.120	3.715.000	1.386.350	5.274.750	1.297.790	1.000	21.637.010
Olivicultura	10.624.220	0	260.900	24.500	110	0	10.909.730
Lavaderos	3.906.395	331.250	61.350	0	3.750	0	4.302.745
Fabricas	5.577.621	2.717.500	1.012.000	723.350	1.714.700	0	11.745.171
Petroquímicas	4.714.791	272.000	1.000	83	291.600	63.000	5.342.474
Transporte	1.055.780	13.340	31.000	75.500	50	1.000	1.176.670
Generación eléctrica	200.000	0	0	200.000	51.450	0	451.450
Tratamiento de AGUA	8.387.504	3.891.001	4.180.003	6.878.000	75.000	0	23.411.508
Total m³/Año	65.927.559	13.970.457	34.480.288	14.583.283	5.627.001	65.000	134.653.588
Total hm³/Año	**65,9**	**14,0**	**34,5**	**14,6**	**5,6**	**0,1**	**134,7**

Fuente – DGI (ver apéndice No. 8)

La siguiente tabla describe los tipos de actividades de cada sector:

Tabla 4-21: Otros tipos de demandas - clasificación

Nomenclatura	Actividad	Nomenclatura	Actividad
Otros	Actividades recreativas y deportivas	**Fabricas**	Agroindustrias
	Recuperación de materiales de rezago		Fabric. cremor tártaro-ácido meta tartárico
	Hotelería		Fábrica de agroquímicos
	Empresa constructora		Fábrica de carbón de coque
	Balnearios		Fábrica de fibrocemento
Vitivinicultura	Bodegas y elaboración de bebidas alcohol		Fábrica de materiales de embalaje
	Derivados vínicos		fabricación carbonato de Ca-Precipitado
	Concentrados de mostos		fabricación de jabones, sebos, afines
	Industria vitivinícola		Elaboración de cervezas
	destilería de vinos		Papeleras
	Concentrados de mostos		Elaboración de grasa comestible
Cría de animales	Avicultura		Elaboración productos alimenticios
	Mataderos y Frigoríficos		Industria tambera
	Curtiembres, secado y curación fisic/qui		Fraccionadoras de vinos
	Criadero de gallinas		Industria vinagrera
	Trozadero de cerdo y fabrica chacinados		Elab. y Embot.de aguas minerales y gaseosas
	Procesamiento de carnes consumo hum/anim.		Sidrera
	Criadero de ganado porcino	**Petroquímicas**	Petroquímicas
Depósitos	Bodega no elaboradora ni fraccionadora		Premoldeados de Hormigón

	Almacen. y.Utiliz. de aceites miner/hidroc			Prod. Quim.con base vegetal (tartrato calc.)
	Depósito de mercaderías			Fabr.soda caustica-ac. clorhídrico-hipocl.
Conserveras	Conservación de productos animal			Fábrica de aglomerado
	Conservación de productos frutihortícola			Fabricación de artículos plásticos
	Elab. y fraccionamiento de encurtidos			Gomería
	Industrias conserveras			Laborat.con manipul.de prod. quimic-or/in
	Triturado de tomates			Industrias que operen con polímeros
	Proc. de Vegetales - almacenamiento-secad			Explora-Explota-Indust.de Hidroc. Miner
	Secadero de frutas			Prod. Elabor.de bienes oper c/met.no fe
Olivicultura	Elaboración de aceite de oliva			Refinerías de Petróleo
	Encurtidos de aceitunas		**Transporte**	Estaciones de Servicios
	Fabricación y procesamiento de aceites vegetales			Transp. de efluentes industriales
	industrialización de aceituna			Transporte urbano de pasajeros
Lavaderos	Lavadero de automóviles, camiones, etc.		**Generación eléctrica**	Generación eléctrica
	Lavadero de Hortalizas		**Tratamiento de Agua**	Planta piloto (agroindustrial-U.N.C.)
	Pulido y grabado de vidrios y cristales			Plantas potabilizadoras de agua
	Lavado de áridos			Planta tratamiento de residuos solidos
	Lavado maquinarias y equipos petroleros			Plantas de tratami. de efluentes cloacales

4.4. RESUMEN DE LA DEMANDA

Las siguientes tablas representan un resumen de la demanda neta (Tabla 22) y la demanda bruta (Tabla 23).

Tabla 4-22: Demanda Neta - Provincia de Mendoza

Demanda Neta	Mendoza	Tunuyán Superior	Tunuyán Inferior	Diamante	Atuel	Malargüe	Total Provincia
Poblacional	167,3	18,0	35,8	19,5	14,0	6,3	260,8
Agricultura	776,3	423,7	544,0	379,3	407,8	64,8	2.596,0
Otros Usos	65,9	14,0	34,5	14,6	5,6	0,1	134,7
Total	**1.009,5**	**455,7**	**614,3**	**413,4**	**427,5**	**71,2**	**2.991,5**

Tabla 4-23: Demanda Bruta - Provincia de Mendoza

Demanda Bruta	Mendoza	Tunuyán Superior	Tunuyán Inferior	Diamante	Atuel	Malargüe	Total Provincia
Poblacional	312,2	30,0	60,0	31,0	19,0	8,5	460,7
Agricultura	1.778,6	1.220,3	1.038,4	1.230,0	975,7	144,0	6.387,0
Otros Usos	65,9	14,0	34	15	6	0	134,9
Total	**2.156,7**	**1.264,3**	**1.132,4**	**1.275,9**	**1.000,7**	**152,5**	**6.982,6**

5. METODOLOGÍA PARA PROYECCIONES DE LA DEMANDA

Las proyecciones de la demanda de agua para todos los principales usuarios de agua en toda la provincia se desarrollaron para el año base, o punto de partida del pronóstico, y luego en intervalos de 10 años desde 2030 hasta 2050. Los usuarios de agua se agrupan en tres categorías:

Población (todos los consumidores de agua potable), Agricultura y Otros Usuarios (Industrias, Turismo, etc.).

La metodología básica es estimar la demanda de agua por separado para cada categoría de uso del agua, también conocida como sector de uso del agua. El método seleccionado para pronosticar cualquier demanda está influenciado por la disponibilidad de datos.

Para cada sector, la metodología de proyección básica se calculó utilizando los siguientes datos y supuestos presentados en la siguiente tabla.

Tabla 5-1: Fuentes de datos primarios

Sector	Fuente de datos / Hipótesis
Agricultura	Informe Mekorot - Los efectos del cambio climático en la futura disponibilidad de agua en Mendoza (Capítulo 2)
Poblacional	Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 - INDEC
	Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001, 2010, 2022 - INDEC
	Población estimada al 1 de julio según año calendario por sexo. Provincia de Mendoza. Años 2010-2040 - INDEC

6. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL INFORME DE CAMBIO CLIMÁTICO

6.1. RESUMEN

El estudio de cambio climático tuvo como objetivo cuantificar las condiciones climáticas e hidrológicas futuras en la provincia de Mendoza que afectan sus recursos hídricos, con respecto al cambio climático. El estudio documenta los cambios proyectados en varios componentes del ciclo hidrológico como la precipitación, la evaporación, la escorrentía, la capa de nieve y la humedad del suelo para evaluar el agua disponible en el futuro en la provincia. Se aplicó un enfoque novedoso en el estudio para cuantificar los impactos potenciales del cambio climático en el ciclo hidrológico y los recursos hídricos en las áreas montañosas de los Andes y las tierras bajas en la parte oriental de la provincia de Mendoza.

Los resultados muestran una clara tendencia de calentamiento y sequía en la provincia de Mendoza y las zonas altas de la Cordillera de los Andes. El conjunto del modelo muestra una fuerte señal de sequía en la precipitación invernal sobre las montañas de los Andes, el área que drena hacia las estribaciones semiáridas adyacentes de la provincia. Se espera que la disminución de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas conduzcan a una menor capa y acumulación de nieve en los Andes y, como resultado, a un menor caudal de los ríos en la provincia. Además, las áreas agrícolas enfrentarán mayores tasas de evaporación y menores valores de humedad del suelo. Se espera que las condiciones de sequía sean más prolongadas e intensas. Los hallazgos del estudio concuerdan con estudios recientes similares que se están realizando en la región.

La agricultura en esta región depende en gran medida de los recursos hídricos naturales y también es sensible a los extremos climáticos, como el aumento de las olas de calor. Bajo tales condiciones climáticas proyectadas como se muestra en este estudio y además, el aumento en el consumo de agua en los países río arriba significa que será necesario mejorar las estrategias de mitigación para hacer frente a las condiciones de sequía actuales y futuras.

6.2. CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este estudio muestran una clara tendencia de calentamiento en Mendoza y la Cordillera de los Andes. El aumento de las temperaturas y los cambios en las cantidades y patrones de precipitación darán lugar a una mayor evaporación, aridez, derretimiento temprano de la nieve y valores más bajos de humedad del suelo en el país. Nuestros hallazgos con respecto a los resultados de temperatura y precipitación están de acuerdo con otros estudios realizados en la región por Rivera et. al (2020), Arnould (2020), Dussaillant et al., (2019) y Maenza et al., (2017).

Además, el índice de sequía futura (SPEI) muestra una clara tendencia de sequía más frecuente e intensa. Se espera que esas tendencias proyectadas conduzcan a un aumento de alrededor del 5% en

la demanda de agua para el riego agrícola en Mendoza. Los resultados del modelo hidrológico que se presentan aquí muestran que se espera que disminuyan los volúmenes de caudal que fluyen desde los Andes hacia las áreas de tierras bajas en las provincias. Esta tendencia esperada conducirá a una reducción de 7,9% en 2030, 13,2% en 2050 y 24,9% hasta 2070 en el total de agua superficial disponible en la provincia. El conjunto de modelos múltiples climáticos también muestra una tendencia de precipitación positiva en la región de las Tierras Bajas, principalmente debido al aumento de las tormentas convectivas en las estaciones relativamente cálidas. Sin embargo, un aumento en algunos porcentajes en las estaciones de transición y la precipitación de verano (precipitación monzónica de verano) en la zona semiárida de la provincia será despreciable y apenas afectará los balances de recursos hídricos de la provincia. En todo caso, conducirá a inundaciones repentinas dañinas debido a las mayores intensidades de precipitación.

La provincia de Mendoza se verá afectada por efectos de cambio climático similares a los de otras regiones a la baja de la circulación de células de Hadley alrededor de las latitudes 30 en el norte y sur de Hampshire (Rivera et. al, 2020).

La disminución del agua disponible sumada al aumento de la evaporación provocará un aumento de las demandas de riego para la agricultura con respecto a las condiciones actuales. La provincia no podrá suministrar la cantidad actual de agua para satisfacer las demandas Los efectos combinados de una disminución en los volúmenes de agua natural más un aumento en el consumo de agua pueden llevar a una pérdida total de agua de alrededor del 13% del agua disponible en Mendoza para 2050 y del 25% para 2070.

Incluso en un escenario con la misma demanda total de agua, será necesario mejorar las estrategias de mitigación para hacer frente a las condiciones de sequía actuales y futuras. De lo contrario, el sector agrícola de la provincia necesitará volúmenes adicionales de agua en las próximas décadas debido a un aumento en la evaporación y una disminución en el agua superficial disponible.

Tabla 6-1: Cambio del ETo en 2030 con respecto a 2000-2020

	Cuenca	Jan	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Anual
2030	Mendoza	4%	6%	4%	6%	9%	5%	9%	10%	4%	3%	4%	5%	**5%**
	Tunuyán	1%	3%	2%	4%	8%	2%	7%	7%	1%	0%	1%	2%	**3%**
	Diamante	4%	6%	4%	6%	9%	5%	9%	10%	4%	3%	4%	5%	**5%**
	Atuel	1%	3%	2%	4%	8%	2%	7%	7%	1%	0%	1%	2%	**3%**
	Malargue	2%	4%	3%	5%	9%	3%	8%	8%	2%	1%	2%	3%	**4%**

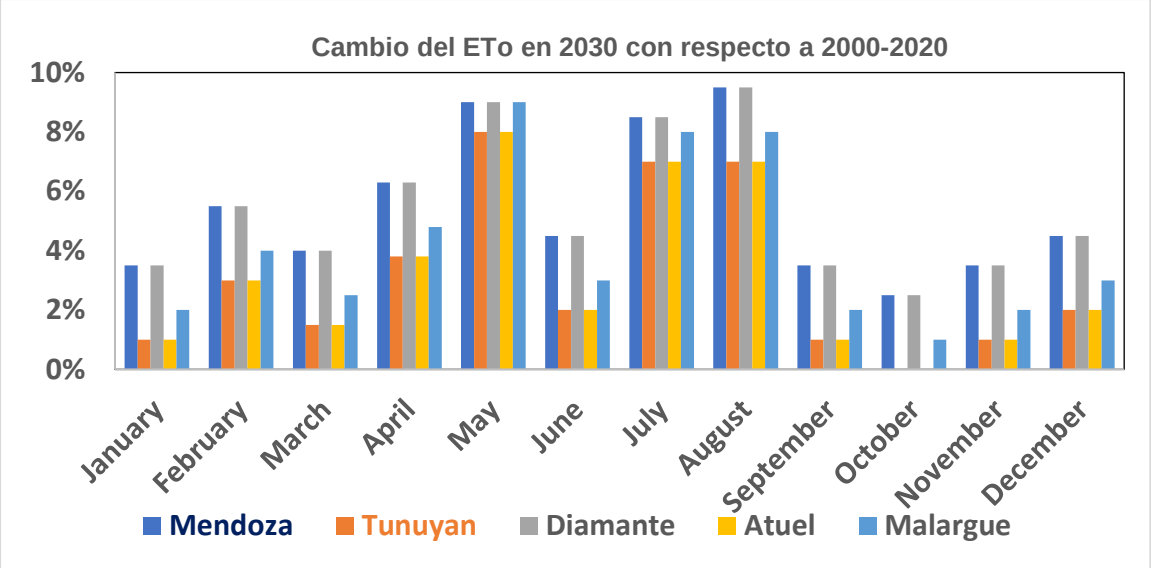


Figura 6-1: Cambio del ETo en 2030 con respecto a 2000-2020

Tabla 6-2: Cambio del ETo en 2050 con respecto a 2000-2020

	Cuenca	Jan	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Anual
2050	Mendoza	4%	5%	3%	7%	8%	6%	8%	6%	6%	4%	4%	4%	5%
	Tunuyán	4%	5%	2%	8%	10%	7%	10%	8%	7%	3%	4%	4%	6%
	Diamante	6%	6%	4%	8%	10%	8%	10%	8%	8%	5%	6%	6%	7%
	Atuel	3%	4%	2%	6%	8%	6%	8%	6%	6%	2%	3%	3%	5%
	Malargue	4%	5%	3%	7%	9%	7%	9%	7%	7%	3%	4%	4%	6%

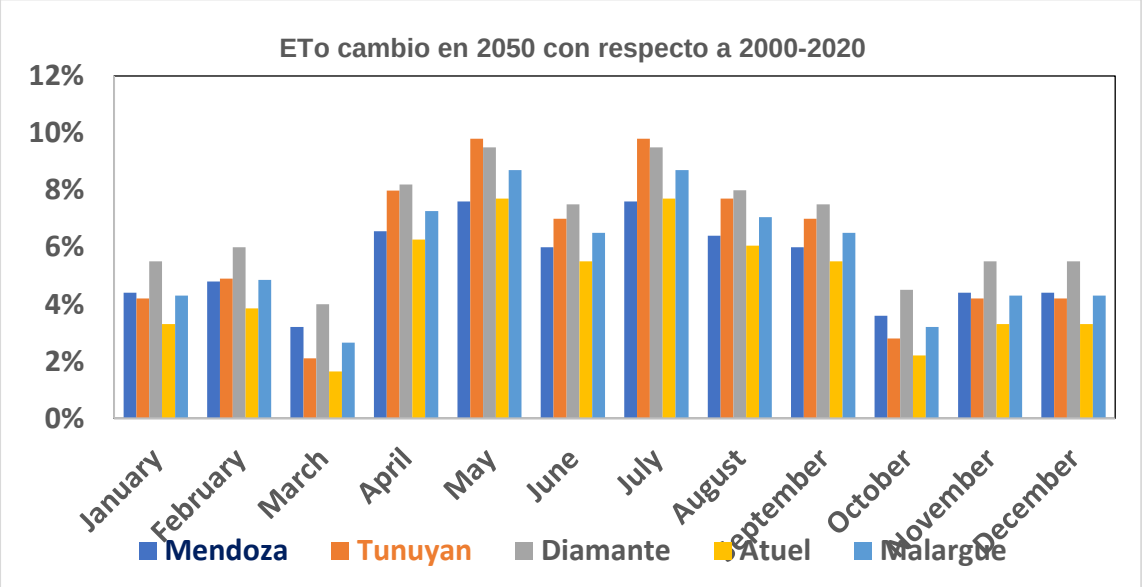


Figura 6-2: Cambio del ETo en 2050 con respecto a 2000-2020

7. PROYECCIONES DE LA DEMANDA PARA 2030,2040,2050

7.1. DEMANDA POBLACIONAL

7.1.1. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

La proyección de población para la provincia de Mendoza se basa en el pronóstico formal del INDEC (2010 – 2040).

Esa proyección se hizo con base en el CENSO 2010.

La población proyectada para 2022 se estimó en 2,030,061 habitantes.

La siguiente Tabla presenta la proyección del INDEC para 2020,2030,2040:

Tabla 7-1: Población proyectada para el año 2040

Año	Población estimada		Año	Población estimada		Año	Población estimada
2010	1.774.737		2020	1.990.338		2030	2.174.953
2011	1.797.235		2021	2.010.363		2031	2.191.575
2012	1.819.608		2022	2.030.061		2032	2.207.912
2013	1.841.813		2023	2.049.411		2033	2.223.969
2014	1.863.809		2024	2.068.396		2034	2.239.753
2015	1.885.551		2025	2.087.006		2035	2.255.267
2016	1.907.045		2026	2.105.259		2036	2.270.521
2017	1.928.304		2027	2.123.178		2037	2.285.519
2018	1.949.293		2028	2.140.766		2038	2.300.262
2019	1.969.982		2029	2.158.023		2039	2.314.745
2020	1.990.338		2030	2.174.953		2040	2.328.963

Fuente: INDEC. Proyecciones elaboradas en base al Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

Informe 3.1 - Proyecciones De La Demanda

En 2022, un nuevo CENSO fue llevado por el INDEC y la población según ese censo fue de **2.014.533** habitantes, por lo que la proyección del INDEC necesita ser modificada.

Tabla 7-2: Población 2022 por departamento

Departamento	Total, de población
Total	**2.014.533**
Capital	122.840
General Alvear	50.209
Godoy Cruz	195.183
Guaymallén	321.371
Junín	45.673
La Paz	12.020
Las Heras	228.525
Lavalle	47.529
Luján de Cuyo	172.109
Maipú	214.412
Malargüe	33.107
Rivadavia	63.473
San Carlos	40.024
San Martín	138.429
San Rafael	210.478
Santa Rosa	19.410
Tunuyán	58.780
Tupungato	40.961

Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados provisionales.

La modificación del pronóstico se realizó de acuerdo con la siguiente metodología:

A. Cálculo del porcentaje de tasa de crecimiento original para cada década según proyección del INDEC 2010.
B. Cálculo de la tasa de crecimiento real para el período 2010-2022 según INDEC CENSO 2022.
C. Cálculo del porcentaje de desviación: ese será el **coeficiente de desviación**.
D. Aplicando este coeficiente para actualizar la previsión de consumo manteniendo las hipótesis realizadas en la elaboración de la previsión original.

- **<u>Modificación de proyección:</u>**

A. Cálculo del porcentaje de la tasa de crecimiento original:

$$CAGR(\%) = \left(\frac{POBLACIÓN\ (2022)}{POBLACIÓN\ (2010)}\right)^{\left(\frac{1}{AÑOS}\right)} - 1$$

Cuando **CAGR (%)** – Tase de Crecimiento Anual Compuesto.

Tabla 7-3: Población proyectada para el año 2040, fuente: INDEC

Años	Tasa De Crecimiento
2010 - 2022	1,13%
2022 - 2030	0,87%
2030 - 2040	0,69%

A. Tasa de crecimiento real para el período 2010-2022:

$$1.23\% = \left(\frac{2{,}014{,}533}{1{,}738{,}929}\right)^{\left(\frac{1}{12}\right)} - 1$$

B. Cálculo del porcentaje de desviación:

$$1.10 = \frac{1.23\%}{1.13\%}$$

C. Valores modificados de la tasa de crecimiento:

Tabla 7-4: Valores modificados de la tasa de crecimiento

AÑOS	INDEC (2010)	Desviación	Actualizado
2010 - 2022	1,13%	1,10	1,23%
2022 - 2030	0,87%	1,10x 0,97%	0,95%
2030 - 2040	0,69%	1,10 x 0,75%	0,75%

- **Proyección de población modificada**

El pronóstico de población modificado debe coincidir con el horizonte de diseño del plan maestro 2050, Entre los años 2040 y 2050, decidimos mantener la tasa de crecimiento que se asumió entre 2030 y 2040 en 0,75%.

La tasa de crecimiento de cada departamento se calcula de acuerdo con la tasa de crecimiento general de toda la provincia.

En el cuadro siguiente se presenta la proyección de población provincial por departamentos:

Tabla 7-5: Proyección de población provincial por departamentos

Departamento	2022	2030	2040	2050
Capital	122.840	126.881	130.917	134.968
General Alvear	50.209	52.187	54.174	56.180
Godoy Cruz	195.183	196.821	198.419	199.986
Guaymallén	321.371	341.717	362.630	384.217
Junín	45.673	50.110	54.816	59.821
La Paz	12.020	13.156	14.358	15.634
Las Heras	228.525	241.896	255.577	269.639
Lavalle	47.529	53.984	61.071	68.862
Luján de Cuyo	172.109	205.846	244.842	289.898
Maipú	214.412	238.864	265.193	293.611
Malargüe	33.107	36.182	39.430	42.873
Rivadavia	63.473	67.302	71.226	75.266
San Carlos	40.024	44.275	48.819	53.691
San Martín	138.429	149.652	161.380	173.679
San Rafael	210.478	222.538	234.863	247.517
Santa Rosa	19.410	21.112	22.901	24.788
Tunuyán	58.780	64.015	69.525	75.345
Tupungato	40.961	45.908	51.267	57.085
Total Provincial	**2.014.533**	**2.172.447**	**2.341.407**	**2.523.059**

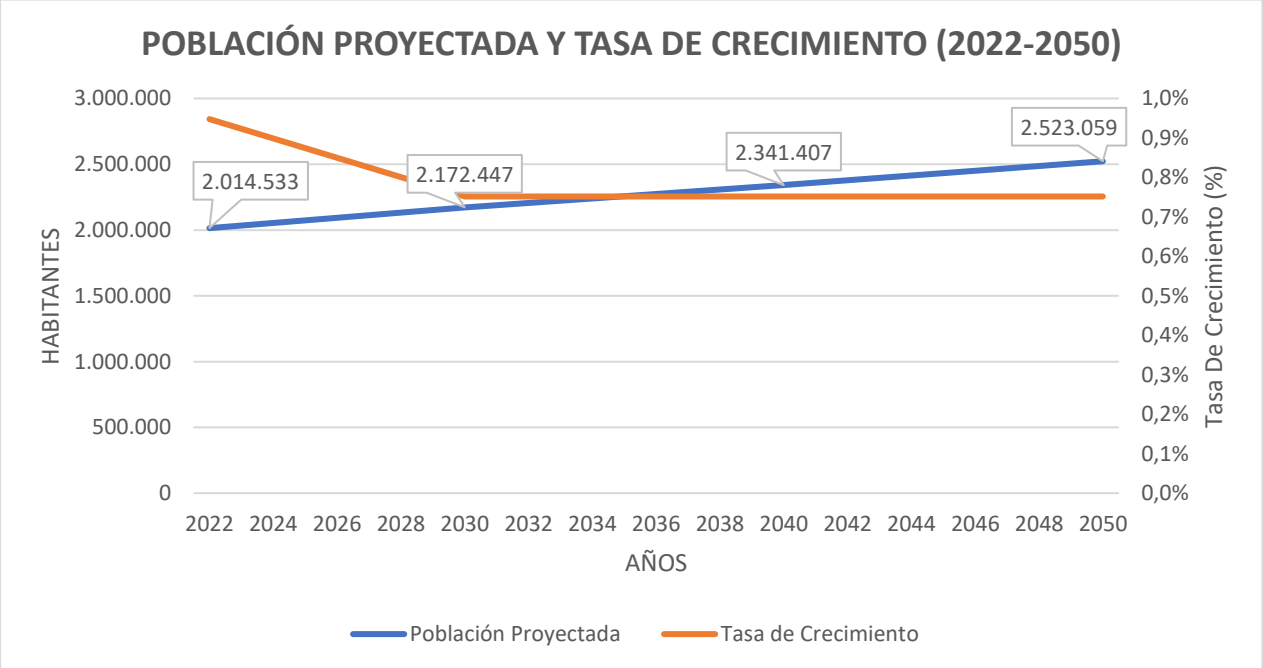


Figura 7-3: Población Proyectada (2022-2040)

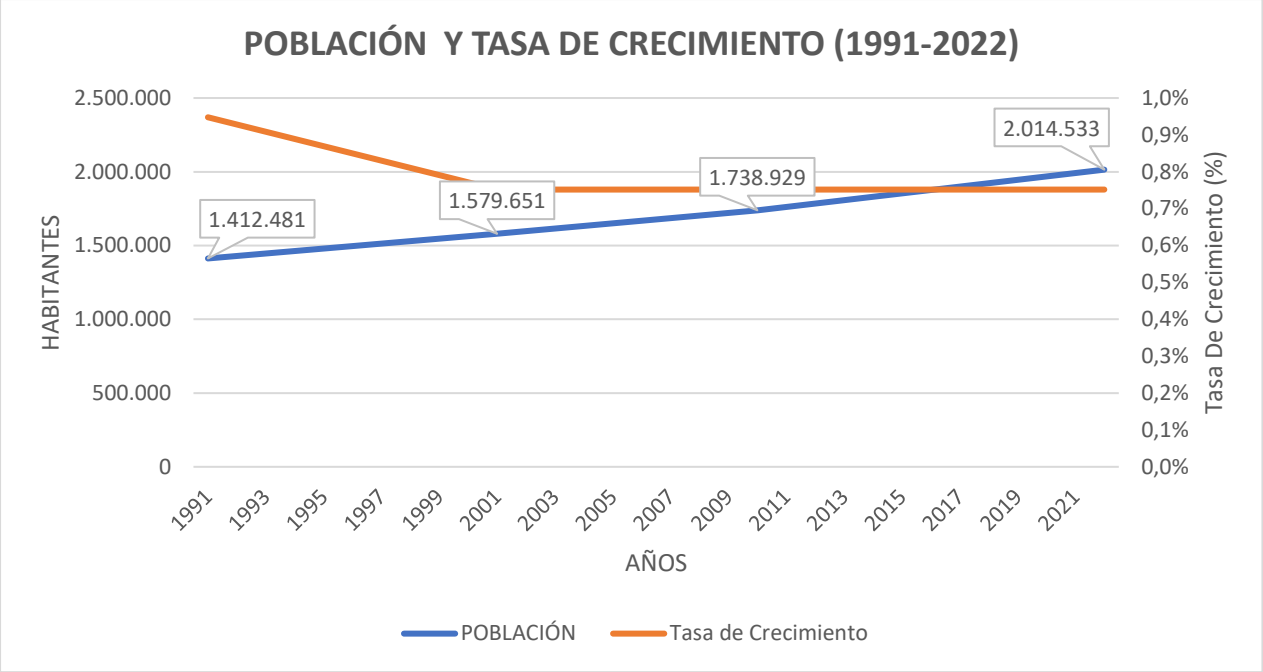


Figura 7-4: Población (1991-2022), Fuente: INDEC Censos (1991,2001,2010,2022)

7.1.2. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA POBLACIONAL

El presente apartado tiene como objeto estimar la demanda poblacional de la provincia de Mendoza. Se engloba en la misma, la cantidad de agua en condiciones adecuadas y suficientes, asignada y destinada a satisfacer las necesidades de consumo doméstico, industrial y demás actividades que requieran agua en las mismas condiciones.

El valor estimado se considera al inicio del proceso de tratamiento de la misma. Para las plantas potabilizadoras, el punto es la toma que cada una posee en el sistema primario de distribución de agua y para aquellas zonas de abastecimiento subterráneo, es el valor que potencialmente se extrae del acuífero.

Se presenta la información por cuenca administrativa, realizando una breve descripción del tipo de operador, cantidad de operadores, usuarios del sistema, cantidad de medidores instalados y faltantes. Esto permite realizar una caracterización cualitativa de cada cuenca. Se acompaña también del volumen de agua superficial y subterránea asignada y entregada en cada cuenca. El análisis concluye con las estimaciones de volumen de pérdidas, requerimiento neto, demanda doméstica y otros usos además del doméstico, que integran la demanda poblacional.

La demanda poblacional, se compone de los usos residenciales y otros usos del agua potable. Para desagregar la misma, se considera el dato de demanda poblacional neta provisto por AYSAM de 352

l/hab. día. A la misma se le resta el valor de 280 litros por habitante por día como consumo residencial. Dato estimado en "Futuro Ambiental de Mendoza: escenarios", publicado en el año 2010. Los demás usos del agua potable se cuantifican como 72 l/hab. día.

Para el cálculo de las perdidas en la red, se tiene en cuanta el dato provisto por el Departamento General de Irrigación de los volúmenes entregados, estimando por diferencia el valor de las perdidas.

Cuenca del Rio Mendoza

Con una población abastecida en torno a los 1.302.969 habitantes, es la cuenca administrativa con mayor participación en términos de demanda de consumo poblacional. Abarca los departamentos de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Lujan de Cuyo y Maipú. La fuente principal de suministro es el Rio Mendoza, aunque también se abastece de aguas subterráneas. El actor principal en el tratamiento y distribución de agua potable es AYSAM, existiendo también plantas potabilizadoras y perforaciones para consumo de gestión municipal y comunitaria.

La tendencia de los últimos años indica un aumento en los volúmenes derivados del rio Mendoza para la satisfacción de la demanda poblacional.

Tabla 7-6: Volumen asignado y distribuido desde el dique Cipolletti para abastecimiento poblacional.

Ciclo Hidrológico	hm^3/año
2004/05	214,0
2005/06	216,0
2006/07	214,0
2007/08	215,0
2008/09	217,0
2009/10	217,0
2010/11	220,0
2011/12	217,0
2012/13	219,0
2013/14	217,0
2014/15	215,0
2015/16	214,0
2016/17	219,0
2017/18	228,0
2018/19	230,0
2019/20	231,0
2020/21	236,0
2021/22	243,0

Fuente: DGI



Figura 7-5: Volumen asignado y distribuido desde el dique Cipolletti para abastecimiento poblacional.

A los valores presentados se deben sumar unos 40 hm³/años derivados desde el Rio Blanco, afluente del Rio Mendoza, hacia la planta Potrerillos.

Las estimaciones de consumo poblacional con un horizonte a 2050 arrojan los siguientes resultados, siendo el escenario tendencial la continuación de la línea de tendencia visualizada en el gráfico anterior.

Tabla 7-7: Demanda residencial. Cuenca Rio Mendoza.

Demanda residencial. Rio Mendoza. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Capital	12,6	13,0	13,4	13,8
Godoy Cruz	19,9	20,1	20,3	20,4
Guaymallén	32,8	34,9	37,1	39,3
Las Heras	23,4	24,7	26,1	27,6
Lavalle	4,9	5,5	6,2	7,0
Luján de Cuyo	17,6	21,0	25,0	29,6
Maipú	21,9	24,4	27,1	30,0
Total de la cuenca	**133,1**	**143,7**	**155,2**	**167,7**

Tabla 7-8: Otros consumos. Cuenca Rio Mendoza

Otros consumos. Rio Mendoza. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Capital	3,2	3,3	3,4	3,5
Godoy Cruz	5,1	5,2	5,2	5,3
Guaymallén	8,4	9,0	9,5	10,1
Las Heras	6,0	6,4	6,7	7,1
Lavalle	1,2	1,4	1,6	1,8
Luján de Cuyo	4,5	5,4	6,4	7,6
Maipú	5,6	6,3	7,0	7,7
Cuenca Rio Mendoza	**34,2**	**36,9**	**39,9**	**43,1**

Tabla 7-9: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Mendoza.

Rio Mendoza. Composición de la Demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	133,1	143,7	155,2	167,7
Otras demandas	34,2	36,9	39,9	43,1
Pérdidas del sistema 46%	144,9	156,5	169,1	182,7
Consumo Poblacional proyectado	312,2	337,2	364,2	393,6
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	283,0	305,6	330,1	356,7
Componente subterráneo	29,2	31,6	34,1	36,8

Cuenca del Rio Tunuyán Superior

El número de personas abastecidas en la cuenca se estima en unos 139.765 para el año 2022, abarca los departamentos de San Carlos, Tunuyán y Tupungato. Como organismos encargados se encuentra AYSAM gestionando un 51% de las conexiones, el resto se reparte entre el Municipio de Tupungato con un 26% de las conexiones y el 23% restante, corresponde a pequeños operadores comunitarios. La fuente de subministro es superficial y subterránea.

Tabla 7-10: Demanda residencial. Cuenca Rio Tunuyán Superior.

Demanda residencial. Rio Tunuyán Superior. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
San Carlos	4,1	4,5	5,0	5,5
Tunuyán	6,0	6,5	7,1	7,7
Tupungato	4,2	4,7	5,2	5,8
Total de la cuenca	**14,3**	**15,8**	**17,3**	**19,0**

Tabla 7-11: Otros consumos. Cuenca Rio Tunuyán Superior.

Otros consumos. Rio Tunuyán Superior. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
San Carlos	1,1	1,2	1,3	1,4
Tunuyán	1,5	1,7	1,8	2,0
Tupungato	1,1	1,2	1,3	1,5
Total de la cuenca	**3,7**	**4,1**	**4,5**	**4,9**

Tabla 7-12: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Tunuyán Superior

Rio Tunuyán Superior. Composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	14,3	15,8	17,3	19,0
Otras demandas	3,7	4,1	4,5	4,9
Pérdidas del sistema 40%	12,0	13,3	14,6	16,0
Consumo Poblacional proyectado	30,0	33,1	36,4	39,9
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	11,0	12,1	13,3	14,6
Componente subterráneo	19,0	20,9	23,0	25,3

Cuenca del Rio Tunuyán Inferior

La población abastecida asciende a 279.005 personas para el año 2022. El suministro se realiza en su totalidad con agua subterránea. La gestión involucra a AYSAM con un 74% de las conexiones, un 25% gestionado de manera comunitaria y el 1% restante es de gestión municipal.

Tabla 7-13: Demanda residencial. Cuenca Rio Tunuyán Inferior

Demanda residencial. Rio Tunuyán Inferior. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Junín	4,7	5,1	5,6	6,1
La Paz	1,2	1,3	1,5	1,6
Rivadavia	6,5	6,9	7,3	7,7
San Martín	14,1	15,3	16,5	17,7
Santa Rosa	2,0	2,2	2,3	2,5
Total de la cuenca	**28,5**	**30,8**	**33,2**	**35,7**

Tabla 7-14: Otros consumos. Cuenca Rio Tunuyán Inferior

Otros consumos. Rio Tunuyán Inferior. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Junín	1,2	1,3	1,4	1,6
La Paz	0,3	0,3	0,4	0,4
Rivadavia	1,7	1,8	1,9	2,0
San Martín	3,6	3,9	4,2	4,6
Santa Rosa	0,5	0,6	0,6	0,7
Total de la cuenca	**7,3**	**7,9**	**8,5**	**9,2**

Tabla 7-15: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Tunuyán Inferior.

Rio Tunuyán Inferior. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	28,5	30,8	33,2	35,7
Otras demandas	7,3	7,9	8,5	9,2
Pérdidas del sistema 40%	24,2	26,1	28,2	30,3
Consumo Poblacional proyectado	60,0	64,8	69,9	75,1
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente subterráneo	60,0	64,8	69,9	75,1

Cuenca del Rio Diamante

Involucra un 72% de la población del departamento de San Rafael. Las personas abastecidas ascienden a 151.544. AYSAM participa abasteciendo un 60% de las conexiones, operadores comunitarios con un 37% y el municipio de San Rafael con un 37%. Las fuentes de suministro son superficiales y subterráneas.

Tabla 7-16: Demanda residencial. Cuenca Rio Diamante

Demanda residencial. Rio Diamante. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
San Rafael (72%)	15,5	16,4	17,3	18,2
Total de la cuenca	**15,5**	**16,4**	**17,3**	**18,2**

Tabla 7-17: Otros consumos. Cuenca Rio Diamante

Otros consumos. Rio Diamante. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
San Rafael (72%)	4,0	4,2	4,4	4,7
Total de la cuenca	**4,0**	**4,2**	**4,4**	**4,7**

Tabla 7-18: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Diamante.

Rio Diamante. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	15,5	16,4	17,3	18,2
Otras demandas	4,0	4,2	4,4	4,7
Pérdidas del sistema 37%	11,5	12,1	12,8	13,5
Consumo Poblacional proyectado	31,0	32,7	34,5	36,4
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	23,0	24,3	25,6	27,0
Componente subterráneo	8,0	8,4	8,9	9,4

Cuenca del Rio Atuel

Involucra los departamentos de General Alvear en su totalidad y un 28% de la población de San Rafael. La gestión la realiza AYSAM con una participación del 64% de las conexiones, un 35 de pequeños operadores y el 1% restante el municipio de San Rafael.

Tabla 7-19: Demanda residencial. Cuenca Rio Atuel

Demanda residencial. Rio Atuel. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
San Rafael (28%)	6,0	6,4	6,7	7,1
General Alvear	5,1	5,3	5,5	5,7
Total de la cuenca	**11,2**	**11,7**	**12,3**	**12,8**

Tabla 7-20: Demanda residencial. Cuenca Rio Atuel

Otros consumos. Rio Atuel. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
San Rafael (28%)	1,5	1,6	1,7	1,8
General Alvear	1,3	1,4	1,4	1,5
Total de la cuenca	**2,9**	**3,0**	**3,2**	**3,3**

Tabla 7-21: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Atuel.

Rio Atuel. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	11,2	11,7	12,3	12,8
Otras demandas	2,9	3,0	3,2	3,3
Pérdidas del sistema 26%	5,0	5,2	5,5	5,7
Consumo Poblacional proyectado	19,0	19,9	20,9	21,8
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	3,9	4,1	4,3	4,5
Componente subterráneo	15,4	16,2	16,9	17,7

Cuenca del Rio Malargüe

Involucra el departamento de Malargüe con 33.107 habitantes. AYSAM gestiona el 87% de las conexiones y el 13% restante el municipio de Malargüe. El suministro es por aguas superficiales y subterráneas.

Tabla 7-22: Demanda residencial. Cuenca Rio Malargüe

Demanda residencial. Rio Malargüe. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Malargüe	3,4	3,7	4,0	4,4
Total de la cuenca	**3,4**	**3,7**	**4,0**	**4,4**

Tabla 7-23: Otros consumos. Cuenca Rio Malargüe

Otros consumos. Rio Malargüe. Volumen en hm³/año.				
Departamento	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Malargüe	0,9	1,0	1,0	1,1
Total de la cuenca	**0,9**	**1,0**	**1,0**	**1,1**

Tabla 7-24: Proyecciones de demanda poblacional y suministro. Rio Malargüe.

Rio Malargüe. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	3,4	3,7	4,0	4,4
Otras demandas	2,9	3,1	3,4	3,7
Pérdidas del sistema 26%	2,2	2,4	2,6	2,9
Consumo Poblacional proyectado	8,5	9,3	10,1	11,0
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	3,0	1,9	2,1	2,3
Componente subterráneo	5,5	7,5	8,2	8,9

Resumen proyección de la DEMANDA POBLACIONAL

La siguiente Tabla resume la Demanda y Oferta Poblacional Proyectada de acuerdo con la situación actual (sin reducir las pérdidas de agua y manteniendo el mismo consumo per cápita).

Tabla 7-25: Demanda Poblacional - Resumen

Provincia Mendoza Composición de la Demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Década	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Rio Mendoza Demanda				
Demanda	167,3	180,6	195,1	210,9
Pérdidas del sistema 46%	144,9	156,5	169,1	182,7
Consumo Poblacional proyectado	312,2	337,2	364,2	393,6
Rio Tunuyán Superior Demanda				
Demanda	18,0	19,8	21,8	23,9
Pérdidas del sistema 40%	12,0	13,3	14,6	16,0
Consumo Poblacional proyectado	30,0	33,1	36,4	39,9
Rio Tunuyán Inferior Demanda				
Demanda	35,8	38,7	41,7	44,9
Pérdidas del sistema 40%	24,2	26,1	28,2	30,3
Consumo Poblacional proyectado	60,0	64,8	69,9	75,1
Rio Diamante Demanda				
Demanda	19,5	20,6	21,7	22,9
Pérdidas del sistema 37%	11,5	12,1	12,8	13,5
Consumo Poblacional proyectado	31,0	32,7	34,5	36,4
Rio Atuel Demanda				
Demanda	14,0	14,7	15,4	16,1
Pérdidas del sistema 26%	5,0	5,2	5,5	5,7
Consumo Poblacional proyectado	19,0	19,9	20,9	21,8
Rio Malargüe Demanda				
Demanda	4,3	4,6	5,1	5,5
Pérdidas del sistema 26%	1,5	1,7	1,8	2,0
Consumo Poblacional proyectado	5,8	6,3	6,9	7,5
Total Demanda Neta	**258,9**	**279,0**	**300,8**	**324,2**
Total Suministro	**458,0**	**494,0**	**532,8**	**574,3**

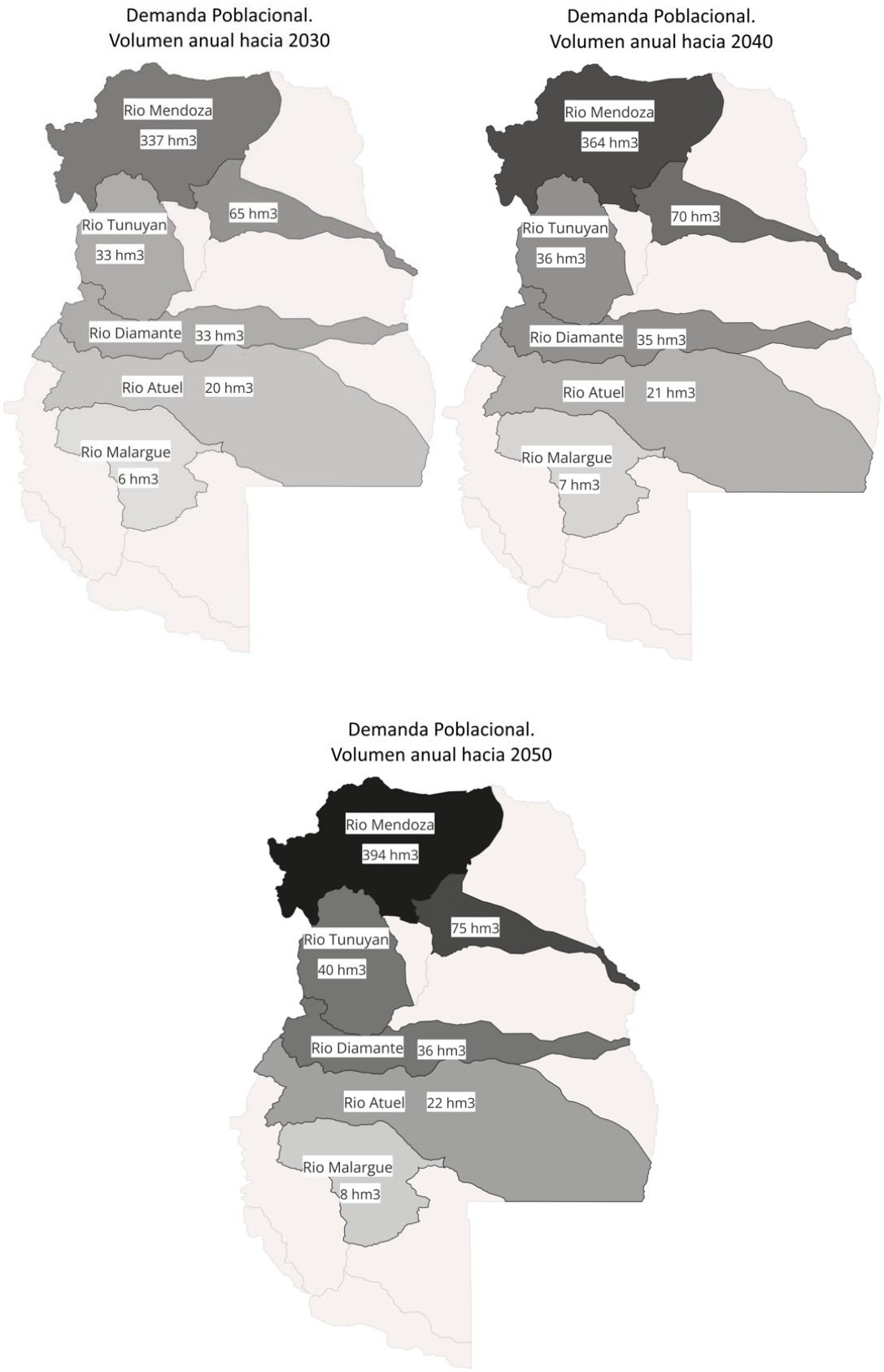


Figura 7-6: Demanda de Población por cuenca - Uso residencial

7.2. DEMANDA DE AGRICULTURA

La demanda agrícola proyectada se calculó bajo las siguientes hipótesis:

- El número de hectáreas se mantiene fijo hasta 2050.
- Se mantendrá la eficiencia del riego (riego por goteo, riego por gravedad) tal como estaba en la situación actual.
- El tipo de cultivos y su participación en el total no cambia hasta 2050.
- Sólo el cambio en la ET resultante del cambio climático está agregando demanda agrícola futura.

El siguiente cuadro presenta el cambio porcentual de ET para los años 2030, 2040 y 2050 respecto al periodo 2000-2020 para la Cuenca Provincial de Mendoza:

Tabla 7-26: Cambio de ET en 2030, 2040, 2050 con respecto a 2000-2020, Mendoza

	Cuenca	Jan	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Anual
2030	Mendoza	4%	6%	4%	6%	9%	5%	9%	10%	4%	3%	4%	5%	**6%**
	Tunuyán	1%	3%	2%	4%	8%	2%	7%	7%	1%	0%	1%	2%	**3%**
	Diamante	4%	6%	4%	6%	9%	5%	9%	10%	4%	3%	4%	5%	**6%**
	Atuel	1%	3%	2%	4%	8%	2%	7%	7%	1%	0%	1%	2%	**3%**
	Malargue	2%	4%	3%	5%	9%	3%	8%	8%	2%	1%	2%	3%	**4%**

	Cuenca	Jan	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Anual
2040	Mendoza	4%	6%	4%	7%	9%	6%	9%	8%	5%	4%	4%	5%	**6%**
	Tunuyán	3%	4%	2%	6%	9%	5%	9%	8%	4%	2%	3%	3%	**5%**
	Diamante	5%	6%	4%	7%	10%	7%	10%	9%	6%	4%	5%	6%	**6%**
	Atuel	2%	4%	2%	5%	8%	4%	8%	7%	4%	1%	2%	3%	**4%**
	Malargue	3%	5%	3%	6%	9%	5%	9%	8%	5%	2%	3%	4%	**5%**

	Cuenca	Jan	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Anual
2050	**Mendoza**	**4%**	**5%**	**3%**	**7%**	**8%**	**6%**	**8%**	**6%**	**6%**	**4%**	**4%**	**4%**	**5%**
	Tunuyán	**4%**	**5%**	**2%**	**8%**	**10%**	**7%**	**10%**	**8%**	**7%**	**3%**	**4%**	**4%**	**6%**
	Diamante	**6%**	**6%**	**4%**	**8%**	**10%**	**8%**	**10%**	**8%**	**8%**	**5%**	**6%**	**6%**	**7%**
	Atuel	**3%**	**4%**	**2%**	**6%**	**8%**	**6%**	**8%**	**6%**	**6%**	**2%**	**3%**	**3%**	**5%**
	Malargue	**4%**	**5%**	**3%**	**7%**	**9%**	**7%**	**9%**	**7%**	**7%**	**3%**	**4%**	**4%**	**6%**

Tabla 7-27: Demanda agrícola proyectada - Río Mendoza

2030			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Cipolletti	584,2	43%	1.370,7
Dotada en Alta Montaña	18,8	52%	36,0
Dotada por otras fuentes	115,9	38%	302,3
Agua subterránea exclusiva MD	80,3	59%	136,0
Agua Subterránea exclusiva MI	24,2	59%	41,0
Total Superficie	823,3	44%	1.886,1
2040			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Cipolletti	584,6	43%	1.371,5
Dotada en Alta Montaña	18,8	52%	36,0
Dotada por otras fuentes	116,0	38%	302,4
Agua subterránea exclusiva MD	80,3	59%	136,2
Agua Subterránea exclusiva MI	24,2	59%	41,0
Total Superficie	823,9	44%	1.887,2
2050			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Cipolletti	584,9	43%	1.372,4
Dotada en Alta Montaña	18,8	52%	36,0
Dotada por otras fuentes	116,0	38%	302,6
Agua subterránea exclusiva MD	80,4	59%	136,3
Agua Subterránea exclusiva MI	24,2	59%	41,1
Total Superficie	824,4	44%	1.888,4

Tabla 7-28: Demanda agrícola proyectada - Río Tunuyán Superior

2030			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Valle de Uco	101,2	34%	301,7
Dotada por Manantiales	57,7	34%	168,5
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	146,5	30%	490,2
Agua Subterránea exclusiva	130,9	44%	296,2
Total	436,3	35%	1.256,6
2040			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Valle de Uco	103,3	34%	308,2
Dotada por Manantiales	58,8	34%	171,8
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	149,6	30%	500,5
Agua Subterránea exclusiva	133,7	44%	302,5
Total	445,5	35%	1.283,0
2050			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Valle de Uco	105,5	34%	314,7
Dotada por Manantiales	59,9	34%	175,0
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	152,7	30%	510,8
Agua Subterránea exclusiva	136,5	44%	308,7
Total	454,6	35%	1.309,3

Tabla 7-29: Demanda agrícola proyectada - Río Tunuyán Inferior

2030			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en dique Tiburcio Benegas	448,1	51%	881,0
Agua Subterránea exclusiva	109,2	62%	175,9
Superficie Total	557,3	53%	1.056,9
2040			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en dique Tiburcio Benegas	457,4	51%	899,2
Agua Subterránea exclusiva	111,6	62%	179,7
Superficie Total	569,0	53%	1.078,9
2050			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en dique Tiburcio Benegas	466,6	51%	917,4
Agua Subterránea exclusiva	114,0	62%	183,5
Superficie Total	580,6	53%	1.100,9

Tabla 7-30: Demanda agrícola proyectada - Río Diamante

2030			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm³)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm³)**
Dotada en dique Galileo Vitali	376,8	31%	1.227,7
Dotada por desagües y drenajes	27,6	32%	85,8
Agua Subterránea exclusiva	3,3	41%	8,0
Total	407,6	31%	1.321,5
2040			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm³)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm³)**
Dotada en dique Galileo Vitali	381,6	31%	1.243,3
Dotada por desagües y drenajes	28,0	32%	86,9
Agua Subterránea exclusiva	3,3	41%	8,1
Total	412,8	31%	1.338,3
2050			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm³)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm³)**
Dotada en dique Galileo Vitali	386,4	31%	1.258,9
Dotada por desagües y drenajes	28,3	32%	88,0
Agua Subterránea exclusiva	3,3	41%	8,2
Total	418,0	31%	1.355,1

Tabla 7-31: Demanda agrícola proyectada - Río Atuel

2030			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm³)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm³)**
Dotada en dique Valle Grande	410,2	42%	982,0
El Sosneado y la Junta	11,8	43%	27,6
Total	422,0	42%	1.009,6
2040			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm³)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm³)**
Dotada en dique Valle Grande	418,4	42%	1.001,8
El Sosneado y la Junta	12,1	43%	28,2
Total	430,5	42%	1.029,9
2050			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm³)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm³)**
Dotada en dique Valle Grande	426,7	42%	1.021,6
El Sosneado y la Junta	12,3	43%	28,7
Total	439,0	42%	1.050,3

Tabla 7-32: Demanda agrícola proyectada - Río Malargue

2030			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada por el río	29,4	43%	68,4
Dotada por arroyo	38,2	47%	81,7
Total	67,5	45%	150,1
2040			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada por el río	29,7	43%	69,3
Dotada por arroyo	38,7	47%	82,7
Total	68,4	45%	152,0
2050			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada por el río	30,1	43%	70,1
Dotada por arroyo	39,1	47%	83,7
Total	69,2	45%	153,8

Tabla 7-33: Demanda agrícola proyectada - Provincia de Mendoza

Década	**2020**		**2030**		**2040**		**2050**	
Rio	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)
Mendoza	776,3	1.778,6	823,3	1.886,1	823,9	1.887,2	824,4	1.888,4
Tunuyán Superior	423,7	1.220,3	436,3	1.256,6	445,5	1.283,0	454,6	1.309,3
Tunuyán Inferior	544,0	1.038,4	557,3	1.056,9	569,0	1.078,9	580,6	1.100,9
Diamante	379,3	1.230,0	407,6	1.321,5	412,8	1.338,3	418,0	1.355,1
Atuel	407,8	975,7	422,0	1.009,6	430,5	1.029,9	439,0	1.050,3
Malargüe	64,8	144,0	67,5	150,1	68,4	152,0	69,2	153,8
Total	**2.596,0**	**6.387,0**	**2.714,2**	**6.680,8**	**2.750,0**	**6.769,3**	**2.785,9**	**6.857,9**

La demanda agrícola proyectada aumentará de una demanda bruta de 6.387 Hm^3 en 2020 a 6.857,9 Hm^3 en 2050, un aumento del 7,37 % debido al cambio de ET como resultado únicamente del cambio climático.

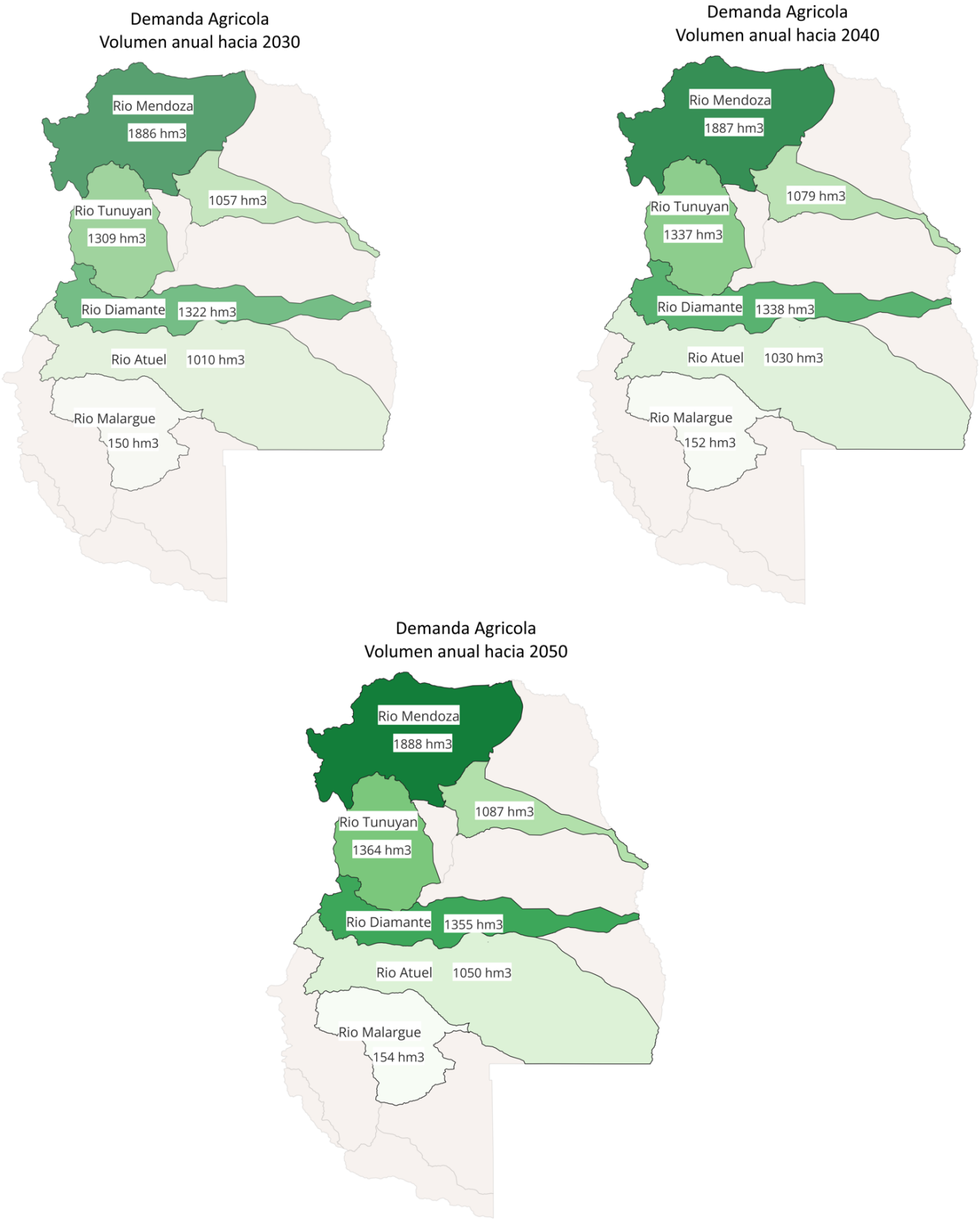


Figura 7-7: Demanda Agrícola por cuenca

7.3. OTRA DEMANDA POR TIPO

A falta de datos de pronóstico relacionados con el desarrollo industrial en Mendoza, para proyectar la demanda futura de agua industrial en situaciones económicas inestables, se utilizaron los siguientes supuestos:

Actividad relacionada con la industria y la población:

Tasa de crecimiento anual del agua decenal del 1% hasta el año 2040 y del 0,5% de 2040 a 2050.

Actividad relacionada con infraestructura:

Tasa de crecimiento anual del agua decenal del 0,5% hasta el año 2050.

Tabla 7-34: Otro tipo Demanda - Tasa de crecimiento

Nomenclatura	2020 - 2040	2040 - 2050
Vitivinicultura	1%	0,50%
Depósitos		
Conserveras		
Olivicultura		
Fabricas		
Petroquímicas		
Transporte		
Tratamiento de Agua		

Nomenclatura	2020 - 2040	2040 - 2050
Turismo	0,50%	0,50%
Cría de animales		
Lavaderos		
Generación eléctrica		

Tabla 7-35: Otro tipo Demanda - 2022

Rio / Actividad	Tunuyán Inferior	Tunuyán Superior	Diamante	Malargüe	Mendoza	Atuel	Total Provincia
Turismo	3.000	1.000	75.600	0	841.100	1.869.091	2.789.791
Vitivinicultura	27.307.585	2.898.316	938.140	0	17.971.778	297.460	49.413.279
Cría de animales	226.100	128.250	301.360	0	2.552.450	26.000	3.234.160
Depósitos	11.000	2.800	92.000	0	133.800	0	239.600
Conserveras	1.386.350	3.715.000	5.274.750	1.000	9.962.120	1.297.790	21.637.010
Olivicultura	260.900	0	24.500	0	10.624.220	110	10.909.730
Lavaderos	61.350	331.250	0	0	3.906.395	3.750	4.302.745
Fabricas	1.012.000	2.717.500	723.350	0	5.577.621	1.714.700	11.745.171
Petroquímicas	1.000	272.000	83	63.000	4.714.791	291.600	5.342.474
Transporte	31.000	13.340	75.500	1.000	1.055.780	50	1.176.670
Generación eléctrica	0	0	200.000	0	200.000	51.450	451.450
Tratamiento de AGUA	4.180.003	3.891.001	6.878.000	0	8.387.504	75.000	23.411.508
Total m³/Año	34.480.288	13.970.457	14.583.283	65.000	65.927.559	5.627.001	134.653.588
Total hm³/Año	**34,48**	**13,97**	**14,58**	**0,07**	**65,93**	**5,63**	**134,65**

Tabla 7-36: Otro tipo Demanda - 2030

Rio / Actividad	Tunuyán Inferior	Tunuyán Superior	Diamante	Malargüe	Mendoza	Atuel	Total Provincia
Turismo	3.153	1.051	79.466	0	884.114	1.964.677	2.932.461
Vitivinicultura	30.164.563	3.201.544	1.036.290	0	19.852.024	328.581	54.583.001
Cría de animales	237.663	134.809	316.772	0	2.682.983	27.330	3.399.555
Depósitos	12.151	3.093	101.625	0	147.798	0	264.667
Conserveras	1.531.393	4.103.671	5.826.606	1.105	11.004.378	1.433.568	23.900.720
Olivicultura	288.196	0	27.063	0	11.735.748	122	12.051.129
Lavaderos	64.487	348.190	0	0	4.106.169	3.942	4.522.788
Fabricas	1.117.878	3.001.811	799.028	0	6.161.164	1.894.096	12.973.976
Petroquímicas	1.105	300.457	91.683636	69.591	5.208.062	322.108	5.901.415
Transporte	34.243	14.736	83.399	1.105	1.166.238	55	1.299.776
Generación eléctrica	0	0	210.228	0	210.228	54.081	474.537
Tratamiento de AGUA	4.617.324	4.298.086	7.597.591	0	9.265.022	82.847	25.860.870
Total m³/Año	38.072.155	15.407.447	16.078.160	71.800	72.423.928	6.111.404	148.164.896
Total hm³/Año	**38,07**	**15,41**	**16,08**	**0,07**	**72,42**	**6,11**	**148,16**

Tabla 7-37: Otro tipo Demanda - 2040

Rio / Actividad	Tunuyán Inferior	Tunuyán Superior	Diamante	Malargüe	Mendoza	Atuel	Total Provincia
Turismo	3.315	1.105	83.530	0	929.328	2.065.150	3.082.428
Vitivinicultura	33.320.443	3.536.496	1.144.709	0	21.928.985	362.958	60.293.591
Cría de animales	249.817	141.703	332.971	0	2.820.191	28.727	3.573.409
Depósitos	13.422	3.417	112.257	0	163.261	0	292.358
Conserveras	1.691.610	4.533.006	6.436.197	1.220	12.155.680	1.583.550	26.401.264
Olivicultura	318.348	0	29.895	0	12.963.567	134	13.311.944
Lavaderos	67.785	365.997	0	0	4.316.159	4.143	4.754.084
Fabricas	1.234.832	3.315.866	882.624	0	6.805.758	2.092.260	14.331.341
Petroquímicas	1.220	331.892	101.27577	76.872	5.752.941	355.807	6.518.834
Transporte	37.826	16.277	92.124	1.220	1.288.252	61	1.435.761
Generación eléctrica	0	0	220.979	0	220.979	56.847	498.805
Tratamiento de AGUA	5.100.398	4.747.761	8.392.467	0	10.234.349	91.514	28.566.489
Total m³/Año	42.039.017	16.993.519	17.727.856	79.312	79.579.449	6.641.153	163.060.306
Total hm³/Año	**42,04**	**16,99**	**17,73**	**0,08**	**79,58**	**6,64**	**163,06**

Tabla 7-38: Otro tipo Demanda - 2050

Rio / Actividad	Tunuyán Inferior	Tunuyán Superior	Diamante	Malargüe	Mendoza	Atuel	Total Provincia
Turismo	3.484	1.161	87.802	0	976.854	2.170.762	3.240.063
Vitivinicultura	36.806.499	3.906.492	1.264.471	0	24.223.241	400.931	66.601.635
Cría de animales	262.593	148.950	350.000	0	2.964.416	30.196	3.756.154
Depósitos	14.826	3.774	124.002	0	180.342	0	322.945
Conserveras	1.868.590	5.007.259	7.109.566	1.348	13.427.433	1.749.225	29.163.420
Olivicultura	351.654	0	33.022	0	14.319.843	148	14.704.668
Lavaderos	71.252	384.714	0	0	4.536.887	4.355	4.997.208
Fabricas	1.364.023	3.662.779	974.967	0	7.517.790	2.311.157	15.830.716
Petroquímicas	1.348	366.615	111.87146	84.914	6.354.826	393.033	7.200.848
Transporte	41.783	17.980	101.763	1.348	1.423.032	67	1.585.973
Generación eléctrica	0	0	232.280	0	232.280	59.754	524.314
Tratamiento de AGUA	5.634.013	5.244.481	9.270.505	0	11.305.088	101.089	31.555.176
Total m³/Año	46.420.065	18.744.206	19.548.489	87.610	87.462.033	7.220.718	179.483.120
Total hm³/Año	**46,42**	**18,74**	**19,55**	**0,09**	**87,46**	**7,22**	**179,48**

7.4. Resumen De Las Proyecciones De La Demanda

Tabla 7-39: Resumen de las proyecciones de la demanda

Década	2030				2040				2050			
Rio	Poblacional (hm^3)	Agricultura (hm^3)	Otra (hm^3)	Total (hm^3)	Poblacional (hm^3)	Agricultura (hm^3)	Otra (hm^3)	Total (hm^3)	Poblacional (hm^3)	Agricultura (hm^3)	Otra (hm^3)	Total (hm^3)
Mendoza	337	1.886	72	2.295	364	1.887	80	2.331	394	1.888	87	2.370
Tunuyán Superior	33	1.257	15	1.305	36	1.283	17	1.336	40	1.309	19	1.368
Tunuyán Inferior	65	1.057	38	1.160	70	1.079	42	1.191	75	1.101	46	1.222
Diamante	33	1.322	16	1.371	35	1.338	18	1.391	36	1.355	20	1.411
Atuel	20	1.010	6	1.036	21	1.030	7	1.058	22	1.050	7	1.080
Malargüe	6	150	0	156	7	152	0	159	8	154	0	162
Total	**494**	**6.681**	**148**	**7.322**	**533**	**6.769**	**163**	**7.465**	**575**	**6.858**	**179**	**7.612**

8. CONCLUSIONES

Este informe presenta la demanda de agua proyectada en la provincia de Mendoza, para los años 2030, 2040 y 2050.

Las proyecciones se han realizado considerando:

- Agua potable: el crecimiento demográfico es el único factor que afecta la demanda (no hay reducción de las pérdidas de agua, no hay aumento del consumo per cápita debido al aumento de la temperatura de 0,9 grados Celsius en 2030 y 1,5 grados Celsius en 2050)
- Demanda agrícola: la superficie cultivada permanece fija, sólo la demanda de cultivos cambia según el efecto del cambio climático sobre los valores de ET (mm).
- Industria y otras demandas - en demanda relacionada con la población - según una tasa de crecimiento anual del 1% (en la demanda) hasta 2040 y del 0,5% hasta 2050; en caso contrario, una tasa de crecimiento constante del 0,5% hasta 2050.

Se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- La demanda futura industrial y las demás demandas también como turismo, Petroquímicas, Vitivinicultura, Fábricas. etc. se estimaron según la experiencia de otros proyectos (India, Azerbaiyán), pero esos valores deberían reevaluarse con el tiempo y cuando las condiciones económicas sean más estables.
- La demanda agrícola sigue siendo el consumidor más importante con el 90% de la demanda total.

9. ANEXOS

Anexo Nº 1: Evapotranspiración anual en la provincia de Mendoza, Los efectos del cambio climático en la disponibilidad futura de agua en Mendoza, Dr. Amir Givati

Año	Evapotranspiración anual (mm)		Año	Evapotranspiración anual (mm)		Año	Evapotranspiración anual (mm)
1950	1619		1983	1551		2016	1620
1951	1589		1984	1632		2017	1617
1952	1555		1985	1617		2018	1610
1953	1573		1986	1543		2019	1584
1954	1571		1987	1557		2020	1611
1955	1675		1988	1639		2021	1587
1956	1680		1989	1686		2022	1616
1957	1535		1990	1587		2023	1618
1958	1530		1991	1518		2024	1646
1959	1587		1992	1511		2025	1668
1960	1569		1993	1550		2026	1660
1961	1586		1994	1584		2027	1623
1962	1645		1995	1632		2028	1545
1963	1583		1996	1648		2029	1566
1964	1621		1997	1561		2030	1561
1965	1621		1998	1532		2031	1670
1966	1568		1999	1608		2032	1594
1967	1593		2000	1590		2033	1609
1968	1533		2001	1618		2034	1627
1969	1597		2002	1557		2035	1638
1970	1609		2003	1603		2036	1613
1971	1631		2004	1616		2037	1602
1972	1565		2005	1630		2038	1586
1973	1646		2006	1605		2039	1578
1974	1607		2007	1533		2040	1604
1975	1592		2008	1645		2041	1624
1976	1561		2009	1668		2042	1618
1977	1643		2010	1566		2043	1574
1978	1611		2011	1593		2044	1639
1979	1620		2012	1571		2045	1702
1980	1580		2013	1583		2046	1654
1981	1578		2014	1583		2047	1663
1982	1542		2015	1562		2048	1638
						2049	1689

ANEXO Nº 2: CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDAS 1991

Cuadro P1. Provincia de Mendoza. Población total por sexo, índice de masculinidad y densidad de población según división política administrativa. Año 1991

División Político-Administrativa	Población			índice de masculinidad	Superficie	Densidad de Población
	Total	Varones	Mujeres			
					Km² (1)	(hab/Km²)
Total Provincia	**1,412,481**	**690,872**	**721,609**	**95.7**	**148,827**	**9.5**
Capital	121,620	56,246	65,374	86.0	54	2,252.2
General Alvear	42,338	20,740	21,598	96.0	14,448	2.9
Godoy Cruz	179,588	85,507	94,081	90.9	75	2,394.5
Guaymallén	221,904	107,418	114,486	93.8	164	1,353.1
Junín	28,418	14,256	14,162	100.7	263	108.1
La Paz	8,009	4,024	3,985	101.0	7,105	1.1
Las Heras	156,545	76,551	79,994	95.7	8,955	17.5
Lavalle	26,967	14,060	12,907	108.9	10,212	2.6
Lujan De Cuyo	79,952	39,917	40,035	99.7	4,847	16.5
Maipu	125,331	62,429	62,902	99.2	617	203.1
Malargüe	21,743	11,594	10,149	114.2	41,317	0.5
Rivadavia	47,033	23,287	23,746	98.1	2,141	22.0
San Carlos	24,140	12,274	11,866	103.4	11,578	2.1
San Martín	98,294	48,352	49,942	96.8	1,504	65.4
San Rafael	158,266	77,310	80,956	95.5	31,235	5.1
Santa Rosa	14,241	7,438	6,803	109.3	8,510	1.7
Tunuyán	35,721	17,775	17,946	99.0	3,317	10.8
Tupungato	22,371	11,694	10,677	109.5	2,485	9.0

(1) Fuente: Instituto Geográfico Militar.

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 1991.

ANEXO NO 3: CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDAS 2001

Cuadro 2.1 Provincia de Mendoza según departamento. Población censada en 1991 y 2001 y variación intercensal absoluta y relativa 1991-2001

Departamento	Población		Variación absoluta	Variación relativa %
	1991	2001		
Total	**1,412,481**	**1,579,651**	**167,170**	**11.8**
Capital	121,620	110,993	-10,627	-8.7
General Alvear	42,338	44,147	1,809	4.3
Godoy Cruz	179,588	182,977	3,389	1.9
Guaymallén	221,904	251,339	29,435	13.3
Junín	28,418	35,045	6,627	23.3
La Paz	8,009	9,560	1,551	19.4
Las Heras	156,545	182,962	26,417	16.9
Lavalle	26,967	32,129	5,162	19.1
Luján de Cuyo	79,952	104,470	24,518	30.7
Maipú	125,331	153,600	28,269	22.6
Malargüe	21,743	23,020	1,277	5.9
Rivadavia	47,033	52,567	5,534	11.8
San Carlos	24,140	28,341	4,201	17.4
San Martín	98,294	108,448	10,154	10.3
San Rafael	158,266	173,571	15,305	9.7
Santa Rosa	14,241	15,818	1,577	11.1
Tunuyán	35,721	42,125	6,404	17.9
Tupungato	22,371	28,539	6,168	27.6

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 y Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

ANEXO Nº 4: CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDAS 2010

Cuadro P1-P. Provincia de Mendoza. Población total y variación intercensal absoluta y relativa por departamento. Años 2001-2010

Departamento	Población		Variación absoluta	Variación relativa (%)
	2001	2010		
Total	**1,579,651**	**1,738,929**	**159,278**	**10.1**
Capital	110,993	115,041	4,048	3.6
General Alvear	44,147	46,429	2,282	5.2
Godoy Cruz	182,977	191,903	8,926	4.9
Guaymallén	251,339	283,803	32,464	12.9
Junín	35,045	37,859	2,814	8.0
La Paz	9,560	10,012	452	4.7
Las Heras	182,962	203,666	20,704	11.3
Lavalle	32,129	36,738	4,609	14.3
Luján de Cuyo	104,470	119,888	15,418	14.8
Maipú	153,600	172,332	18,732	12.2
Malargüe	23,020	27,660	4,640	20.2
Rivadavia	52,567	56,373	3,806	7.2
San Carlos	28,341	32,631	4,290	15.1
San Martín	108,448	118,220	9,772	9.0
San Rafael	173,571	188,018	14,447	8.3
Santa Rosa	15,818	16,374	556	3.5
Tunuyán	42,125	49,458	7,333	17.4
Tupungato	28,539	32,524	3,985	14.0

Nota: la población total incluye a las personas viviendo en situación de calle.

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 y 2010.

ANEXO Nº 5: CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDAS 2022

Cuadro 1.13. Provincia de Mendoza. Viviendas particulares, viviendas colectivas, población en viviendas particulares, población en viviendas colectivas y población en situación de calle (vía pública), por departamento. Año 2022

Departamento	Total de viviendas particulares	Total de viviendas colectivas	Total de población	Población en viviendas particulares	Población en viviendas colectivas [1]	Población en situación de calle (vía pública)
Total	**708,354**	**1,744**	**2,014,533**	**2,001,281**	**13,231**	**21**
Capital	60,477	249	122,840	118,930	3,899	11
General Alvear	20,108	98	50,209	49,930	279	///
Godoy Cruz	72,157	49	195,183	194,542	638	3
Guaymallén	108,096	123	321,371	320,278	1,086	7
Junín	14,593	19	45,673	45,459	214	///
La Paz	4,402	20	12,020	11,931	89	///
Las Heras	73,399	132	228,525	227,885	640	///
Lavalle	14,672	15	47,529	47,448	81	///
Luján de Cuyo	59,479	167	172,109	168,952	3,157	///
Maipú	67,727	50	214,412	213,797	615	///
Malargüe	12,301	105	33,107	32,977	130	///
Rivadavia	20,908	24	63,473	63,338	135	///
San Carlos	13,528	44	40,024	39,912	112	///
San Martín	44,533	41	138,429	138,047	382	///
San Rafael	82,865	487	210,478	209,068	1,410	///
Santa Rosa	6,475	17	19,410	19,407	3	///
Tunuyán	19,527	70	58,780	58,534	246	///
Tupungato	13,107	34	40,961	40,846	115	///

[1] Incluye la población en situación de calle censada en refugios o paradores.

Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados provisionales.

ANEXO Nº 6: CUADRO 1. POBLACIÓN ESTIMADA AL 1 DE JULIO SEGÚN AÑO CALENDARIO POR SEXO. PROVINCIA DE MENDOZA. AÑOS 2010-2040

Cuadro 1. Población estimada al 1 de julio según año calendario por sexo. Provincia de Mendoza. Años 2010-2040

Año	Ambos sexos	Varones	Mujeres
2010	1,774,737	869,428	905,309
2011	1,797,235	880,869	916,366
2012	1,819,608	892,249	927,359
2013	1,841,813	903,547	938,266
2014	1,863,809	914,741	949,068
2015	1,885,551	925,809	959,742
2016	1,907,045	936,753	970,292
2017	1,928,304	947,581	980,723
2018	1,949,293	958,274	991,019
2019	1,969,982	968,816	1,001,166
2020	1,990,338	979,191	1,011,147
2021	2,010,363	989,400	1,020,963
2022	2,030,061	999,446	1,030,615
2023	2,049,411	1,009,317	1,040,094
2024	2,068,396	1,019,006	1,049,390
2025	2,087,006	1,028,506	1,058,500
2026	2,105,259	1,037,828	1,067,431
2027	2,123,178	1,046,983	1,076,195
2028	2,140,766	1,055,973	1,084,793
2029	2,158,023	1,064,800	1,093,223
2030	2,174,953	1,073,465	1,101,488
2031	2,191,575	1,081,978	1,109,597
2032	2,207,912	1,090,353	1,117,559
2033	2,223,969	1,098,593	1,125,376
2034	2,239,753	1,106,701	1,133,052
2035	2,255,267	1,114,678	1,140,589
2036	2,270,521	1,122,529	1,147,992
2037	2,285,519	1,130,257	1,155,262
2038	2,300,262	1,137,860	1,162,402
2039	2,314,745	1,145,336	1,169,409
2040	2,328,963	1,152,681	1,176,282

Fuente: INDEC. Proyecciones elaboradas en base al Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

ANEXO Nº 7: VALORES DE ETO Y KC PARA LAS CUENCAS

Eto (mm)	Mendoza	Tunuyan Inferior	Tunuyan Superior	Atuel	Diamante	Malargue
Agosto	69	66	65	83	82	65
Septiembre	101	96	91	106	109,5	91
Octubre	149	134	129	136	144	129
Noviembre	178	159	155	173	174	155
Diciembre	203	183	179	204	201,5	179
Enero	194	176	177	199	194,5	177
Febrero	151	140	138	153	155	138
Marzo	121	115	115	129	127	115
Abril	78	73	73	81	82	73
Mayo	50	47	48	54	59	48
Junio	40	36	38	48	50,5	38
Julio	47	43	44	52	57	44
Total	1381	1268	1252	1418	1436	1252

Precipitacion Efectiva (mm)	Mendoza	Tunuyan Inferior	Tunuyan Superior	Atuel	Diamante	Malargue
Agosto	12	5	15	9	12	7
Septiembre	7	5	14	15	17	10
Octubre	10	7	15	26	24	27
Noviembre	14	17	14	27	25	22
Diciembre	15	17	22	30	32	32
Enero	30	32	17	32	35	27
Febrero	30	35	28	51	35	39
Marzo	27	27	25	29	27	17
Abril	10	7	12	21	19	12
Mayo	7	12	15	13	12	10
Junio	5	2	10	4	8	2
Julio	2	2	10	4	12	5
Total	169	168	197	263	257	210

Kc - Mendoza	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Uso Recreativo
Agosto	0,43	0,45	0,00	0,81	0,68	0,80	0,52	1,00
Septiembre	0,52	0,59	0,00	0,94	0,79	0,80	0,93	0,99
Octubre	0,65	0,80	0,70	0,95	0,87	0,83	1,22	1,00
Noviembre	0,70	0,89	0,70	0,95	0,81	0,85	1,25	0,99
Diciembre	0,70	0,90	0,95	0,95	0,74	0,85	1,25	1,00
Enero	0,70	0,90	1,14	0,95	0,00	0,85	1,25	1,00
Febrero	0,68	0,85	1,01	0,95	0,00	0,85	1,22	0,99
Marzo	0,60	0,76	0,69	0,85	0,00	0,83	1,00	1,00
Abril	0,47	0,68	0,00	0,58	0,64	0,81	0,64	1,00
Mayo	0,38	0,38	0,00	0,38	0,62	0,78	0,38	0,98
Junio	0,40	0,40	0,00	0,40	0,65	0,80	0,40	1,00
Julio	0,38	0,38	0,00	0,53	0,62	0,79	0,38	0,98

Etc - Mendoza (mm)	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Uso Recreativo
Agosto	30	31	0	56	47	55	36	69
Septiembre	53	60	0	95	80	81	94	100
Octubre	97	119	105	142	130	124	182	149
Noviembre	124	158	124	169	145	151	222	177
Diciembre	142	183	193	193	150	173	254	203
Enero	136	174	221	184	0	165	242	194
Febrero	102	128	153	143	0	128	184	150
Marzo	72	92	84	103	0	101	121	121
Abril	37	53	0	45	50	63	50	78
Mayo	19	19	0	19	31	39	19	49
Junio	16	16	0	16	26	32	16	40
Julio	18	18	0	25	29	37	18	46
Total	846	1051	880	1190	688	1149	1438	1376

Requerimiento Hidrico Neto (Etc - Precipitación)								
Fecha	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Uso Recreativo
Agosto	18	19	0	44	35	43	24	57
Septiembre	46	53	0	88	73	74	87	93
Octubre	87	109	95	132	120	114	172	139
Noviembre	110	144	110	155	131	137	208	163
Diciembre	127	168	178	178	135	158	239	188
Enero	106	144	191	154	0	135	212	164
Febrero	72	98	123	113	0	98	154	120
Marzo	45	65	57	76	0	74	94	94
Abril	27	43	0	35	40	53	40	68
Mayo	12	12	0	12	24	32	12	42
Junio	11	11	0	11	21	27	11	35
Julio	16	16	0	23	27	35	16	44
Total	677	882	754	1021	606	980	1269	1207

Kc - Tunuyan Inferior	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Uso Recreativo
Agosto	0,44	0,45	0,00	0,80	1,61	0,80	0,52	1,00
Septiembre	0,53	0,60	0,00	0,95	1,75	0,81	0,94	1,00
Octubre	0,65	0,80	0,70	0,95	1,81	0,83	1,22	1,00
Noviembre	0,70	0,89	0,70	0,96	1,72	0,86	1,25	1,01
Diciembre	0,70	0,90	0,95	0,95	1,64	0,85	1,25	1,00
Enero	0,70	0,90	1,14	0,95	1,00	0,85	1,25	1,00
Febrero	0,69	0,85	1,02	0,95	1,00	0,85	1,22	1,00
Marzo	0,60	0,76	0,70	0,84	1,00	0,83	0,99	0,99
Abril	0,47	0,67	0,10	0,58	1,53	0,81	0,63	1,00
Mayo	0,40	0,40	0,26	0,40	1,38	0,81	0,40	1,00
Junio	0,39	0,39	0,06	0,39	1,58	0,78	0,39	1,00
Julio	0,40	0,40	0,05	0,53	1,58	0,79	0,40	1,00

Etc - Tunuyan Inferior (mm)	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Uso Recreativo
Agosto	29	30	0	53	106	53	34	66
Septiembre	51	58	0	91	168	78	90	96
Octubre	87	107	94	127	243	111	163	134
Noviembre	112	142	112	152	273	136	199	160
Diciembre	128	164	173	173	301	155	228	183
Enero	123	158	201	167	176	150	220	176
Febrero	96	119	143	133	140	119	171	140
Marzo	69	87	80	97	115	96	114	114
Abril	34	49	7	42	112	59	46	73
Mayo	19	19	12	19	65	38	19	47
Junio	14	14	2	14	57	28	14	36
Julio	17	17	2	23	68	34	17	43
Total	779	964	826	1091	1824	1057	1315	1268

Requerimiento Hidrico Neto (Etc - Precipitación)								
Fecha	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Uso Recreativo
Agosto	24	25	0	48		48	29	61
Septiembre	46	53	0	86		73	85	91
Octubre	80	100	87	120		104	156	127
Noviembre	95	125	95	135		119	182	143
Diciembre	111	147	156	156		138	211	166
Enero	91	126	169	135		118	188	144
Febrero	61	84	108	98		84	136	105
Marzo	42	60	53	70		69	87	87
Abril	27	42	0	35		52	39	66
Mayo	7	7	0	7		26	7	35
Junio	12	12	0	12		26	12	34
Julio	15	15	0	21		32	15	41
Total	611	796	668	923	0	889	1147	1100

Informe 3.1 - Proyecciones De La Demanda

Kc - Tunuyan Superior	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase
Agosto	0,45	0,45	0,00	0,82	0,68	0,80	0,52	1,00
Septiembre	0,53	0,59	0,00	0,95	0,80	0,80	0,93	1,00
Octubre	0,65	0,80	0,71	0,95	0,88	0,83	1,22	1,00
Noviembre	0,70	0,88	0,70	0,95	0,82	0,85	1,25	0,99
Diciembre	0,70	0,90	0,95	0,95	0,74	0,85	1,25	1,00
Enero	0,70	0,90	1,14	0,95	0,00	0,85	1,25	1,00
Febrero	0,68	0,85	1,02	0,95	0,00	0,85	1,22	1,00
Marzo	0,60	0,77	0,70	0,85	0,00	0,84	1,01	1,01
Abril	0,47	0,68	0,00	0,59	0,64	0,81	0,64	1,00
Mayo	0,40	0,40	0,00	0,40	0,65	0,79	0,40	1,00
Junio	0,39	0,39	0,00	0,39	0,66	0,82	0,39	1,00
Julio	0,41	0,41	0,00	0,55	0,64	0,80	0,41	1,00

Etc - Tunuyan Superior (mm)	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase
Agosto	29	29	0	53	44	52	34	65
Septiembre	48	54	0	86	73	73	85	91
Octubre	84	103	91	123	113	107	158	129
Noviembre	108	137	108	147	127	131	193	154
Diciembre	125	161	170	170	132	152	224	179
Enero	124	159	202	168	0	151	222	177
Febrero	94	117	141	131	0	117	168	138
Marzo	69	88	81	98	0	97	116	116
Abril	34	50	0	43	47	59	47	73
Mayo	19	19	0	19	31	38	19	48
Junio	15	15	0	15	25	31	15	38
Julio	18	18	0	24	28	35	18	44
Total	767	950	793	1077	620	1043	1299	1252

Requerimiento Hidrico Neto (Etc - Precipitación)								
Fecha	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase
Agosto	14	14	0	38	29	37	19	50
Septiembre	34	40	0	72	59	59	71	77
Octubre	69	88	76	108	98	92	143	114
Noviembre	94	123	94	133	113	117	179	140
Diciembre	103	139	148	148	110	130	202	157
Enero	107	142	185	151	0	134	205	160
Febrero	66	89	113	103	0	89	140	110
Marzo	44	63	56	73	0	72	91	91
Abril	22	38	0	31	35	47	35	61
Mayo	4	4	0	4	16	23	4	33
Junio	5	5	0	5	15	21	5	28
Julio	8	8	0	14	18	25	8	34
Total	570	753	672	880	493	846	1102	1055

Informe 3.1 - Proyecciones De La Demanda

Kc - Atuel	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase	Papa	Graminea Natural
Agosto	0,43	0,45	0,00	0,81	0,67	0,80	0,52	0,99	0,00	0,20
Septiembre	0,53	0,60	0,00	0,95	0,80	0,81	0,94	1,00	0,00	0,39
Octubre	0,65	0,80	0,70	0,95	0,87	0,83	1,22	1,00	0,00	0,37
Noviembre	0,70	0,89	0,70	0,95	0,82	0,85	1,25	1,00	0,72	0,45
Diciembre	0,70	0,90	0,95	0,95	0,74	0,85	1,25	1,00	1,21	0,41
Enero	0,70	0,90	1,14	0,95	0,00	0,85	1,25	1,00	1,30	0,43
Febrero	0,68	0,85	1,02	0,95	0,00	0,85	1,22	1,00	0,97	0,31
Marzo	0,60	0,75	0,70	0,84	0,00	0,84	0,99	0,99	0,00	0,34
Abril	0,47	0,68	0,00	0,58	0,64	0,80	0,64	1,00	0,00	0,15
Mayo	0,41	0,41	0,00	0,41	0,65	0,81	0,41	1,00	0,00	0,11
Junio	0,40	0,40	0,00	0,40	0,63	0,79	0,40	0,98	0,00	0,25
Julio	0,40	0,40	0,00	0,54	0,63	0,81	0,40	1,00	0,00	0,21

Etc - Atuel (mm)	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase	Papa	Graminea Natural
Agosto	36	37	0	67	56	66	43	82	0	17
Septiembre	56	64	0	101	85	86	100	106	0	41
Octubre	88	109	95	129	118	113	166	136	0	50
Noviembre	121	154	121	164	142	147	216	173	124	77
Diciembre	143	183	194	194	151	173	255	204	247	84
Enero	139	179	227	189	0	169	249	199	258	86
Febrero	104	130	156	146	0	130	187	153	149	48
Marzo	77	97	90	109	0	108	128	128	0	44
Abril	38	55	0	47	52	65	52	81	0	12
Mayo	22	22	0	22	35	44	22	54	0	6
Junio	19	19	0	19	30	38	19	47	0	12
Julio	21	21	0	28	33	42	21	52	0	11
Total	864	1070	883	1215	702	1181	1458	1415	778	488

Requerimiento Hidrico Neto (Etc - Precipitación)										
Fecha	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase	Papa	Graminea Natural
Agosto	27	28	0	58	47	57	34	73	0	8
Septiembre	41	49	0	86	70	71	85	91	0	26
Octubre	62	83	69	103	92	87	140	110	0	24
Noviembre	94	127	94	137	115	120	189	146	97	50
Diciembre	113	153	164	164	121	143	225	174	217	54
Enero	107	147	195	157	0	137	217	167	226	54
Febrero	53	79	105	95	0	79	136	102	98	0
Marzo	48	68	61	80	0	79	99	99	0	15
Abril	17	34	0	26	31	44	31	60	0	0
Mayo	9	9	0	9	22	31	9	41	0	0
Junio	15	15	0	15	26	34	15	43	0	8
Julio	17	17	0	24	29	38	17	48	0	7
Total	601	807	687	952	552	918	1195	1152	637	243

Informe 3.1 - Proyecciones De La Demanda

Kc - Diamante	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase	Papa	Uso Publico
Agosto	0,44	0,45	0,00	0,82	0,68	0,80	0,52	1,00	0,00	1,00
Septiembre	0,51	0,58	0,00	0,92	0,78	0,79	0,91	0,97	0,00	0,97
Octubre	0,61	0,76	0,66	0,90	0,82	0,78	1,15	0,94	0,00	0,94
Noviembre	0,70	0,89	0,70	0,94	0,82	0,84	1,24	0,99	0,71	0,99
Diciembre	0,71	0,91	0,96	0,96	0,75	0,86	1,27	1,01	1,23	1,01
Enero	0,71	0,92	1,17	0,97	0,14	0,87	1,28	1,02	1,33	1,02
Febrero	0,67	0,84	1,01	0,94	0,25	0,84	1,21	0,99	0,96	0,99
Marzo	0,61	0,76	0,71	0,86	0,13	0,85	1,01	1,01	0,00	1,01
Abril	0,46	0,67	0,00	0,57	0,63	0,79	0,63	0,99	0,00	0,99
Mayo	0,37	0,37	0,00	0,37	0,59	0,75	0,37	0,92	0,00	0,92
Junio	0,38	0,38	0,00	0,38	0,59	0,75	0,38	0,93	0,00	0,93
Julio	0,37	0,37	0,00	0,49	0,58	0,74	0,37	0,91	0,00	0,91

Etc - Diamante (mm)	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase	Papa	Uso Publico
Agosto	36	37	0	67	56	66	43	82	0	82
Septiembre	56	64	0	101	85	86	100	106	0	106
Octubre	88	109	95	129	118	113	166	136	0	136
Noviembre	121	154	121	164	142	147	216	173	124	173
Diciembre	143	183	194	194	151	173	255	204	247	204
Enero	139	179	227	189	27	169	249	199	258	199
Febrero	104	130	156	146	39	130	187	153	149	153
Marzo	77	97	90	109	17	108	128	128	0	128
Abril	38	55	0	47	52	65	52	81	0	81
Mayo	22	22	0	22	35	44	22	54	0	54
Junio	19	19	0	19	30	38	19	47	0	47
Julio	21	21	0	28	33	42	21	52	0	52
Total	864	1070	883	1215	785	1181	1458	1415	778	1415

Requerimiento Hidrico Neto (Etc - Precipitación)										
Fecha	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase	Papa	Uso Publico
Agosto	24	25	0	55	44	54	31	70	0	70
Septiembre	39	47	0	84	68	69	83	89	0	89
Octubre	64	85	71	105	94	89	142	112	0	112
Noviembre	96	129	96	139	117	122	191	148	99	148
Diciembre	111	151	162	162	119	141	223	172	215	172
Enero	104	144	192	154	-8	134	214	164	223	164
Febrero	69	95	121	111	4	95	152	118	114	118
Marzo	50	70	63	82	-10	81	101	101	0	101
Abril	19	36	0	28	33	46	33	62	0	62
Mayo	10	10	0	10	23	32	10	42	0	42
Junio	11	11	0	11	22	30	11	39	0	39
Julio	9	9	0	16	21	30	9	40	0	40
Total	607	813	706	958	528	924	1201	1158	651	1158

Informe 3.1 - Proyecciones De La Demanda

Kc - Malargue	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase	Papa	Graminea Natural
Agosto	0,55	0,57	0,00	1,03	0,86	1,02	0,66	1,26	0,00	0,26
Septiembre	0,62	0,70	0,00	1,11	0,93	0,95	1,10	1,16	0,00	0,45
Octubre	0,68	0,84	0,74	1,00	0,91	0,88	1,29	1,05	0,00	0,39
Noviembre	0,78	0,99	0,78	1,06	0,92	0,95	1,39	1,12	0,80	0,50
Diciembre	0,80	1,02	1,08	1,08	0,84	0,97	1,42	1,14	1,38	0,47
Enero	0,79	1,01	1,28	1,07	0,00	0,95	1,41	1,12	1,46	0,49
Febrero	0,75	0,94	1,13	1,06	0,00	0,94	1,36	1,11	1,08	0,35
Marzo	0,67	0,84	0,78	0,95	0,00	0,94	1,11	1,11	0,00	0,38
Abril	0,52	0,75	0,00	0,64	0,71	0,89	0,71	1,11	0,00	0,16
Mayo	0,46	0,46	0,00	0,46	0,73	0,92	0,46	1,13	0,00	0,13
Junio	0,50	0,50	0,00	0,50	0,79	1,00	0,50	1,24	0,00	0,32
Julio	0,48	0,48	0,00	0,64	0,75	0,95	0,48	1,18	0,00	0,25

Etc - Malargue (mm)	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase	Papa	Graminea Natural
Agosto	36	37	0	67	56	66	43	82	0	17
Septiembre	56	64	0	101	85	86	100	106	0	41
Octubre	88	109	95	129	118	113	166	136	0	50
Noviembre	121	154	121	164	142	147	216	173	124	77
Diciembre	143	183	194	194	151	173	255	204	247	84
Enero	139	179	227	189	0	169	249	199	258	86
Febrero	104	130	156	146	0	130	187	153	149	48
Marzo	77	97	90	109	0	108	128	128	0	44
Abril	38	55	0	47	52	65	52	81	0	12
Mayo	22	22	0	22	35	44	22	54	0	6
Junio	19	19	0	19	30	38	19	47	0	12
Julio	21	21	0	28	33	42	21	52	0	11
Total	864	1070	883	1215	702	1181	1458	1415	778	488

Requerimiento Hidrico Neto (Etc - Precipitación)										
Fecha	Vid	Frutal	Horticola	Pastura	Siembra	Olivo	Forestal	Interfase	Papa	Graminea Natural
Agosto	29	30	0	60	49	59	36	75	0	10
Septiembre	46	54	0	91	75	76	90	96	0	31
Octubre	61	82	68	102	91	86	139	109	0	23
Noviembre	99	132	99	142	120	125	194	151	102	55
Diciembre	111	151	162	162	119	141	223	172	215	52
Enero	112	152	200	162	0	142	222	172	231	59
Febrero	65	91	117	107	0	91	148	114	110	9
Marzo	60	80	73	92	0	91	111	111	0	27
Abril	26	43	0	35	40	53	40	69	0	0
Mayo	12	12	0	12	25	34	12	44	0	0
Junio	17	17	0	17	28	36	17	45	0	10
Julio	16	16	0	23	28	37	16	47	0	6
Total	654	860	719	1005	575	971	1248	1205	658	282

ANEXO Nº 8: DEMANDA INDUSTRIAL POR CUENCA Y ACTIVIDAD - RECIBIDA DE DGI

Río Mendoza			
Nomenclatura	**Actividad**	**m3/año**	
Otros	Actividades recreativas y deportivas	4.000	**841.100**
	Recuperacion de materiales de rezago	100	
	Hoteleria	836.000	
	Empresa constructora	1.000	
	Balnearios	-	
Vitivinicultura	Bodegas y elaboraciÃ³n de bebidas alcohol	14.188.897	**17.971.778**
	Derivados vinicos	190.000	
	Concentrados de mostos	650.000	
	Industria vitivinicola	2.292.881	
	Destileria de vinos		
	Concentrados de mostos	650.000	
Cria de animales	Avicultura	193.100	**2.552.450**
	Mataderos y FrigorÃ-ficos	1.423.100	
	Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui	910.000	
	Criadero de gallinas		
	Trozadero de cerdo y fabrica chacinados	20.000	
	Procesamiento de carnes consumo hum/anim		
	Criadero de ganado porcino	6.250	
Depositos	Bodega no elaboradora ni fraccionadora	125.000	**133.800**
	Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc	1.000	
	Deposito de mercaderias	7.800	
Conserveras	Conservacion de productos animal	-	**9.962.120**
	Conservacion de productos frutihorticol	2.000	
	Elab.y fraccionamiento de encurtidos	80.000	
	Industrias conserveras	4.654.100	
	Triturado de tomates	493.170	
	Proc.de Vegetales - almacenamiento-secad	4.719.350	
	Secadero de frutas	13.500	
Olivicultura	Elaboracion de aceite de oliva	190.940	**10.624.220**
	Encurtidos de aceitunas	363.060	
	FabricaciÃ³n y procesamiento de aceites vegetales	31.020	
	Industrializacion de aceituna	10.039.200	
Lavaderos	Lavadero de automoviles, camiones, etc.	1.352.370	**3.906.395**
	Lavadero de Hortalizas	2.454.025	
	Pulido y grabado de vidrios y cristales	90.000	
	Lavado de aridos	10.000	
	Lavado maquinarias y equipos petroleros	-	
Fabricas	Agroindustrias	56.500	**5.577.621**
	Fabric.cremor tartaro-acido metatartaric	2.250	
	Fabrica de agroquimicos	-	
	Fabrica de carbon de coque	-	
	Fabrica de fibrocemento	60	
	Fabrica de materiales de embalaje	2.000	
	Fabricacion carbonato de Ca-Precipitado	-	
	Fabricacion de jabones, sebos, afines	4.500	
	ElaboraciÃ³n de cervezas	2.215.001	
	Papeleras	251.000	
	Elaboracion de grasa comestible	1.400	
	Elaboracion productos alimenticios	1.191.000	
	Industria tambera	17.600	
	Fraccionadoras de vinos	137.000	
	Industria vinagrera	8.380	
	Elab.y Embot.de aguas minerales y gaseos	1.690.850	
	Sidrera	80	
Petroquimicas	PetroquÃ-micas	125.000	**4.714.791**
	Premoldeados de HormigÃ³n	620	
	Prod.Quim.con base vegetal(tartrato calc	3.500.000	
	Fabr.soda caustica-ac.clorhidrico-hipocl	1.000	
	Fabrica de aglomerado	1.000	
	Fabricacion de articulos plasticos	1.000	
	Gomeria	10.000	
	Laborat.con manipul.de prod.quimic-or/in	2.000	
	Industrias que operen con polÃ-meros	1.000	
	Explora-Explota-Indust.de Hidroc.Ã³ Miner	63.000	
	Prod.Ã³ Elabor.de bienes oper c/met.no fe	10.170	
	Refinerias de Petroleo	1.000.001	
Transporte	Estaciones de Servicios	1.020.250	**1.055.780**
	Transp.de efluentes industriales	-	
	Transporte urbano de pasajeros	35.530	
Generacion electrica	Generacion electrica	200.000	**200.000**
Tratamiento de Agua	Planta piloto (agro industrial-U.N.C.)	15.100	**8.387.504**
	Planta potabilizadoras de agua	2.244.000	
	Planta tratamiento de residuos solidos	9.000	
	Plantas de tratami.de efluentes cloacale	6.119.404	

Informe 3.1 - Proyecciones De La Demanda

Tunuyán Inferior			
Nomenclatura	**Actividad**	**m3/año**	
Otros	Actividades recreativas y deportivas	2.000	**3.000**
	Recuperacion de materiales de rezago		
	Hoteleria		
	Empresa constructora		
	Balnearios	1.000	
Vitivinicultura	Bodegas y elaboraciÃ³n de bebidas alcohol	26.828.585	**27.307.585**
	Derivados vinicos		
	Concentrados de mostos		
	Industria vitivinicola	429.000	
	Destileria de vinos	50.000	
	Concentrados de mostos		
Cria de animales	Avicultura	2.000	**226.100**
	Mataderos y FrigorÃ-ficos	110.600	
	Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui		
	Criadero de gallinas	4.500	
	Trozadero de cerdo y fabrica chacinados	8.000	
	Procesamiento de carnes consumo hum/anim	100.000	
	Criadero de ganado porcino	1.000	
Depositos	Bodega no elaboradora ni fraccionadora	11.000	**11.000**
	Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc		
	Deposito de mercaderias		
Conserveras	Conservacion de productos animal		**1.386.350**
	Conservacion de productos frutihorticol	2.000	
	Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui		
	Elab.y fraccionamiento de encurtidos		
	Industrias conserveras	1.329.000	
	Triturado de tomates	10.000	
	Proc.de Vegetales - almacenamiento-secad	26.350	
	Secadero de frutas	19.000	
Olivicultura	Elaboracion de aceite de oliva	81.500	**260.900**
	Encurtidos de aceitunas	155.100	
	FabricaciÃ³n y procesamiento de aceites vegetales	20.000	
	Industrializacion de aceituna	4.300	
Lavaderos	Lavadero de automoviles, camiones, etc.	61.350	**61.350**
	Lavadero de Hortalizas		
	Pulido y grabado de vidrios y cristales		
	Lavado de aridos		
	Lavado maquinarias y equipos petroleros		
Fabricas	Agroindustrias	1.001.000	**1.012.000**
	Fabric.cremor tartaro-acido metatartaric		
	Fabrica de agroquimicos		
	Fabrica de carbon de coque		
	Fabrica de fibrocemento		
	Fabrica de materiales de embalaje		
	Fabricacion carbonato de Ca-Precipitado		
	Fabricacion de jabones, sebos, afines		
	ElaboraciÃ³n de cervezas		
	Papeleras		
	Elaboracion de grasa comestible		
	Elaboracion productos alimenticios		
	Industria tambera		
	Fraccionadoras de vinos		
	Industria vinagrera	1.000	
	ElaboraciÃ³n de cervezas		
	Elab.y Embot.de aguas minerales y gaseos	10.000	
	Sidrera		
Petroquimicas	PetroquÃ-micas		**1.000**
	Premoldeados de HormigÃ³n		
	Prod.Quim.con base vegetal(tartrato calc		
	Fabr.soda caustica-ac.clorhidrico-hipocl		
	Fabrica de aglomerado		
	Fabricacion de articulos plasticos		
	Gomeria		
	Laborat.con manipul.de prod.quimic-or/in		
	Industrias que operen con polÃ-meros	1.000	
	Explora-Explota-Indust.de Hidroc.Ã³ Miner		
	Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc		
	Refinerias de Petroleo		
Transporte	Estaciones de Servicios	20.000	**31.000**
	Transp.de efluentes industriales		
	Transporte urbano de pasajeros	11.000	
Generacion electrica	Generacion electrica		
Tratamiento de Agua	Planta piloto (agro industrial-U.N.C.)		**4.180.003**
	Planta potabilizadoras de agua		
	Planta tratamiento de residuos solidos		
	Plantas de tratami.de efluentes cloacale	4.180.003	

Informe 3.1 - Proyecciones De La Demanda

Tunuyán Superior			
Nomenclatura	**Actividad**	**m3/año**	
Otros	Actividades recreativas y deportivas Recuperacion de materiales de rezago Hoteleria Empresa constructora Balnearios	1.000	**1.000**
Vitivinicultura	Bodegas y elaboraciÃ³n de bebidas alcohol Derivados vinicos Concentrados de mostos Industria vitivinicola Destileria de vinos Concentrados de mostos	2.897.316 1.000	**2.898.316**
Cria de animales	Avicultura Mataderos y FrigorÃ-ficos Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui Criadero de gallinas Trozadero de cerdo y fabrica chacinados Procesamiento de carnes consumo hum/anim Criadero de ganado porcino	52.000 76.250	**128.250**
Depositos	Bodega no elaboradora ni fraccionadora Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc Deposito de mercaderias	2.800	**2.800**
Conserveras	Conservacion de productos animal Conservacion de productos frutihorticol Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui Elab.y fraccionamiento de encurtidos Industrias conserveras Triturado de tomates Proc.de Vegetales - almacenamiento-secad Secadero de frutas	811.000 9.000 2.700.000 165.000 30.000	**3.715.000**
Olivicultura	Elaboracion de aceite de oliva Encurtidos de aceitunas FabricaciÃ³n y procesamiento de aceites vegetales Industrializacion de aceituna		-
Lavaderos	Lavadero de automoviles, camiones, etc. Lavadero de Hortalizas Pulido y grabado de vidrios y cristales Lavado de aridos Lavado maquinarias y equipos petroleros	1.250 330.000	**331.250**
Fabricas	Agroindustrias Fabric.cremor tartaro-acido metatartaric Fabrica de agroquimicos Fabrica de carbon de coque Fabrica de fibrocemento Fabrica de materiales de embalaje Fabricacion carbonato de Ca-Precipitado Fabricacion de jabones, sebos, afines ElaboraciÃ³n de cervezas Papeleras Elaboracion de grasa comestible Elaboracion productos alimenticios Industria tambera Fraccionadoras de vinos Industria vinagrera ElaboraciÃ³n de cervezas Elab.y Embot.de aguas minerales y gaseos Sidrera	 2.212.000 1.000 102.000 402.500	**2.717.500**
Petroquimicas	PetroquÃ-micas Premoldeados de HormigÃ³n Prod.Quim.con base vegetal(tartrato calc Fabr.soda caustica-ac.clorhidrico-hipocl Fabrica de aglomerado Fabricacion de articulos plasticos Gomeria Laborat.con manipul.de prod.quimic-or/in Industrias que operen con polÃ-meros Explora-Explota-Indust.de Hidroc.Ã³ Miner Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc Refinerias de Petroleo	 272.000	**272.000**
Transporte	Estaciones de Servicios Transp.de efluentes industriales Transporte urbano de pasajeros	13.340	**13.340**
Generacion electrica	Generacion electrica		-
Tratamiento de Agua	Planta piloto (agro industrial-U.N.C.) Planta potabilizadoras de agua Planta tratamiento de residuos solidos Plantas de tratami.de efluentes cloacale	1.000 3.890.001	**3.891.001**

Río Diamante			
Nomenclatura	**Actividad**	**m3/año**	
Otros	Actividades recreativas y deportivas	30.000	**75.600**
	Recuperacion de materiales de rezago		
	Hoteleria	15.600	
	Empresa constructora		
	Balnearios	30.000	
Vitivinicultura	Bodegas y elaboraciÃ³n de bebidas alcohol	380.540	**938.140**
	Derivados vinicos		
	Concentrados de mostos		
	Industria vitivinicola	557.600	
	Destileria de vinos		
	Concentrados de mostos		
Cria de animales	Avicultura	45.000	**301.360**
	Mataderos y FrigorÃ-ficos	251.360	
	Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui		
	Criadero de gallinas		
	Trozadero de cerdo y fabrica chacinados		
	Procesamiento de carnes consumo hum/anim		
	Criadero de ganado porcino	5.000	
Depositos	Bodega no elaboradora ni fraccionadora	86.000	**92.000**
	Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc		
	Deposito de mercaderias	6.000	
Conserveras	Conservacion de productos animal		**5.274.750**
	Conservacion de productos frutihorticol		
	Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui		
	Elab.y fraccionamiento de encurtidos		
	Industrias conserveras	4.350.000	
	Triturado de tomates	160.000	
	Proc.de Vegetales - almacenamiento-secad	311.000	
	Secadero de frutas	453.750	
Olivicultura	Elaboracion de aceite de oliva	2.000	**24.500**
	Encurtidos de aceitunas	22.500	
	FabricaciÃ³n y procesamiento de aceites vegetales		
	Industrializacion de aceituna		
Lavaderos	Lavadero de automoviles, camiones, etc.		-
	Lavadero de Hortalizas		
	Pulido y grabado de vidrios y cristales		
	Lavado de aridos		
	Lavado maquinarias y equipos petroleros		
Fabricas	Agroindustrias		**723.350**
	Fabric.cremor tartaro-acido metatartaric		
	Fabrica de agroquimicos		
	Fabrica de carbon de coque		
	Fabrica de fibrocemento		
	Fabrica de materiales de embalaje		
	Fabricacion carbonato de Ca-Precipitado		
	Fabricacion de jabones, sebos, afines		
	ElaboraciÃ³n de cervezas		
	Papeleras		
	Elaboracion de grasa comestible		
	Elaboracion productos alimenticios	350.000	
	Industria tambera		
	Fraccionadoras de vinos	61.350	
	Industria vinagrera		
	ElaboraciÃ³n de cervezas		
	Elab.y Embot.de aguas minerales y gaseos	12.000	
	Sidrera	300.000	
Petroquimicas	PetroquÃ-micas	83	**83**
	Premoldeados de HormigÃ³n		
	Prod.Quim.con base vegetal(tartrato calc		
	Fabr.soda caustica-ac.clorhidrico-hipocl		
	Fabrica de aglomerado		
	Fabricacion de articulos plasticos		
	Gomeria		
	Laborat.con manipul.de prod.quimic-or/in		
	Industrias que operen con polÃ-meros		
	Explora-Explota-Indust.de Hidroc.Ã³ Miner		
	Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc		
	Refinerias de Petroleo		
Transporte	Estaciones de Servicios	75.500	**75.500**
	Transp.de efluentes industriales		
	Transporte urbano de pasajeros		
Generacion electrica	Generacion electrica	200.000	**200.000**
Tratamiento de Agua	Planta piloto (agro industrial-U.N.C.)		**6.878.000**
	Planta potabilizadoras de agua	2.350.000	
	Planta tratamiento de residuos solidos	4.528.000	
	Plantas de tratami.de efluentes cloacale		

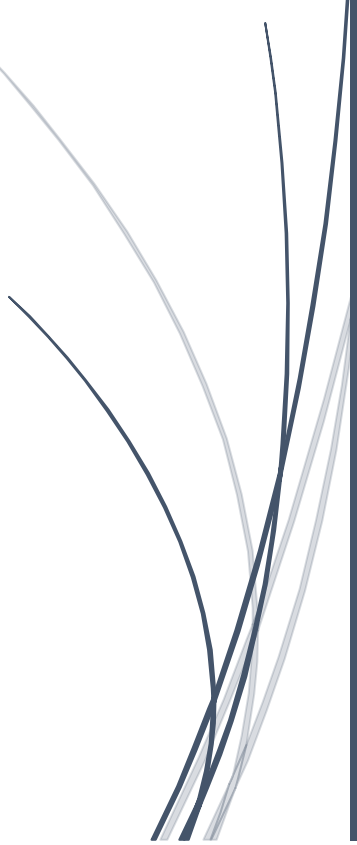
Río Atuel			
Actividad		**Consumo**	
Otros	Actividades recreativas y deportivas Recuperacion de materiales de rezago Hoteleria Empresa constructora Balnearios	1.589.121 279.970	**1.869.091**
Vitivinicultura	Bodegas y elaboraciÃ³n de bebidas alcohol Derivados vinicos Concentrados de mostos Industria vitivinicola Destileria de vinos Concentrados de mostos	284.950 12.510	**297.460**
Cria de animales	Avicultura Mataderos y FrigorÃ-ficos Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui Criadero de gallinas Trozadero de cerdo y fabrica chacinados Procesamiento de carnes consumo hum/anim Criadero de ganado porcino	 25.000 1.000	**26.000**
Depositos	Bodega no elaboradora ni fraccionadora Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc Deposito de mercaderias		-
Conserveras	Conservacion de productos animal Conservacion de productos frutihorticol Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui Elab.y fraccionamiento de encurtidos Industrias conserveras Triturado de tomates Proc.de Vegetales - almacenamiento-secad Secadero de frutas	 1.061.570 8.000 228.220	**1.297.790**
Olivicultura	Elaboracion de aceite de oliva Encurtidos de aceitunas FabricaciÃ³n y procesamiento de aceites vegetales Industrializacion de aceituna	 110	**110**
Lavaderos	Lavadero de automoviles, camiones, etc. Lavadero de Hortalizas Pulido y grabado de vidrios y cristales Lavado de aridos Lavado maquinarias y equipos petroleros	3.750	**3.750**
Fabricas	Agroindustrias Fabric.cremor tartaro-acido metatartaric Fabrica de agroquimicos Fabrica de carbon de coque Fabrica de fibrocemento Fabrica de materiales de embalaje Fabricacion carbonato de Ca-Precipitado Fabricacion de jabones, sebos, afines ElaboraciÃ³n de cervezas Papeleras Elaboracion de grasa comestible Elaboracion productos alimenticios Industria tambera Fraccionadoras de vinos Industria vinagrera ElaboraciÃ³n de cervezas Elab.y Embot.de aguas minerales y gaseos Sidrera	500 1.511.200 201.000 2.000	**1.714.700**
Petroquimicas	PetroquÃ-micas Premoldeados de HormigÃ³n Prod.Quim.con base vegetal(tartrato calc Fabr.soda caustica-ac.clorhidrico-hipocl Fabrica de aglomerado Fabricacion de articulos plasticos Gomeria Laborat.con manipul.de prod.quimic-or/in Industrias que operen con polÃ-meros Explora-Explota-Indust.de Hidroc.Ã³ Miner Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc Refinerias de Petroleo	 291.600	**291.600**
Transporte	Estaciones de Servicios Transp.de efluentes industriales Transporte urbano de pasajeros	50	**50**
Generacion electrica	Generacion electrica	51.450	**51.450**
Tratamiento de Agua	Planta piloto (agro industrial-U.N.C.) Planta potabilizadoras de agua Planta tratamiento de residuos solidos Plantas de tratami.de efluentes cloacale	 75.000	**75.000**

Río Malargüe			
Nomenclatura	**Actividad**	**m3/año**	
Otros	Actividades recreativas y deportivas Recuperacion de materiales de rezago Hoteleria Empresa constructora Balnearios		-
Vitivinicultura	Bodegas y elaboraciÃ³n de bebidas alcohol Derivados vinicos Concentrados de mostos Industria vitivinicola Destileria de vinos		-
	Concentrados de mostos Avicultura Mataderos y FrigorÃ-ficos Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui Criadero de gallinas	1.000	
	Trozadero de cerdo y fabrica chacinados Procesamiento de carnes consumo hum/anim Criadero de ganado porcino Bodega no elaboradora ni fraccionadora Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc		
	Deposito de mercaderias Conservacion de productos animal Conservacion de productos frutihorticol Curtiembres, secado y curaciÃ³n fisic/qui Elab.y fraccionamiento de encurtidos	1.000	
	Industrias conserveras Triturado de tomates Proc.de Vegetales - almacenamiento-secad Secadero de frutas Elaboracion de aceite de oliva		
	Encurtidos de aceitunas FabricaciÃ³n y procesamiento de aceites vegetales Industrializacion de aceituna Lavadero de automoviles, camiones, etc. Lavadero de Hortalizas		
	Pulido y grabado de vidrios y cristales Lavado de aridos Lavado maquinarias y equipos petroleros Agroindustrias Fabric.cremor tartaro-acido metatartaric		
	Fabrica de agroquimicos Fabrica de carbon de coque Fabrica de fibrocemento Fabrica de materiales de embalaje Fabricacion carbonato de Ca-Precipitado		
	Fabricacion de jabones, sebos, afines ElaboraciÃ³n de cervezas Papeleras Elaboracion de grasa comestible Elaboracion productos alimenticios		
	Industria tambera Fraccionadoras de vinos Industria vinagrera ElaboraciÃ³n de cervezas Elab.y Embot.de aguas minerales y gaseos		
	Sidrera PetroquÃ-micas Premoldeados de HormigÃ³n Prod.Quim.con base vegetal(tartrato calc Fabr.soda caustica-ac.clorhidrico-hipocl		
	Fabrica de aglomerado Fabricacion de articulos plasticos Gomeria Laborat.con manipul.de prod.quimic-or/in Industrias que operen con polÃ-meros		
	Explora-Explota-Indust.de Hidroc.Ã³ Miner Almacen.y.Utiliz.de aceites miner/hidroc Refinerias de Petroleo Estaciones de Servicios Transp.de efluentes industriales	63.000 1.000	
	Transporte urbano de pasajeros Generacion electrica Planta piloto (agro industrial-U.N.C.) Planta potabilizadoras de agua Planta tratamiento de residuos solidos		
	Plantas de tratami.de efluentes cloacale		

PLAN MAESTRO PARA EL SECTOR HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Informe 4.1 – Balances Prospectivos

Marzo 2024



Informe 4.1 - Balances Prospectivos

Informe 4.1 - Balances Prospectivos

1. INTRODUCCIÓN 8

2. RESUMEN EJECUTIVO 8

3. OBJETIVO DEL INFORME 9

4. ACTUALIZACIONES PARA LOS INFORMES 2.2 Y 3.2 10

4.1. Informe 2.2 10

4.2. Informe 3.2 15

5. CÁLCULO DE NIVELES DE ABASTECIMIENTO SOSTENIBLES 21

5.1. Metodología 21

5.2. Agua disponible 25

5.3. Nivel de abastecimiento sustentable - Cálculos 31

6. RESUMEN DE LA DEMANDA (INFORME 3.2) 41

6.1. Demanda Poblacional 41

6.2. Demanda agrícola 42

6.3. Otra demanda por tipo 42

6.4. Demanda ambiental en Cuenca Rio Malargüe 43

6.5. Resumen De Las Proyecciones De La Demanda 43

7. PROYECCIÓN EL DÉFICIT ESPERADO EN CADA CUENCA 44

7.1. Oferta recirculada 44

7.2. Déficit Proyectado, Situación Actual sin mejora 46

8. POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA 48

8.1. Eficiencia de aplicación 49

8.2. Eficiencia de conducción 50

8.3. Eficiencia de conducción + Eficiencia de aplicación (mezcla) 51

9. BALANCES HÍDRICOS PROSPECTIVOS 52

9.1. Escenario número 1 – Situación Actual 52

9.2. Escenario número 2 – Total Derechos 58

9.3. Escenario número 3 60

9.4. Resumen de balances hídricos prospectivos 61

10. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE MEJORAS 62

10.1. Aspectos generales 62

10.2. Definición del plan de inversiones 62

10.3. Objetivo 66

11. CONCLUSIONES 67

12. APÉNDICES 68

ANEXO N° 1: COMENTARIOS AL INFORME 4.0 – CFI - RESPUESTA DE MEKOROT (EN ROJO) 68
ANEXO N° 2: COMENTARIOS AL INFORME 4.0 – DGI - RESPUESTA DE MEKOROT (EN ROJO) 71

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1: Resumen - Escenarios 1 y 2 9
Tabla 4-1: Balance Hídrico Global del Acuífero del Río Mendoza (hm3/año) 10
Tabla 4-2: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río Mendoza (2021-2050), en hm3/año 11
Tabla 4-3: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Mendoza (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm^3 12
Tabla 4-4: Producción de agua subterránea recomendada en hm^3 13
Tabla 4-5: Resumen del Agua Disponible Proyectada (Hm^3) 14
Tabla 4-6: Tabla Corregida capítulo 1 (Hm^3) 15
Tabla 4-7: Tabla 2-2 Corregida (Hm^3) 15
Tabla 4-8: Tabla corregida 4-10 - Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Superior 16
Tabla 4-9: Tabla corregida 4-12 - Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Inferior 17
Tabla 4-10: Tabla corregida 4-16 - Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Atuel 17
Tabla 4-11: Tabla corregida 4-19 - Demanda Agrícola Neta y Bruta – Provincia Mendoza 17
Tabla 4-12: Tabla corregida 4-23 - Demanda Bruta - Provincia de Mendoza (Hm^3) 18
Tabla 4-13: Tabla corregida 7-25 - Demanda Poblacional – Resumen (Hm^3) 18
Tabla 4-14: Tabla corregida 7-28 - Demanda agrícola proyectada - Río Tunuyán Superior (Hm^3) 19
Tabla 4-15: Tabla corregida 7-31 - Demanda agrícola proyectada - Río Atuel (Hm^3) 20
Tabla 4-16: Tabla corregida 7-33 - Demanda agrícola proyectada – Provincia de Mendoza (Hm^3) 20
Tabla 4-17: Tabla corregida 7-39 - Resumen de las proyecciones de la demanda (Hm^3) 21
Tabla 5-1: Percentiles de la distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales en los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel y Malargüe para 2030, 2040 y 2050. 29
Tabla 5-2: Percentiles de la distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales totales en la provincia de Mendoza para 2030, 2040 y 2050. 30

Tabla 5-3: Mediana de la distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales totales en la provincia de Mendoza para 2030, 2040 y 2050. Se presenta la reducción esperada para cada década con relación a la situación actual. 30
Tabla 5-4: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Mendoza para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050). Capacidad de Almacenamiento, 395 y 800 Mm^3. 32
Tabla 5-5: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Tunuyán para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 276 y 600 Mm^3.....34
Tabla 5-6: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Atuel para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 352 y 700 Mm^3. 36
Tabla 5-7: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Diamante para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 544 y 1100 Mm^3.....38
Tabla 5-8: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Malargüe para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 0 y 200 Mm^3.....40
Tabla 6-13: Demanda poblacional actual y proyectada (Hm^3). 41
Tabla 6-14: Demanda agrícola proyectada (Hm^3).....42
Tabla 6-15: Otro tipo demanda proyectada (Hm^3).....42
Tabla 6-16: Resumen de las proyecciones de la demanda (Hm^3) 43
Tabla 7-1: Cálculo de la oferta de agua recirculada para la cuenca del río Mendoza (Hm^3) ..45
Tabla 7-2: Cálculo de la oferta de agua recirculada para la cuenca del río Tunuyán 46
Tabla 7-3: Cálculo de la oferta de agua recirculada para la cuenca del río Diamante 46
Tabla 7-4: Cálculo del Déficit - Río Mendoza (Hm^3).....47
Tabla 7-5: Cálculo del Déficit - Río Tunuyán (Hm^3).....47
Tabla 7-7: Cálculo del Déficit - Río Diamante (Hm^3) 48
Tabla 7-8: Cálculo del Déficit - Río Atuel (Hm^3) 48
Tabla 7-9: Cálculo del Déficit - Río Malargüe (Hm^3) 48
Tabla 8-1: Eficiencias promedio de Aplicación 49
Tabla 8-2: Mejora de la eficiencia de la Aplicación 50

Tabla 8-3: Eficiencias promedio de Conducción 50
Tabla 8-4: Mejora de la eficiencia de la Conducción 50
Tabla 8-5: Mejora de la eficiencia de la Conducción y Aplicación 51
Tabla 8-6: Resumen del potencial de reducción de la demanda de agua 51
Tabla 9-1: Hectáreas por fuente, Río Mendoza. 52
Tabla 9-2: Balance Hídrico, Río Mendoza - Ha Cultivadas. 53
Tabla 9-3: Hectáreas por fuente, Río Tunuyán. 54
Tabla 9-4: Balance Hídrico, Río Tunuyán - Ha Cultivadas. 54
Tabla 9-5: Hectáreas por fuente, Río Diamante 55
Tabla 9-6: Balance Hídrico, Río Diamante - Ha Cultivadas. 55
Tabla 9-7: Hectáreas por fuente, Río Atuel 56
Tabla 9-8: Balance Hídrico, Río Atuel - Ha Cultivadas.....56
Tabla 9-9: Hectáreas por fuente, Río Malargüe.....57
Tabla 9-10: Balance Hídrico, Río Malargüe - Ha Cultivadas.....57
Tabla 9-11: Escenario 2 – Ha. Cultivadas 58
Tabla 9-12: Escenario 2 – Balance Hídrico 59
Tabla 9-13: Escenario 3 – Ha. Cultivadas 60
Tabla 9-14: Escenario 3 – Balance Hídrico 60
Tabla 9-15: Resumen 61

LISTA DE FIGURAS

Figura 4-1: Extracciones recomendadas y variación en el almacenamiento del acuífero. Tunuyan Inferior 14
Figura 4-2: Figura 2-1 actualizada 16
Figura 4-3: Figura 2-2 actualizada 16
Figura 5-1: Proyección de caudales anuales en el río Mendoza.....22
Figura 5-2: Proyección de caudales anuales en el río Mendoza y confiabilidad para un nivel de abastecimiento de 1.000 Mm3 por año. 23
Figura 5-3: Proyección de caudales anuales en el río Mendoza y nivel de abastecimiento de 1200 Mm3/año. 23
Figura 5-4: Ejemplo de escenario futuro y nivel de abastecimiento propuesto (línea roja). ..24

Figura 5-5: Cuencas hídricas usadas para la modelización hidrológica con HBV.IANIGLA. Se marcan los puntos de cierre de estas (círculos amarillos) y las estaciones hidrometeorológicas analizadas y procesadas (círculos negros). (IANIGLA, 2023).....26
Figura 5-6: Distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales en los ríos (a) Mendoza, (b) Tunuyán, (c) Diamante, (d) Atuel y (e) Malargüe para 2030, 2040 y 2050. 27
Figura 5-7: Río Mendoza variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (395 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.....31
Figura 5-8: Río Mendoza variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija que duplica la existente (800 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. ...32
Figura 5-9: Río Tunuyán variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (276 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 33
Figura 5-10: Río Tunuyán variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija que duplica la existente (600 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.....34
Figura 5-11: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (352 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 35
Figura 5-12: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija que duplica la existente (700 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 36
Figura 5-13: Río Diamante variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (544 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 37
Figura 5-14: Río Diamante variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija que duplica la existente (1100 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050...38
Figura 5-15: Río Malargüe variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (0 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 39

Figura 5-15: Río Malargüe variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (0 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 40

LISTA DE APÉNDICES (ARCHIVO ZIP)

Escenario 1 ---------- Archivos Excel - todas las cuencas - (Archivo Zip)
Escenario 2 ---------- Archivos Excel - todas las cuencas - (Archivo Zip)
Escenario 3 ---------- Archivos Excel - todas las cuencas - (Archivo Zip)

1. INTRODUCCIÓN

El informe presenta tres escenarios futuros para la evaluación del balance hídrico en la provincia de Mendoza.

Dichos escenarios se realizaron con base en la demanda proyectada (informe Nº 3.2 - Proyecciones de demanda) y la oferta hídrica proyectada (informe Nº 2.2 - Proyecciones de la Oferta).

Se presenta la oferta hídrica sostenible en función de la oferta disponible actual y el volumen de almacenamiento existente en cada cuenca.

Los déficits proyectados resultantes del balance indican la necesidad de implementar mejoras en el futuro.

El objetivo del Informe Nº 5 es definir las actividades para disminuir la demanda, aumentar la eficiencia del suministro de agua y reducir al mínimo el déficit.

2. RESUMEN EJECUTIVO

El Informe Nº 4 aborda el balance hídrico de la Provincia de Mendoza, proyectando tres escenarios prospectivos:

1. La situación actual, considerando la superficie cultivada actual.
2. Un escenario que incluye la totalidad de la superficie, con derecho de riego, cultivada
3. Un escenario que contempla una adición del 50% de las hectáreas con derecho.

El balance hídrico se efectúa con un horizonte temporal hacia los años 2030, 2040 y 2050.

La siguiente tabla presenta un resumen del primer y segundo escenario, incluyendo las hectáreas cultivadas, la demanda total y el déficit resultante para los años 2020, 2030, 2040 y 2050.

Tabla 2-1: Resumen - Escenarios 1 y 2

		Escenario 1				Escenario 2			
	Cuenca	HA. Cultivadas	Oferta Total (Hm³)	Demanda Bruta (Hm³)	Déficit (Hm³)	HA. Cultivadas	Oferta Total (Hm³)	Demanda Bruta (Hm³)	Déficit (Hm³)
2020	Mendoza	91.824	1.836	2.157	-320	122.272	1.856	2.741	-885
	Tunuyán	141.643	2.538	2.524	14	198.109	2.760	3.405	-645
	Diamante	45.280	1.226	1.276	-50	73.593	1.298	1.990	-692
	Atuel	53.620	1.131	997	134	85.662	1.131	1.565	-434
	Malargüe	7.839	240	153	87	7.839	240	153	87
2030	Mendoza	91.824	1.739	2.296	-557	122.272	1.760	2.915	-1.155
	Tunuyán	141.643	2.522	2.602	-80	198.109	2.751	3.506	-755
	Diamante	45.280	1.196	1.370	-175	73.593	1.273	2.138	-865
	Atuel	53.620	1.071	1.032	39	85.662	1.071	1.620	-549
	Malargüe	7.839	230	159	71	7.839	230	159	71
2040	Mendoza	91.824	1.698	2.331	-633	122.272	1.719	2.950	-1.232
	Tunuyán	141.643	2.550	2.667	-117	198.109	2.783	3.590	-807
	Diamante	45.280	1.116	1.391	-275	73.593	1.195	2.168	-973
	Atuel	53.620	959	1.054	-94	85.662	959	1.653	-694
	Malargüe	7.839	190	162	28	7.839	190	162	28
2050	Mendoza	91.824	1.597	2.369	-772	122.272	1.618	2.989	-1.371
	Tunuyán	141.643	2.531	2.733	-202	198.109	2.769	3.675	-906
	Diamante	45.280	998	1.411	-413	73.593	1.078	2.198	-1.120
	Atuel	53.620	839	1.076	-237	85.662	839	1.687	-848
	Malargüe	7.839	150	165	-15	7.839	150	165	-15

3. OBJETIVO DEL INFORME

El Informe Nº 4 está enfocado en la evaluación del déficit, actual y proyectado, resultante de la demanda hídrica actual y proyectada considerando la gestión sustentable del recurso hídrico.

4. ACTUALIZACIONES PARA LOS INFORMES 2.2 Y 3.2

4.1. INFORME 2.2

El Informe N° 2.2 trata de las proyecciones de disponibilidad de recursos hídricos para la Provincia de Mendoza. Las proyecciones se realizaron para los años 2030, 2040 y 2050. Este capítulo presenta algunas correcciones a la oferta hídrica actual y proyectada en comparación con el informe 2.2.

4.1.1. CAPÍTULO 6

Rio Mendoza

En la Tabla 6-9 del Informe 2.2, se omitió el sector de margen derecha del rio Mendoza. Debido a que el análisis se realiza sobre el agua subterránea de toda el área de influencia del oasis irrigado del río Mendoza, en la Tabla 4-1 del presente informe, se presentan los valores actualizados contemplando el balance del acuífero de margen derecha

Tabla 4-1: Balance Hídrico Global del Acuífero del Río Mendoza (hm3/año)

Año	Derrame Río Mendoza (Hm^3)	Ingresos al acuífero (Hm^3)	Extracciones del acuífero (Hm^3)	Salidas de acuífero (Hm^3)	Variación en el almacenamiento (Hm^3)
2001	1688	1091	295	787	9
2002	1603	1107	243	849	15
2003	1870	1141	333	788	20
2004	1446	1179	411	812	-45
2005	1117	992	437	644	-90
2006	2297	1188	331	776	81
2007	2033	1178	253	849	76
2008	1563	1080	301	792	-13
2009	2005	1180	293	834	53
2010	1473	1065	366	753	-53
2011	844	919	528	580	-189
2012	1003	908	540	560	-192
2013	1043	949	501	612	-164
2014	1080	1049	443	747	-141
2015	989	1020	439	707	-126
2016	1378	1063	271	806	-14
2017	1542	1081	215	810	56
2018	1058	953	399	665	-111
2019	964	1000	503	635	-138
2020	864	891	444	589	-142

La siguiente tabla es la versión corregida de la Tabla 6-10.

Tabla 4-2: Balance Hídrico Global proyectado del Acuífero del Río Mendoza (2021-2050), en hm3/año

Año	Oferta proyectada (Hm^3)	Ingresos al acuífero (Hm^3)	*Extracciones del acuífero (Hm^3)	Salidas de acuífero (Hm^3)	Variación en el almacenamiento (Hm^3)
2021	778	929	488	619	-177
2022	1.263	1026	401	706	-81
2023	1.193	1012	413	694	-95
2024	1.438	1061	369	738	-46
2025	880	949	469	637	-157
2026	1.091	991	432	675	-115
2027	1.110	995	428	679	-112
2028	1.237	1021	405	702	-86
2029	920	957	462	644	-149
2030	1.507	1075	357	750	-33
2031	1.100	993	430	677	-113
2032	707	915	500	606	-192
2033	771	927	489	617	-179
2034	2.303	1233	214	894	125
2035	939	961	459	648	-146
2036	1.035	980	442	665	-126
2037	853	944	474	632	-163
2038	1.235	1020	406	701	-87
2039	977	969	452	655	-138
2040	922	958	462	645	-149
2041	1.384	1050	379	728	-57
2042	1.371	1047	381	726	-60
2043	1.226	1018	407	700	-88
2044	927	959	461	646	-148
2045	780	929	487	619	-177
2046	1.027	979	443	664	-128
2047	964	966	454	652	-140
2048	1.224	1018	408	699	-89
2049	798	933	484	622	-174
2050	894	952	467	640	-155

* *Extracciones del acuífero (Hm^3/ Año) - según registros anteriores.*

La siguiente tabla es la versión corregida de la Tabla 6-17.

Tabla 4-3: Volumen de almacenamiento acumulado en el acuífero Mendoza (asumiendo que no hay producción de agua subterránea), en hm^3

Mendoza			
Año	**Oferta proyectada en 5 años (Hm^3)**	**Variación del almacenamiento en 5 años (Hm^3)**	**Volumen acumulado (Hm^3)**
2025	5.552	1.583	1.583
2030	5.865	1.589	3.172
2035	5.819	1.588	4.759
2040	5.022	1.573	6.332
2045	5.689	1.585	7.917
2050	4.907	1.570	9.488

Correcciones generales al capítulo 6 del Informe 2.2

En el citado capitulo se realiza un análisis prospectivo, basado en los modelos WEAP de las cuencas provistos por el DGI. En el mismo, se toman valores de oferta proyectada para el periodo 2021 a 2050, y se estiman los valores de las variables que componen el Balance Hídrico de los acuíferos bajo influencia de las áreas bajo riego.

Los valores de oferta proyectada se establecen para toda la provincia, y luego se asigna a cada cuenca una proporción de los mismos. Debido a ajustes en estas proporciones de asignación, se han recalculado los balances hídricos de los acuíferos, obteniendo valores diferentes de volumen de explotación recomendados, los cuales no invalidan las conclusiones generales del reporte 2.2, pero es necesario realizar el ajuste para continuar con el análisis de las cuencas.

La siguiente tabla es la versión corregida de la Tabla 6-20, donde se exponen los valores de producción recomendada para cada cuenca.

Tabla 4-4: Producción de agua subterránea recomendada en hm^3

Año	2030		2040		2050	
Cuenca	Volumen acumulado en 10 años (Hm^3)	Producción media anual recomendada de agua subterránea (Hm^3)	Volumen acumulado en 10 años (Hm^3)	Producción media anual recomendada de agua subterránea (Hm^3)	Volumen acumulado en 10 años (Hm^3)	Producción media anual recomendada de agua subterránea (Hm^3)
Mendoza	3172	317	6332	316	9488	316
Tunuyán Inferior*	1.279	128	2.654	138	4.071	142
Tunuyán Superior	4.995	500	9.914	492	14.801	489
Atuel	512	51	1.006	49	1.493	49
Diamante	186	19	338	15	476	14

* En el cálculo de la producción anual recomendada de agua subterránea en el río Tunuyán Inferior, los valores aumentan sensiblemente con el paso del tiempo. Esto se genera debido a una diferencia en las tendencias entre la recarga y los egresos calculados por el modelo utilizado. Cabe destacar que, las extracciones recomendadas disminuyen considerablemente con respecto a los valores de extracción estimados en la actualidad, debido al proceso metodológico de obtención de la extracción de agua sustentable. El cual busca no tener variaciones en el almacenamiento bajo las condiciones de oferta hídrica proyectada a futuro. En el siguiente gráfico se expresan los valores de extracciones estimadas para el periodo 2001 a 2020, los valores de extracción recomendados a partir del año 2021 y la variación en el almacenamiento del acuífero, tanto para los años 2000 a 2020, como para los años 2021 a 2050.

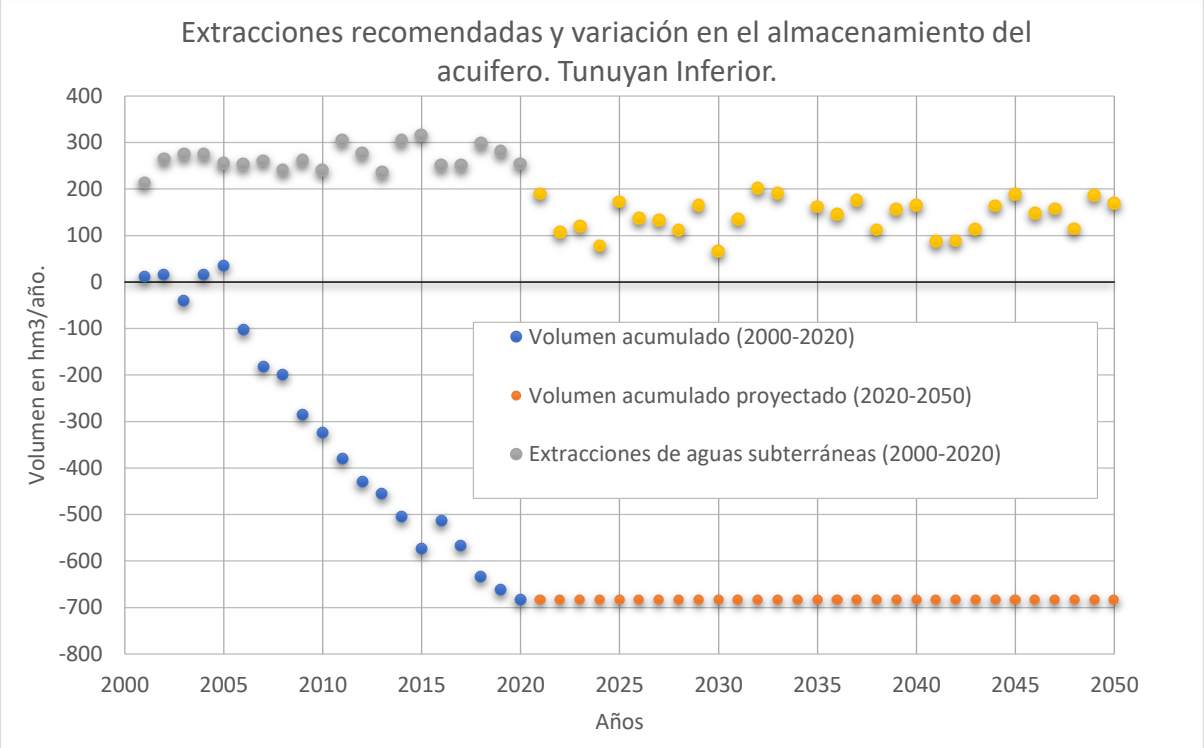


Figura 4-1: Extracciones recomendadas y variación en el almacenamiento del acuífero. Tunuyan Inferior

La siguiente tabla es la versión corregida de la Tabla 6-23.

Tabla 4-5: Resumen del Agua Disponible Proyectada (Hm^3)

Década	Fuente	Mendoza	Atuel	Diamante	Malargüe	Tunuyán	Total, Provincia
2030	Agua Superficial (Hm^3)	1.506	1.006	1.148	329	1.551	5.540
	*Agua Subterránea (Hm^3)	317	51	19	-	740	1.127
	**Agua Tratada (Hm^3)	119	10	14	3	39	185
	Total Cuenca (Hm^3)	1.942	1.067	1.181	332	2.330	6.852
2040	Agua Superficial (Hm^3)	922	615	703	202	830	3.272
	*Agua Subterránea (Hm^3)	316	50	15	-	712	1.093
	Agua Tratada (Hm^3)	129	10	14	3	42	198
	Total Cuenca (Hm^3)	1.367	675	732	205	1.584	4.563
2050	Agua Superficial (Hm^3)	893	596	681	195	857	3.222
	*Agua Subterránea (Hm^3)	316	49	14		658	1.037
	Agua Tratada (Hm^3)	139	11	15	4	45	214
	Total Cuenca (Hm^3)	1.348	656	710	199	1.560	4.473

** Aguas Subterráneas según la gestión sostenible del acuífero*

*** Agua Tratada - potencial, excede la capacidad de tratamiento actual*

4.2. INFORME 3.2

El Informe Nº 3.2 trata de las proyecciones de demanda de agua para los sectores Agrícola, Poblacional, Industrial y otros en la Provincia de Mendoza. Las proyecciones se realizaron para los años 2030, 2040 y 2050.

Este capítulo presenta algunas correcciones a la demanda actual y proyectada en comparación con el informe 3.

4.2.1. CAPÍTULO 1

La siguiente tabla es la versión corregida de la proyección de la demanda para 2030, 2040 y 2050

Tabla 4-6: Tabla Corregida capítulo 1 (Hm^3)

Año	Poblacional (Hm^3)	Agricultura (Hm^3)	Otra (Hm^3)	Total (Hm^3)
2020	461	6.510	135	7.106
2030	497	6.681	148	7.325
2040	536	6.769	163	7.468
2050	578	6.858	179	7.615

4.2.2. CAPÍTULO 2

En la tabla 4-7, se presentan los datos corregidos de la demanda Poblacional y Agrícola:

Tabla 4-7: Tabla 2-2 Corregida (Hm^3)

Sector	Demanda de Agua
Poblacional (hm^3)	461
Agricultura (hm^3)	6.510
Otra (hm^3)	135
Total (hm^3)	7.106

Las siguientes figuras son figuras actualizadas 2-1 y 2-2.

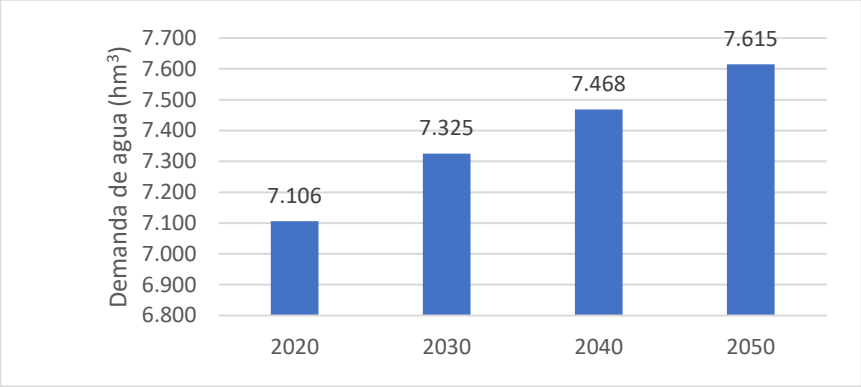


Figura 4-2: Figura 2-1 actualizada

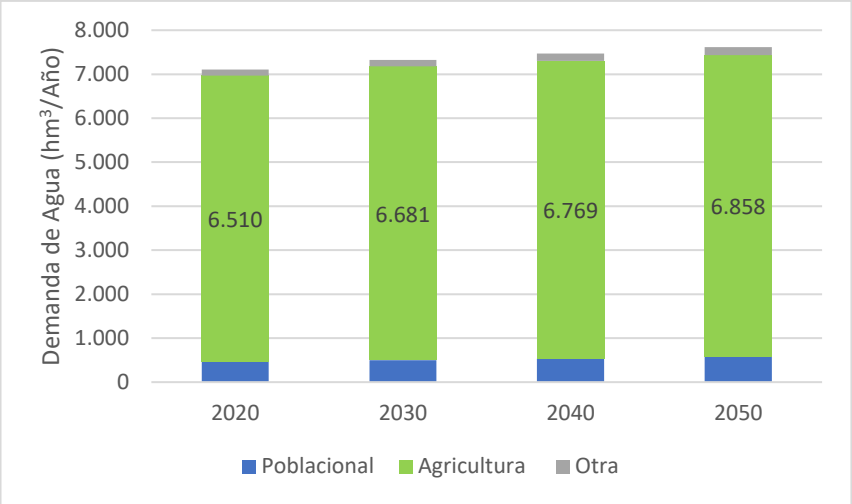


Figura 4-3: Figura 2-2 actualizada

4.2.3. CAPÍTULO 4

Sección 4.2 - Tabla 4-10: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Superior - la demanda bruta fue corregida, los valores correctos en la siguiente tabla:

Tabla 4-8: Tabla corregida 4-10 - Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Superior

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm³)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm³)**
Dotada en Dique Valle de Uco	98,1	32%	306,9
Dotada por Manantiales	56,3	34%	164,3
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	142,3	30%	476,1
Agua Subterránea exclusiva	127,1	43%	295,5
Total	**423,7**	**34%**	**1.42,9**

Sección 4.2 - Tabla 4-12: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Inferior - la demanda bruta estaba equivocada, los valores correctos en la siguiente tabla:

Tabla 4-9: Tabla corregida 4-12 - Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Inferior

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en dique Tiburcio Benegas	437,4	46%	943,3
Agua Subterránea exclusiva	106,6	54%	199,2
Superficie Total	**544,0**	**48%**	**1.142,5**

Sección 4.2 - Tabla 4-16: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Atuel - la demanda bruta estaba equivocada, los valores correctos en la siguiente tabla:

Tabla 4-10: Tabla corregida 4-16 - Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Atuel

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	**Demanda Neta (Hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (Hm^3)**
Dotada en dique Valle Grande	396,4	42%	945,7
Dotada en Tomas Superiores	11,4	43%	26,7
Total	**407,8**	**42%**	**972,4**

Sección 4.2 - Tabla 4-19: Demanda Agrícola Neta y Bruta – Provincia Mendoza - los valores correctos en la siguiente tabla:

Tabla 4-11: Tabla corregida 4-19 - Demanda Agrícola Neta y Bruta – Provincia Mendoza

2020			
Rio	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Mendoza	776,3	44%	1.778,6
Tunuyán Superior	423,7	34%	1.242,9
Tunuyán Inferior	544,0	48%	1.142,5
Diamante	379,3	31%	1.230,0
Atuel	407,8	42%	972,4
Malargüe	64,8	45%	144,0
Total	**2.595,9**	**40%**	**6.510,4**

Sección 4.4 - Tabla 4-23: Demanda Bruta - Provincia de Mendoza - los valores correctos en la siguiente tabla:

Tabla 4-12: Tabla corregida 4-23 - Demanda Bruta - Provincia de Mendoza (Hm^3)

Demanda Bruta	Mendoza	Tunuyán Superior	Tunuyán Inferior	Diamante	Atuel	Malargüe	Total Provincia
Poblacional (Hm^3)	312,2	30,0	60,0	31,0	19,0	8,5	460,7
Agricultura (Hm^3)	1.778,6	1.242,9	1.142,5	1.230,0	972,4	144,0	6.510,4
Otros Usos (Hm^3)	65,9	14,0	34	15	6	0	134,9
Total	**2.156,7**	**1.286,9**	**1.236,5**	**1.275,9**	**997,4**	**152,5**	**7.106,0**

4.2.4. CAPÍTULO 7

A continuación, se muestra la parte corregida de la tabla referente a Malargüe, y el valor total corregido de la tabla 7-25 (Sección 7.1).

Tabla 4-13: Tabla corregida 7-25 - Demanda Poblacional – Resumen (Hm^3)

Rio Malargüe Demanda	2020 (Hm^3)	2030 (Hm^3)	2040 (Hm^3)	2050 (Hm^3)
Demanda	6,3	6,8	7,4	8,1
Pérdidas del sistema 26%	2,2	2,4	2,6	2,9
Consumo Poblacional proyectado	8,5	9,3	10,1	11,0
Total, Demanda Neta	**260,9**	**281,2**	**303,1**	**326,8**
Total, Suministro	**460,7**	**497,0**	**536,0**	**577,8**

Sección 7.2 En la tabla 7-28 - Demanda agrícola proyectada - Río Tunuyán Superior, se calculó mal la demanda bruta, a continuación, se muestran los valores correctos:

Tabla 4-14: Tabla corregida 7-28 - Demanda agrícola proyectada - Río Tunuyán Superior (Hm^3)

2030			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Valle de Uco	101,2	32%	316,5
Dotada por Manantiales	57,7	34%	168,5
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	146,5	30%	490,2
Agua Subterránea exclusiva	130,9	43%	304,5
Total	**436,3**	**34%**	**1.279,8**
2040			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Valle de Uco	103,3	32%	323,3
Dotada por Manantiales	58,8	34%	171,8
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	149,6	30%	500,5
Agua Subterránea exclusiva	133,7	43%	310,9
Total	**445,5**	**34%**	**1.306,6**
2050			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en Dique Valle de Uco	105,5	32%	330,1
Dotada por Manantiales	59,9	34%	175,0
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	152,7	30%	510,8
Agua Subterránea exclusiva	136,5	43%	317,4
Total	**454,6**	**34%**	**1.333,3**

Sección 7.2 En la tabla 7-31 - Demanda agrícola proyectada - Río Atuel, se calculó mal la demanda bruta, a continuación, se muestran los valores correctos:

Tabla 4-15: Tabla corregida 7-31 - Demanda agrícola proyectada - Río Atuel (Hm^3)

2030			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en dique Valle Grande	410,2	42%	978,5
El Sosneado y la Junta	11,8	43%	27,6
Total	**422,0**	**42%**	**1.006,1**
2040			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en dique Valle Grande	418,4	42%	998,2
El Sosneado y la Junta	12,1	43%	28,2
Total	**430,5**	**42%**	**1.026,4**
2050			
Fuente principal	**Demanda Neta (hm^3)**	**Eficiencia (%)**	**Demanda Bruta (hm^3)**
Dotada en dique Valle Grande	426,7	42%	1.017,9
El Sosneado y la Junta	12,3	43%	28,7
Total	**439,0**	**42%**	**1.046,6**

Sección 7.2 En la tabla 7-33 - Demanda agrícola proyectada – Provincia de Mendoza, se calculó mal la demanda bruta, a continuación, se muestran los valores correctos:

Tabla 4-16: Tabla corregida 7-33 - Demanda agrícola proyectada – Provincia de Mendoza (Hm^3)

Década	**2020**		**2030**		**2040**		**2050**	
Rio	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)
Mendoza	776,3	1.778,6	823,3	1.886,1	823,9	1.887,2	824,4	1.888,4
Tunuyán Superior	423,7	1.242,9	436,3	1.279,8	445,5	1.306,6	454,6	1.333,3
Tunuyán Inferior	544,0	1.142,5	557,3	1.056,9	569,0	1.078,9	580,6	1.100,9
Diamante	379,3	1.230,0	407,6	1.321,5	412,8	1.338,3	418,0	1.355,1
Atuel	407,8	972,4	422,0	1.006,1	430,5	1.026,4	439,0	1.046,6
Malargüe	64,8	144,0	67,5	150,1	68,4	152,0	69,2	153,8
Total	**2.595,9**	**6.510,4**	**2.714,2**	**6.700,4**	**2.750,0**	**6.789,3**	**2.785,9**	**6.878,3**

Sección 7.4 En la tabla 7-39 - Resumen de las proyecciones de la demanda, se calculó mal la demanda, a continuación, se muestran los valores correctos:

Tabla 4-17: Tabla corregida 7-39 - Resumen de las proyecciones de la demanda (Hm^3)

Década	2030				2040				2050			
Rio	Poblacional (hm^3)	Agricultura (hm^3)	Otra (hm^3)	Total (hm^3)	Poblacional (hm^3)	Agricultura (hm^3)	Otra (hm^3)	Total (hm^3)	Poblacional (hm^3)	Agricultura (hm^3)	Otra (hm^3)	Total (hm^3)
Mendoza	337	1.886	72	2.295	364	1.887	80	2.331	394	1.888	87	2.369
Tunuyán Superior	33	1.280	15	1.328	36	1.307	17	1.360	40	1.333	19	1.392
Tunuyán Inferior	65	1.057	38	1.160	70	1.079	42	1.191	75	1.101	46	1.222
Diamante	33	1.322	16	1.370	35	1.338	18	1.391	36	1.355	20	1.411
Atuel	20	1.006	6	1.032	21	1.026	7	1.054	22	1.047	7	1.076
Malargüe	9	150	0	159	10	152	0	162	11	154	0	165
Total	**497**	**6.700**	**148**	**7.345**	**536**	**6.789**	**163**	**7.488**	**578**	**6.878**	**179**	**7.636**

5. CÁLCULO DE NIVELES DE ABASTECIMIENTO SOSTENIBLES

5.1. METODOLOGÍA

La presentación del recurso hídrico muestra una amplia variabilidad tanto estacional (dentro del año) como interanual. Por lo tanto, es esencial realizar una evaluación exhaustiva de las variaciones hidro-climáticas y las tendencias de cambio para comprender, mitigar y adaptarse a las mismas.

La planificación a largo plazo implica definir cuánto es posible abastecer de manera constante cada año y prepararse para enfrentar los cambios.

En el gráfico siguiente se presentan las proyecciones de derrame realizadas por IANIGLA para el río Mendoza, considerando el escenario SSP 5.85 del cambio climático. Si no existiera capacidad de regulación en esa cuenca (que actualmente es de unos 395 hm^3), el derrame mínimo proyectado (664 hm^3) sería el que define el nivel de abastecimiento sostenible, bajo las condiciones del citado escenario de emisiones.

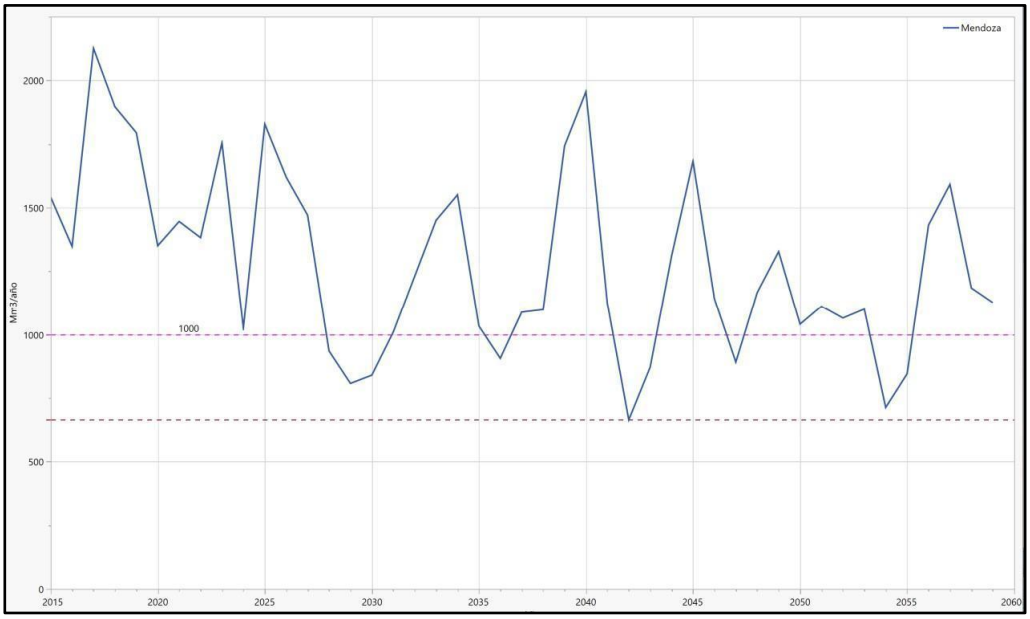


Figura 5-1: Proyección de caudales anuales en el río Mendoza

A modo de ejemplo teórico, si el nivel de abastecimiento fuera fijado en 1.000 hm^3, habrían años en los que no sería posible abastecer el nivel propuesto: 2 años en la década del 2020/30, 2 años en la década del 2030/40 y 3 años en la década del 2040/50 (*Figura 5-2*).

Se define a la confiabilidad como la cantidad de años que es posible cumplir ese nivel de abastecimiento en cada década, por lo tanto, si existen 2 años sobre 10 que no se abastece ese nivel, la confiabilidad es del 80%. Retomando el ejemplo práctico, para un nivel de abastecimiento de 1.000 hm^3 por año, la confiabilidad para cada década sería del 80% para 2020/30; 80% para 2030/40 y del 70% para 2040/50.

Si el sistema posee un volumen de almacenamiento (reservorio de regulación), el mismo debe ser considerado a la hora de estimar su nivel de confiabilidad. El almacenar excedentes de agua en años de derrames mayores para ser usados en los años en los cuales los derrames son menores que el nivel de abastecimiento fijado, permite aumentar esos niveles de abastecimiento e incrementar la confiabilidad del sistema.

En la actualidad la capacidad de regulación (capacidad de los embalses) en los ríos de la provincia es menor que el derrame de sus ríos, por lo tanto, la regulación es estacional, utilizando el agua almacenada en los embalses que excede las demandas del ciclo anterior para satisfacer las demandas de la primavera siguiente.

En el ejemplo anterior, considerando la existencia de embalses de regulación, todos los años en los cuales habría más de 1.000 hm^3, los excesos podrían almacenarse para ser usados en

los años con menos de 1.000 hm^3, lo que elevaría la confiabilidad a un 100% para ese nivel de abastecimiento.

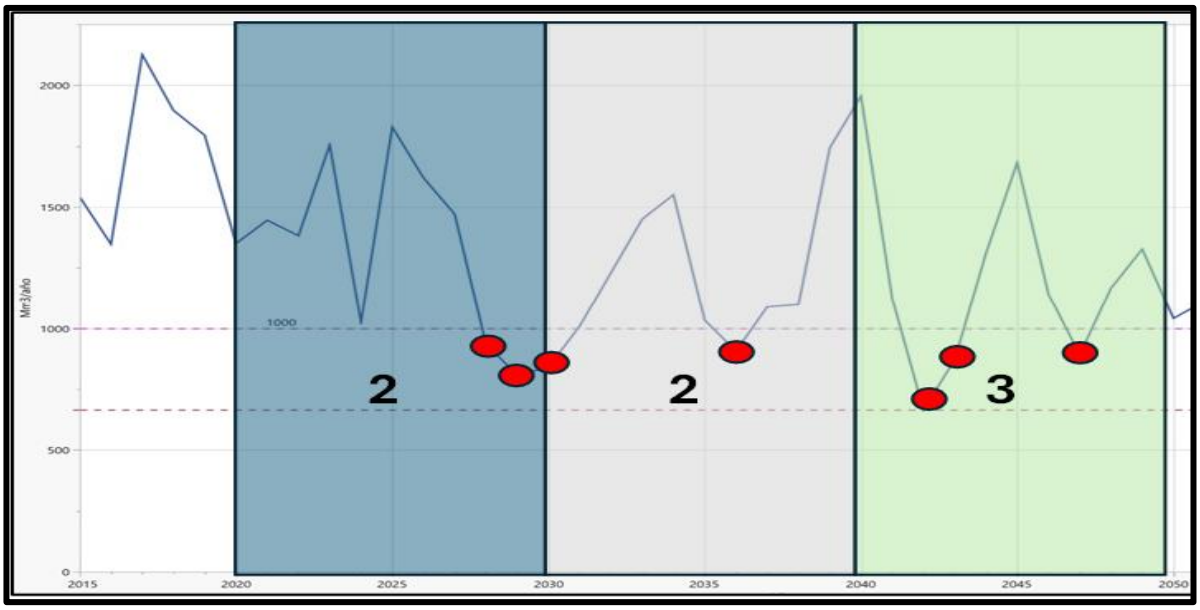


Figura 5-2: Proyección de caudales anuales en el río Mendoza y confiabilidad para un nivel de abastecimiento de 1.000 Mm3 por año.

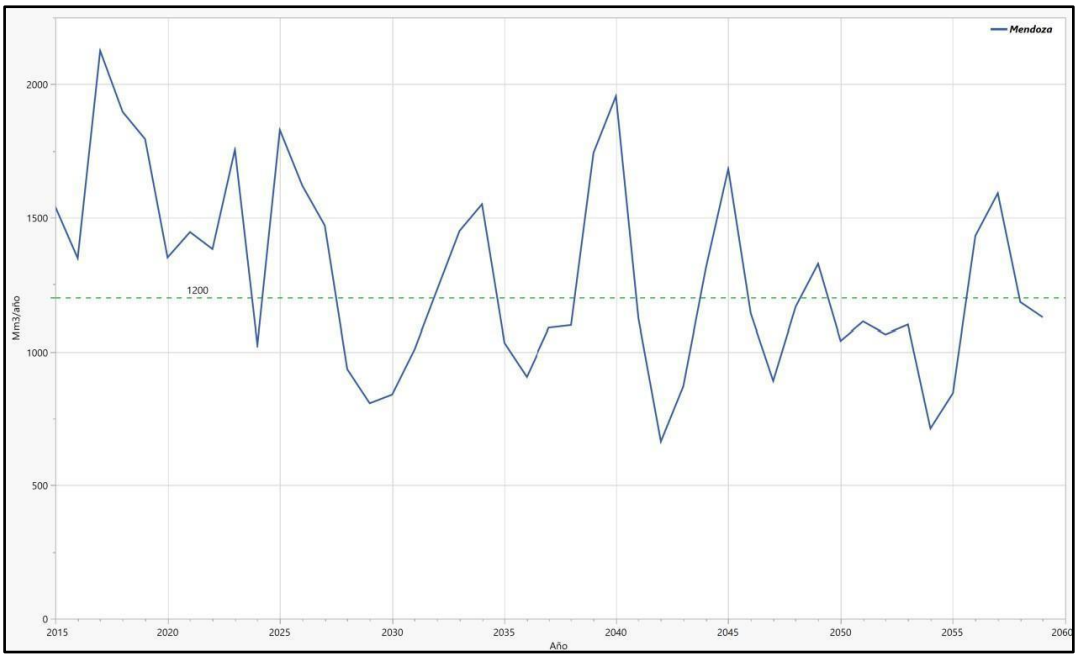


Figura 5-3: Proyección de caudales anuales en el río Mendoza y nivel de abastecimiento de 1200 Mm3/año.

Un nivel de abastecimiento de 1.200 hm^3, (ver Figura 5-3) tiene la misma cantidad de años por encima y por debajo de ese valor, lo que inicialmente podría sugerir que, si la capacidad

de almacenamiento es suficiente, este sería un nivel de abastecimiento con una confiabilidad del 100%.

Sin embargo, esto no es necesariamente así. El cálculo debe considerar escenarios en los que se evalúe una sucesión determinada de años, calculando si en cada año es posible abastecer el nivel propuesto. Esto implica utilizar el almacenamiento existente cuando sea necesario y aumentarlo en los años con excedentes. Es importante tener en cuenta que habrá años con excedentes en los que no será posible almacenar más agua debido a que la capacidad de almacenamiento estará completa, y también habrá años de sequía en los que los embalses no tendrán suficiente agua para completar el abastecimiento requerido. Por lo tanto, para el cálculo de la confiabilidad real de un nivel de abastecimiento se debe considerar estos diversos escenarios.

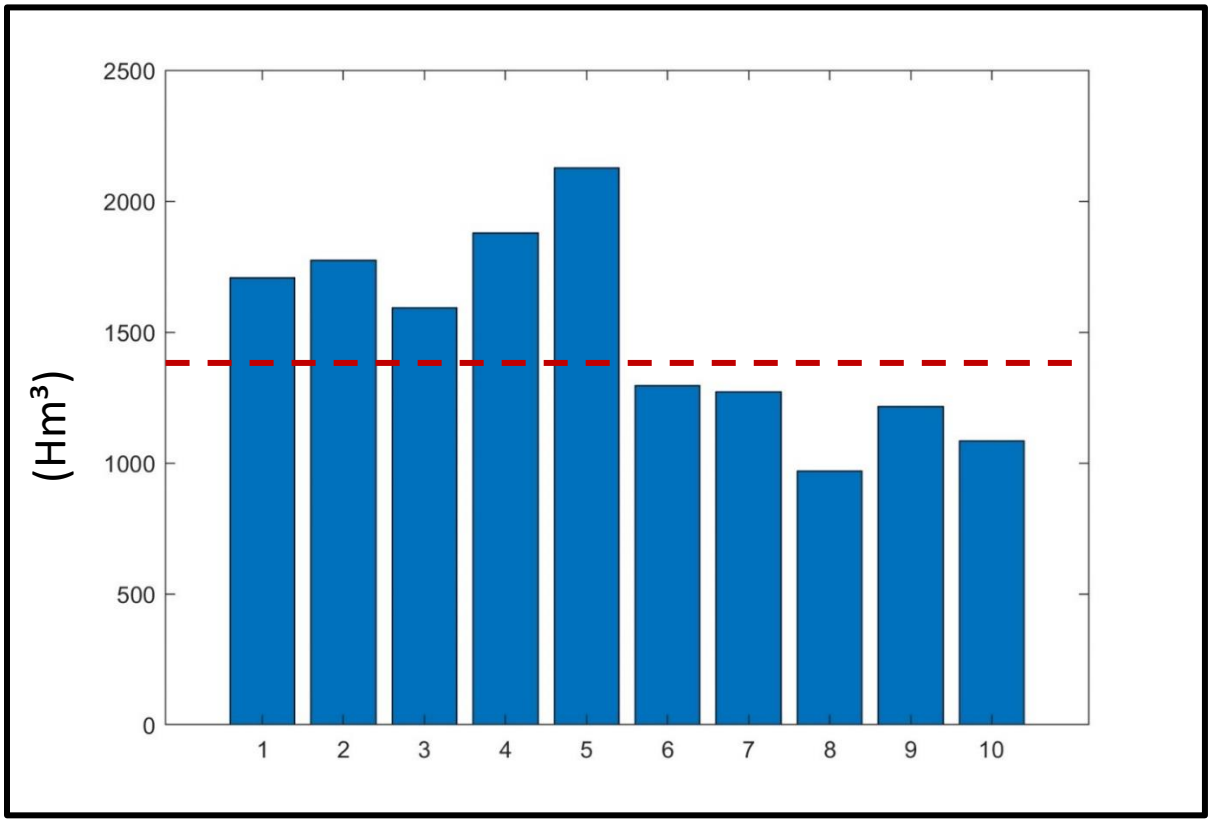


Figura 5-4: Ejemplo de escenario futuro y nivel de abastecimiento propuesto (línea roja).

Se deben simular escenarios considerando una sucesión de diferentes derrames para cada año dentro de una década (ver Figura 5-4). Este proceso considera que el primer año los reservorios se encuentran a la mitad de su capacidad de almacenamiento y se procede a

comparar la cantidad de agua recibida con el nivel de abastecimiento propuesto. Si hay excedentes, estos se almacenan, siempre y cuando exista capacidad de hacerlo.

En el ejemplo de la figura 5-4, hay excedentes hasta el quinto año, lo que lleva a alcanzar la capacidad máxima de almacenamiento después de abastecer las demandas de aguas bajo. A partir del sexto año, se recibe menos agua de la necesaria y entonces se abastece la diferencia con volumen del reservorio hasta que este se vacía completamente.

Este tipo de cálculo, ilustrado para una década, se realiza para una gran cantidad de escenarios (1.000).

Se llevan a cabo dos tipos de simulaciones:

1. *Capacidad de almacenamiento fijo, nivel de abastecimiento variable*: Se analizan distintos niveles de abastecimiento considerando que la capacidad de almacenamiento es inalterable, inicialmente tomando en cuenta la capacidad existente actualmente.
2. Nivel de abastecimiento fijo, capacidad de almacenamiento variable: Se analiza cómo cambia el nivel de abastecimiento al variar la capacidad de almacenamiento.

Para el análisis de la situación inicial se considera la capacidad de almacenamiento actual, para los escenarios futuros donde se cambia el nivel de abastecimiento. Este aumento del nivel de almacenamiento puede ser mediante embalses o mediante el aumento del almacenamiento en los acuíferos.

Los resultados se resumen para cada década obteniendo los siguientes parámetros operacionales:

- Probabilidad de abastecimiento: la cantidad de años en los que se abasteció el nivel propuesto para cada nivel de abastecimiento.
- Abastecimiento promedio: el promedio anual abastecido.
- Déficit promedio anual: el promedio de todos los años en los que hubo déficit.

Estos escenarios se basan en las proyecciones del agua disponible futura en cada una de las cuencas.

5.2. AGUA DISPONIBLE

El IANIGLA realizó proyecciones de caudales anuales hasta el año 2060 para cada cuenca de la provincia (“Proyecciones del Clima y de la Oferta Hídrica para las Próximas Décadas en la

Provincia de Mendoza", 2023). Estas proyecciones son de volúmenes diarios en las siguientes estaciones de aforo (ver Figura 5-5): Guido (Mendoza), Valle de Uco (Tunuyán), La Jaula (Diamante), La Angostura (Atuel), La Barda (Malargüe) y La Gotera (Grande).

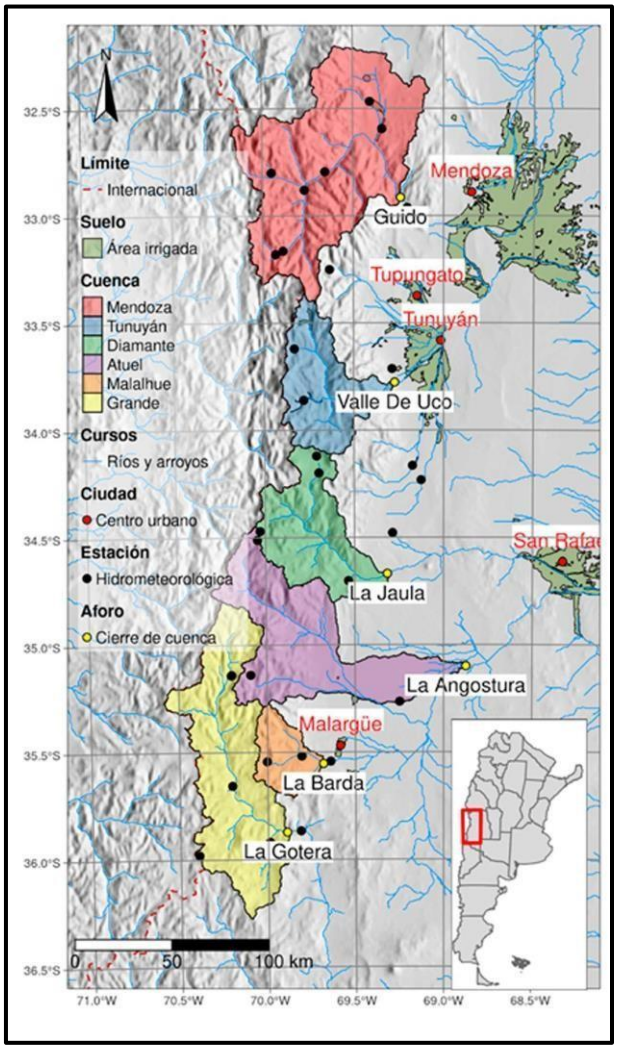


Figura 5-5: Cuencas hídricas usadas para la modelización hidrológica con HBV.IANIGLA. Se marcan los puntos de cierre de estas (círculos amarillos) y las estaciones hidrometeorológicas analizadas y procesadas (círculos negros). (IANIGLA, 2023).

A continuación, se presentan mediante distribución del tipo log-normal, las proyecciones que mejor ajustaron para los caudales de los ríos de la provincia para 2030, 2040 y 2050.

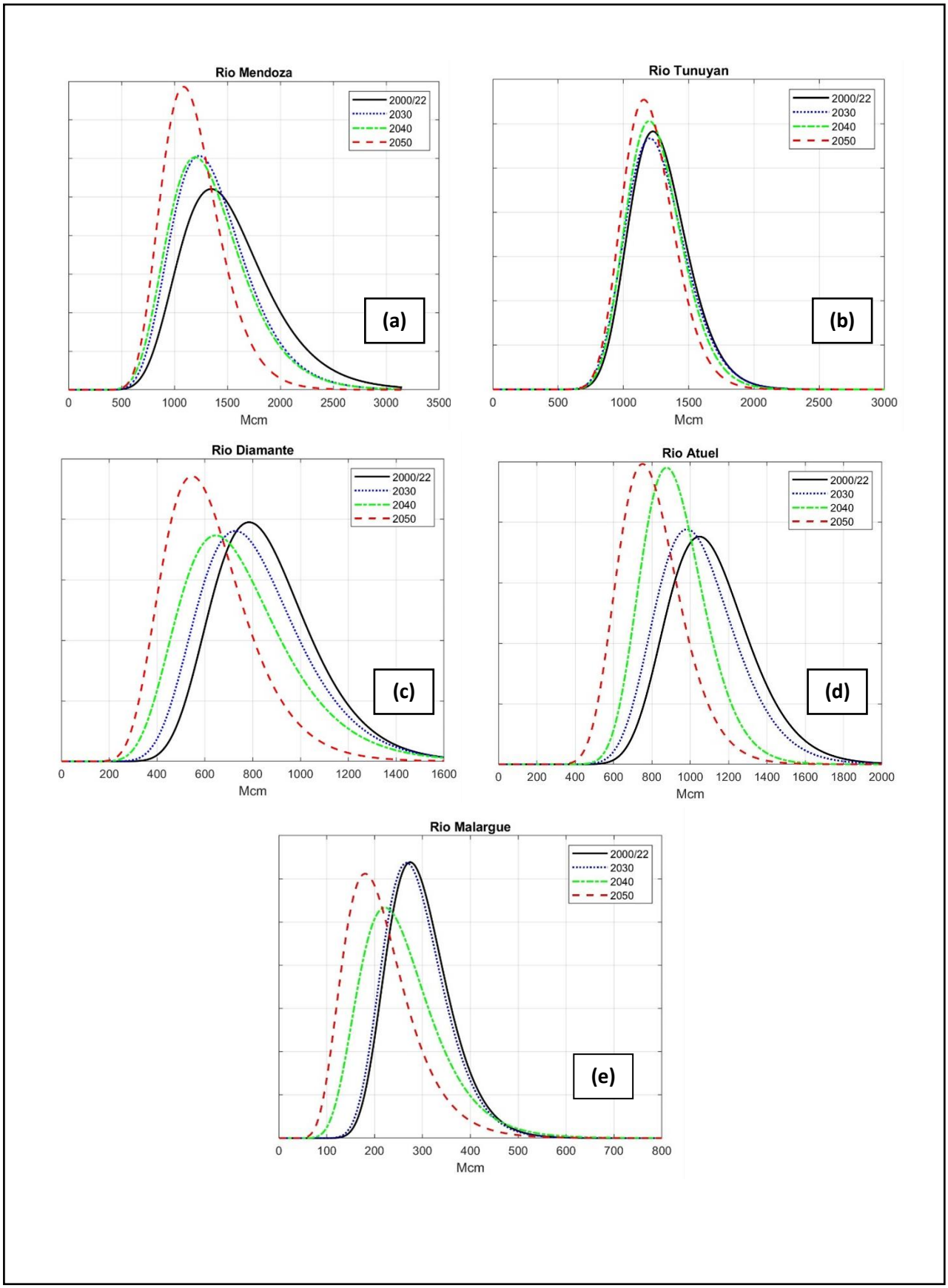


Figura 5-6: Distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales en los ríos (a) Mendoza, (b) Tunuyán, (c) Diamante, (d) Atuel y (e) Malargüe para 2030, 2040 y 2050.

Para calcular el Agua Disponible Total para cada cuenca se debe definir la relación existente entre el Agua Disponible Superficial y Subterránea.

En la cuenca del Río Mendoza, existe un aporte al acuífero en la región de precordillera, que no se considera en el punto de cierre de la cuenca en Guido. De acuerdo con balances realizados en la DGI, este aporte se estima en un 5% del volumen anual del río.

En el Río Tunuyán, hay tres aportes que deben ser considerados con las correspondientes estimaciones en porcentaje:

- Arroyos Cordillera Frontal (27%),
- Manantiales (33%),
- Agua subterránea originaria en la cuenca del Río Mendoza (8%).

En el río Diamante existen una serie de aportes que no son considerados en las proyecciones del IANIGLA ya que sus aportes se producen aguas abajo de la estación La Jaula. Corresponden a los arroyos La Faja, Hondo, Carrizalito y aportes pluviales de escorrentía pluvial entre el embalse Agua del Toro y Los Reyunos. En base a datos provistos por la Subdelegación del río Diamante y utilizando las series de caudales de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación y el movimiento del volumen en el sistema de embalses. Los aportes no contabilizados se estiman en un 13% del derrame anual en La Jaula. Para la simulación de los escenarios de oferta para el cálculo del agua disponible, estos aportes se consideran del 10% para tener un margen de seguridad debido a las incertidumbres existentes.

En la Tabla a continuación se presentan los percentiles obtenidos para el Agua Disponible Total para cada cuenca.

Tabla 5-1: Percentiles de la distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales en los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel y Malargüe para 2030, 2040 y 2050.

Cuenca	Percentil (%)	2020 (Hm^3)	2030 (Hm^3)	2040 (Hm^3)	2050 (Hm^3)
Mendoza	5	913,74	850,56	817,82	777,06
	10	1014,1	938,35	905,22	847,47
	25	1206,3	1105,2	1072	979,2
	50	**1463,4**	**1326**	**1294,1**	**1150**
	75	1774,7	1590,4	1561,8	1350,3
	90	2113,1	1874,8	1851,3	1561,5
	95	2344	2067,3	2048,2	1702,3
Atuel	5	787,32	732,66	671,89	556,66
	10	846,21	789,27	718,01	600,7
	25	954,27	893,46	801,98	681,94
	50	**1090,9**	**1025,7**	**907,06**	**785,36**
	75	1246,7	1177,2	1025,7	904,23
	90	1406,8	1333,5	1146,3	1027,2
	95	1511,6	1436,1	1224,6	1108,1
Diamante	5	610,9	549,3	468,7	404
	10	667	605,7	523,8	448,5
	25	779,2	719,8	637,3	539,5
	50	**920,5**	**866,2**	**786,5**	**657,6**
	75	1082,1	1036,7	964,8	797,1
	90	1256,5	1224	1165,1	952,1
	95	1382,3	1360,8	1314,2	1066,4
Malargüe	5	200,13	193,02	144,96	115,65
	10	216,98	209,78	162,9	130,94
	25	248,25	240,98	197,85	161,02
	50	**288,4**	**281,2**	**245,64**	**202,69**
	75	334,95	328,04	304,85	255,05
	90	383,52	377,12	370,65	314
	95	415,65	409,7	416,29	355,29
Tunuyán	5	1276	1244,2	1249,9	1223
	10	1346,2	1314,5	1316,9	1284,8
	25	1474,7	1443,5	1439,3	1397
	50	**1636**	**1605,7**	**1592,5**	**1536,3**
	75	1819,2	1790,4	1765,9	1692,8
	90	2006,2	1979,2	1942,4	1850,7
	95	2128,1	2102,5	2057,3	1952,9

Es posible ver que el promedio va disminuyendo para cada década en forma diferente en cada cuenca.

Tabla 5-2: Percentiles de la distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales totales en la provincia de Mendoza para 2030, 2040 y 2050.

	Percentil (%)	2020 (Hm^3)	2030 (Hm^3)	2040 (Hm^3)	2050 (Hm^3)
Total	5	3 788.1	3 569.7	3 353.2	3 076.4
	10	4 090.5	3 857.6	3 626.8	3 312.4
	25	4 662.7	4 402.9	4 148.5	3 758.6
	50	**5 399.1**	**5 104.8**	**4 825.8**	**4 332.0**
	75	6 257.7	5 922.7	5 623.0	4 999.5
	90	7 166.1	6 788.7	6 475.8	5 705.6
	95	7 781.6	7 376.4	7 060.6	6 184.9

Tabla 5-3: Mediana de la distribución actual (2020) y de la proyección de los caudales anuales totales en la provincia de Mendoza para 2030, 2040 y 2050. Se presenta la reducción esperada para cada década con relación a la situación actual.

Cuenca	2020 (Hm^3)	2030 (Hm^3)	2040 (Hm^3)	2050 (Hm^3)
Mendoza	1463,4	1326,0	1294,1	1150,0
Atuel	1090,9	1025,7	907,1	785,4
Tunuyán	1636,0	1605,7	1592,5	1536,3
Diamante	920,5	866,2	786,5	657,6
Malargüe	288,4	281,2	245,6	202,7
Total	**5399,1**	**5104,8**	**4825,8**	**4332,0**
Reducción %		**5**	**11**	**20**

En la tabla anterior se ve que la cantidad de agua total en toda la provincia disminuirá progresivamente en un 5, 11 y 20% en el 2030, 2040 y 2050 respectivamente.

5.3. NIVEL DE ABASTECIMIENTO SUSTENTABLE - CÁLCULOS

5.3.1. RIO MENDOZA

Las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento, 395 Mm^3, cambiando el nivel de abastecimiento entre 800 y 2.000 Mm^3 por año. Los resultados son presentados en la Figura 5-7.

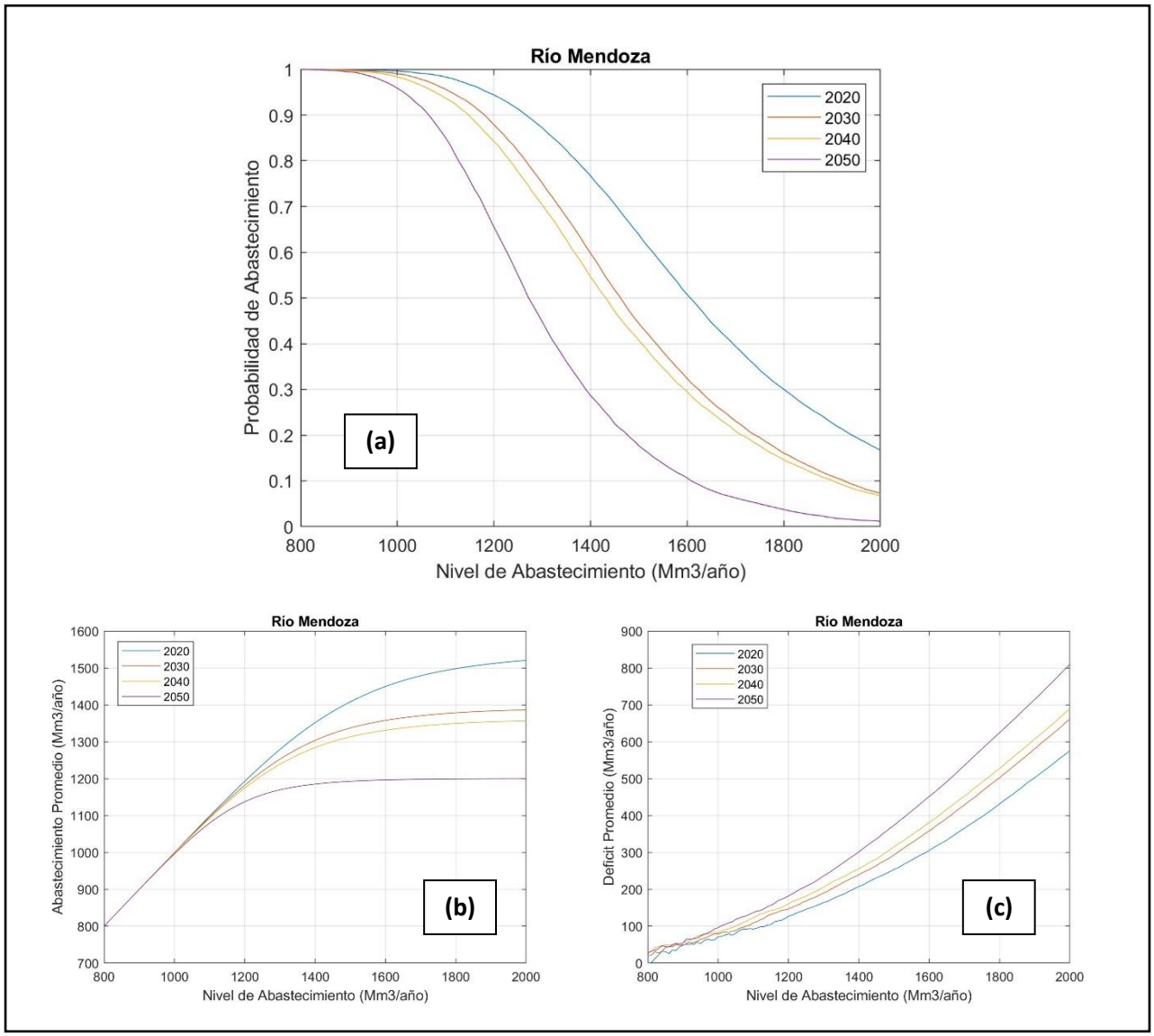


Figura 5-7: Río Mendoza variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (395 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

La Tabla 5-4 muestra los valores obtenidos para dos niveles de confiabilidad, 90 y 80%, en cada década.

Tabla 5-4: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Mendoza para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050). Capacidad de Almacenamiento, 395 y 800 Mm³.

Capacidad de Almacenamiento	Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
	Década	2020[1]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
395 Mm³	Nivel de Abastecimiento (Hm³)	1270	1180	1150	1070	1370	1270	1230	1130
	Abastecimiento Promedio (Hm³)	1255	1166	1136	1057	1333	1235	1197	1101
	Déficit Promedio (Hm³)	151	137	138	121	188	172	170	146
800 Mm³	Nivel de Abastecimiento (Hm³)	1380	1270	1240	1070	1470	1350	1320	1130
	Abastecimiento Promedio (Hm³)	1360	1253	1222	1065	1424	1308	1277	1115
	Déficit Promedio (Hm³)	186	171	172	116	233	212	213	143

En una segunda etapa se realizaron simulaciones tomando una capacidad de almacenamiento de 800 Mm³ la cual duplica la actual de 395 Mm³ (Figura 5-8). Aumentando el almacenamiento al doble, para una confiabilidad del 90%, se aumenta el nivel de abastecimiento en alrededor 100 Mm³ en 2020, pero ese aumento se anula para el 2050 (Tabla 5-4).

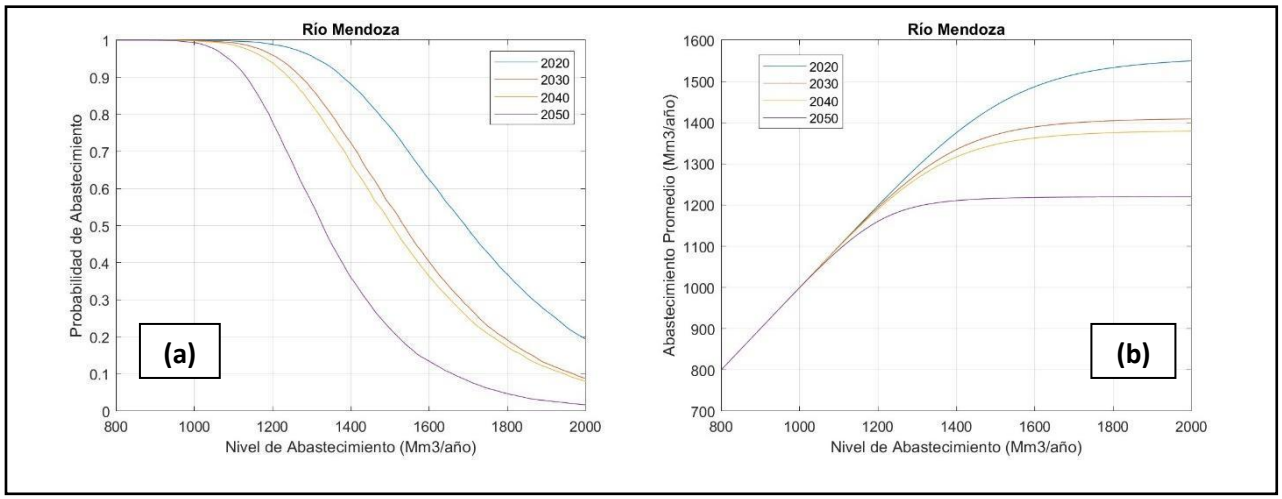


Figura 5-8: Río Mendoza variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija que duplica la existente (800 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

[1] El valor no representa el abastecimiento que fue realizado durante los últimos años, sino cual hubiera sido el nivel de abastecimiento constante sostenible.

5.3.2. RÍO TUNUYÁN

Las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento, 276 Mm^3, cambiando el nivel de abastecimiento entre 1.000 y 2.200 Mm^3 por año. Los resultados son presentados en la Figura 5-9.

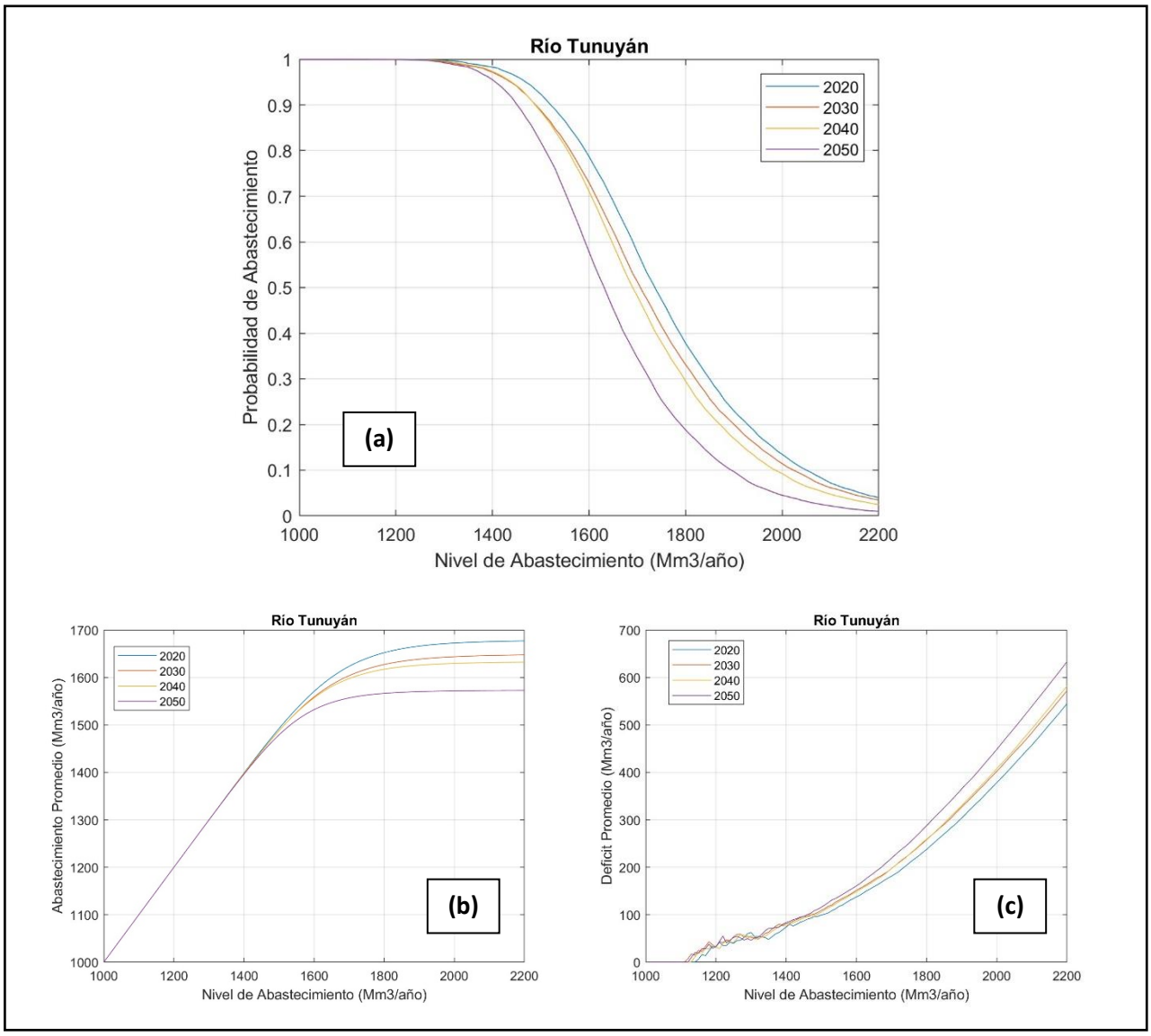


Figura 5-9: Río Tunuyán variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (276 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

La Tabla 5-5 muestra los valores obtenidos para dos niveles de confiabilidad, 90 y 80%, en cada década.

Tabla 5-5: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Tunuyán para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 276 y 600 Mm^3.

Capacidad de Almacenamiento	Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
	Década	2020[2]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
276 Mm^3	Nivel de Abastecimiento (Hm^3)	1520	1490	1490	1450	1590	1550	1550	1510
	Abastecimiento Promedio (Hm^3)	1510	1479	1480	1440	1563	1526	1525	1485
	Déficit Promedio (Hm^3)	104	104	102	96	129	127	124	120
600 Mm^3	Nivel de Abastecimiento (Hm^3)	1600	1560	1560	1510	1650	1620	1610	1560
	Abastecimiento Promedio (Hm^3)	1585	1547	1546	1498	1619	1589	1580	1532
	Déficit Promedio (Hm^3)	130	128	125	115	157	158	150	141

En una segunda etapa se realizaron simulaciones tomando una capacidad de almacenamiento de 600 Mm^3 la cual más que duplica la actual de 276 Mm^3 (Figura 5-10). Aumentando el almacenamiento al doble, para una confiabilidad del 90%, se aumenta el nivel de abastecimiento es alrededor 80 Mm^3 en 2020, pero ese aumento disminuye para el 2050 a 60 Mm^3 (Tabla 5-5).

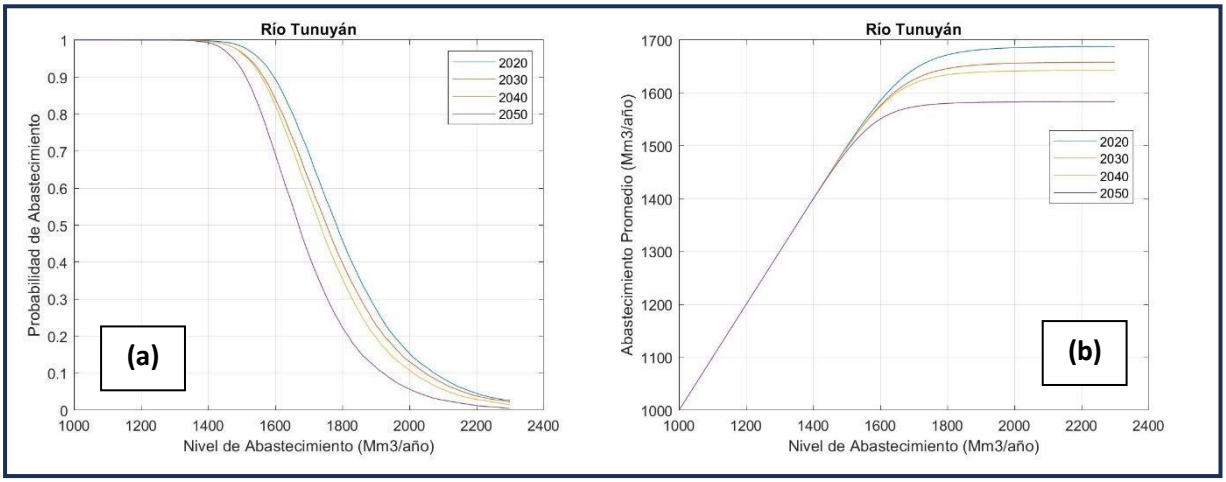


Figura 5-10: Río Tunuyán variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija que duplica la existente (600 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

[2] el valor no representa el abastecimiento que fue realizado durante los últimos años, sino cual hubiera sido el nivel de abastecimiento constante sostenible.

5.3.3. RÍO ATUEL

Las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento, 352 Mm^3, cambiando el nivel de abastecimiento entre 600 y 2.000 Mm^3 por año. Los resultados son presentados en la Figura 5-11.

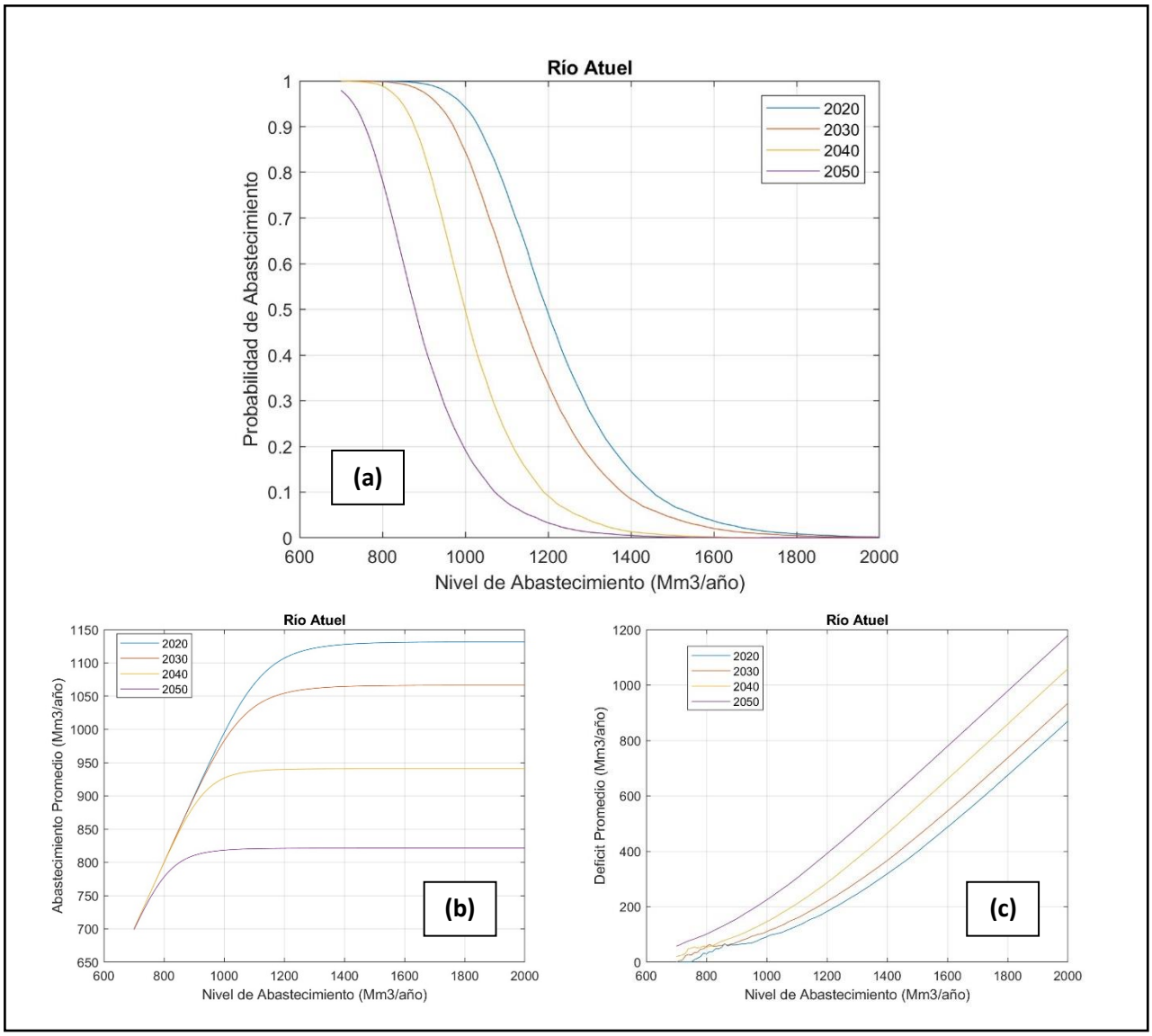


Figura 5-11: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (352 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

La Tabla 5-6 muestra los valores obtenidos para dos niveles de confiabilidad, 90 y 80%, en cada década.

Tabla 5-6: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Atuel para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 352 y 700 Mm³.

Capacidad de Almacenamiento	Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
	Década	2020[3]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
352 Mm³	Nivel de Abastecimiento (Hm³)	1030	970	880	760	1080	1020	910	790
	Abastecimiento Promedio (Hm³)	1020	960	871	751	1056	996	892	772
	Déficit Promedio (Hm³)	102	100	86	84	120	119	98	96
700 Mm³	Nivel de Abastecimiento (Hm³)	1080	1020	910	800	1130	1060	950	830
	Abastecimiento Promedio (Hm³)	1068	1007	901	788	1100	1034	926	806
	Déficit Promedio (Hm³)	118	116	97	100	145	138	117	116

En una segunda etapa se realizaron simulaciones tomando una capacidad de almacenamiento de 700 Mm³ la cual duplica la actual de 352 Mm³ (Figura 5-12). Aumentando el almacenamiento al doble, para una confiabilidad del 90%, se aumenta el nivel de abastecimiento en alrededor 50 Mm³ en 2020, pero ese aumento disminuye para el 2050 a 40 Mm³ (Tabla 5-6).

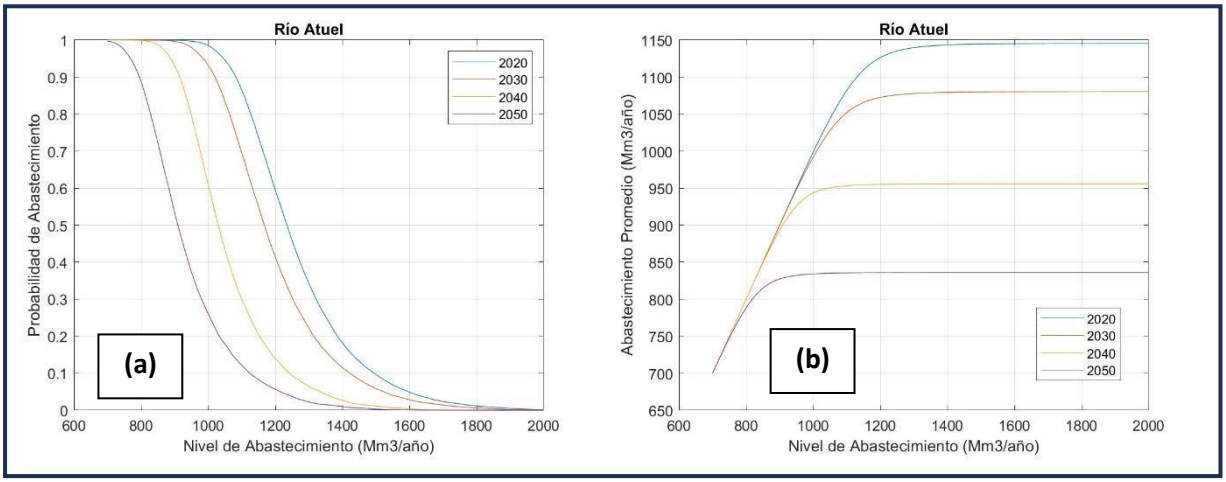


Figura 5-12: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija que duplica la existente (700 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

[3] el valor no representa el abastecimiento que fue realizado durante los últimos años, sino cual hubiera sido el nivel de abastecimiento constante sostenible.

5.3.4. RÍO DIAMANTE

Las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento, 544 Mm^3, cambiando el nivel de abastecimiento entre 600 y 1.600 Mm^3 por año. Los resultados son presentados en la Figura 5-13.

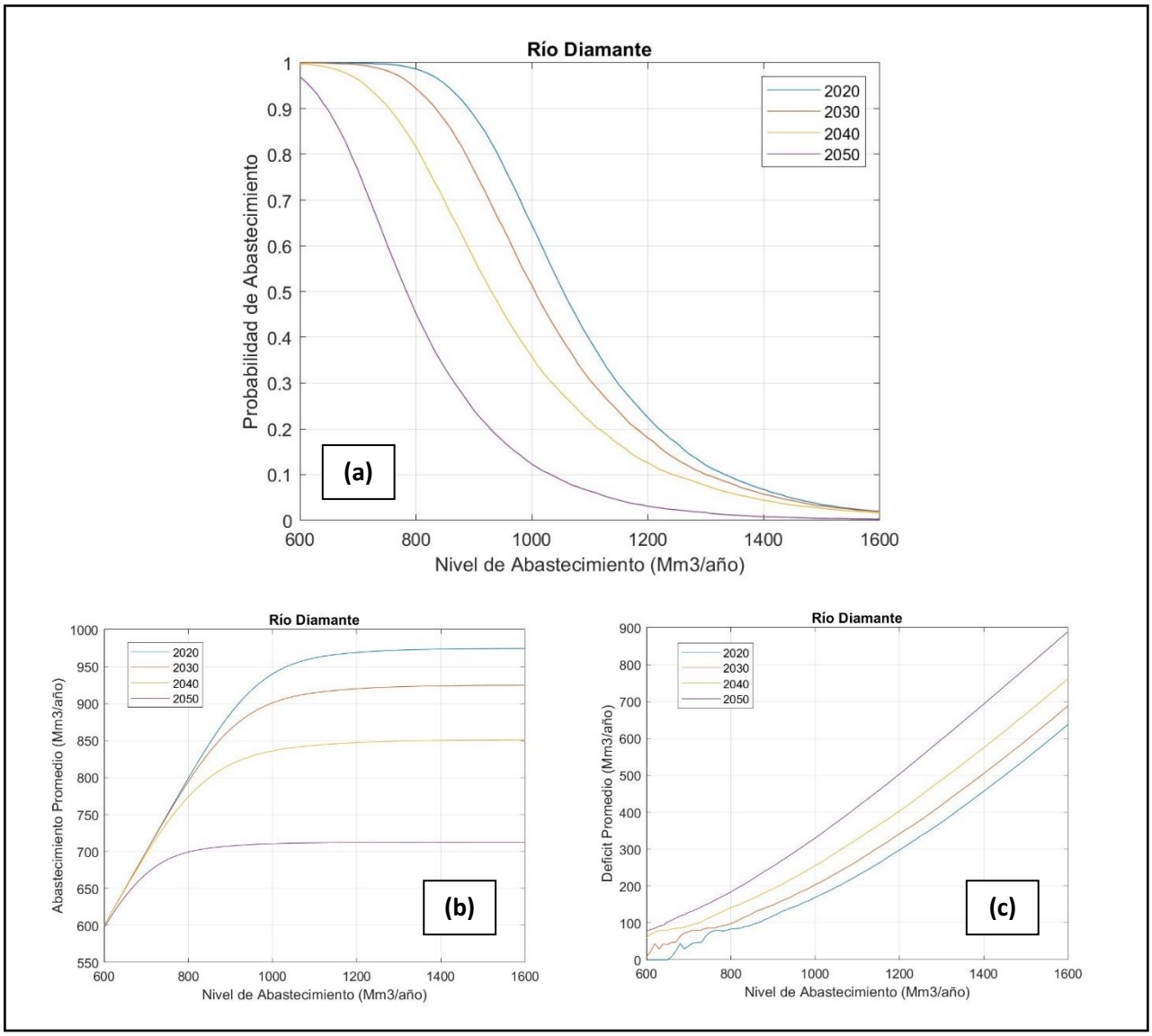


Figura 5-13: Río Diamante variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (544 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

La Tabla 5-7 muestra los valores obtenidos para dos niveles de confiabilidad, 90 y 80%, en cada década.

Tabla 5-7: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Diamante para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 544 y 1100 Mm^3.

Capacidad de Almacenamiento	Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
	Década	2020[4]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
544 Mm^3	Nivel de Abastecimiento (Hm^3)	890	830	750	650	940	890	810	690
	Abastecimiento Promedio (Hm^3)	879	819	739	639	912	860	780	665
	Déficit Promedio (Hm^3)	114	115	115	103	140	145	146	122
1100 Mm^3	Nivel de Abastecimiento (Hm^3)	950	890	810	690	990	940	860	730
	Abastecimiento Promedio (Hm^3)	934	875	795	678	958	906	827	703
	Déficit Promedio (Hm^3)	143	145	146	121	163	169	169	143

En una segunda etapa se realizaron simulaciones tomando una capacidad de almacenamiento de 1100 Mm^3 la cual duplica la actual de 544 Mm^3 (Figura 5-14). Aumentando el almacenamiento al doble, para una confiabilidad del 90%, se aumenta el nivel de abastecimiento en alrededor 60 Mm^3 en 2020, pero ese aumento disminuye para el 2050 a 40 Mm^3 (Tabla 5-7).

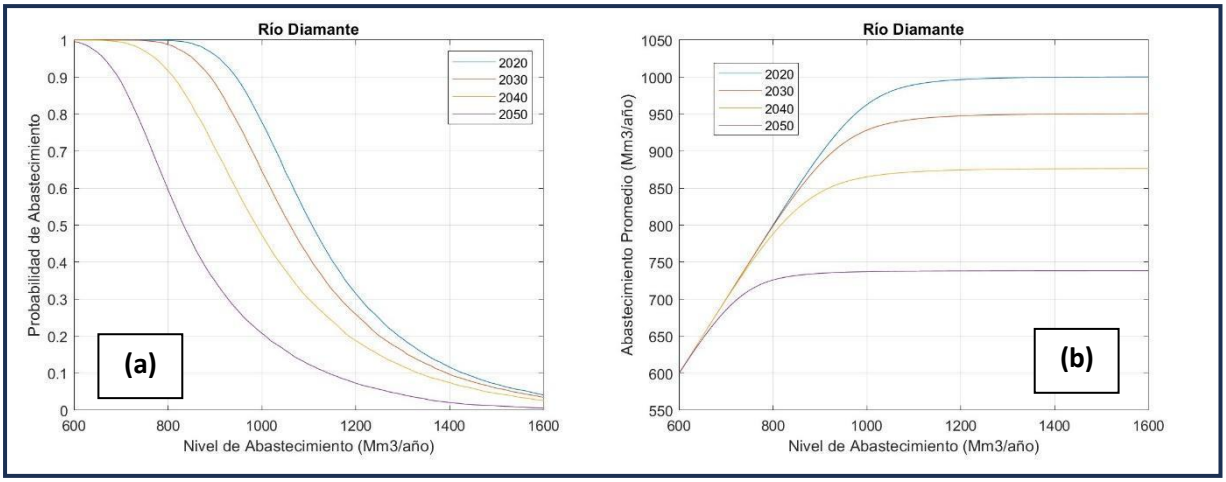


Figura 5-14: Río Diamante variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija que duplica la existente (1100 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

[4] el valor no representa el abastecimiento que fue realizado durante los últimos años, sino cual hubiera sido el nivel de abastecimiento constante sostenible.

5.3.5. RÍO MALARGÜE

Las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento, 0 Mm^3, cambiando el nivel de abastecimiento entre 100 y 600 Mm^3 por año. Los resultados son presentados en la Figura 5-15.

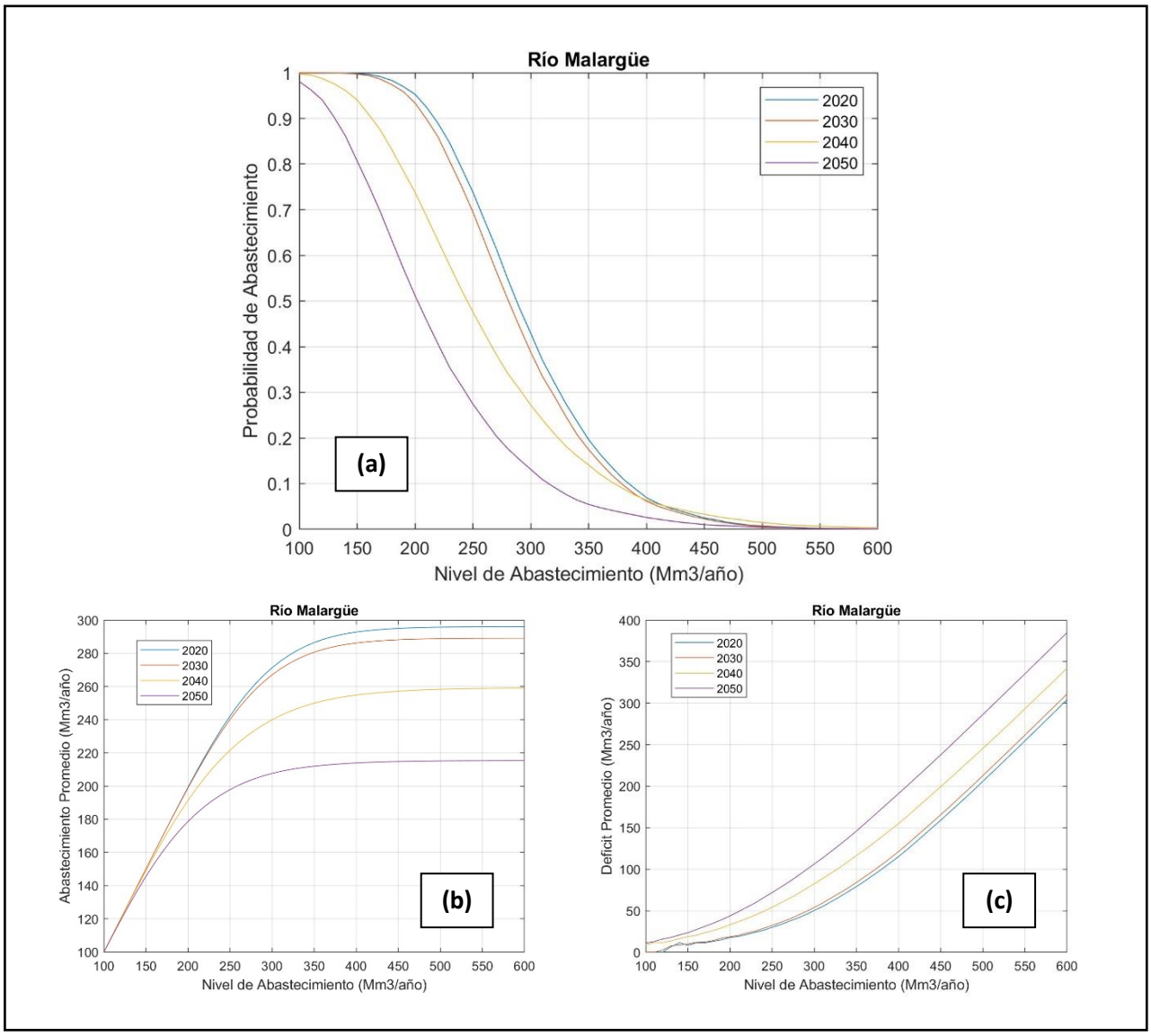


Figura 5-15: Río Malargüe variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (0 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

La Tabla 5-8 muestra los valores obtenidos para dos niveles de confiabilidad, 90 y 80%, en cada década.

Tabla 5-8: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Malargüe para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 0 y 200 Mm³.

Capacidad de Almacenamiento	Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
	Década	2020[5]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
0 Mm³	Nivel de Abastecimiento (Hm³)	220	210	160	130	240	230	190	150
	Abastecimiento Promedio (Hm³)	218	208	158	128	234	225	184	145
	Déficit Promedio (Hm³)	21	20	21	18	27	25	29	24
200 Mm³	Nivel de Abastecimiento (Hm³)	290	280	240	200	300	290	260	210
	Abastecimiento Promedio (Hm³)	285	276	236	196	291	282	249	203
	Déficit Promedio (Hm³)	37	36	39	35	42	41	49	41

En una segunda etapa se realizaron simulaciones tomando una capacidad de almacenamiento de 200 Mm³ (Figura 5-14). Incorporando almacenamiento, para una confiabilidad del 90%, se aumenta el nivel de abastecimiento en alrededor 70 Mm³ para todo el periodo de estudio (Tabla 5-8).

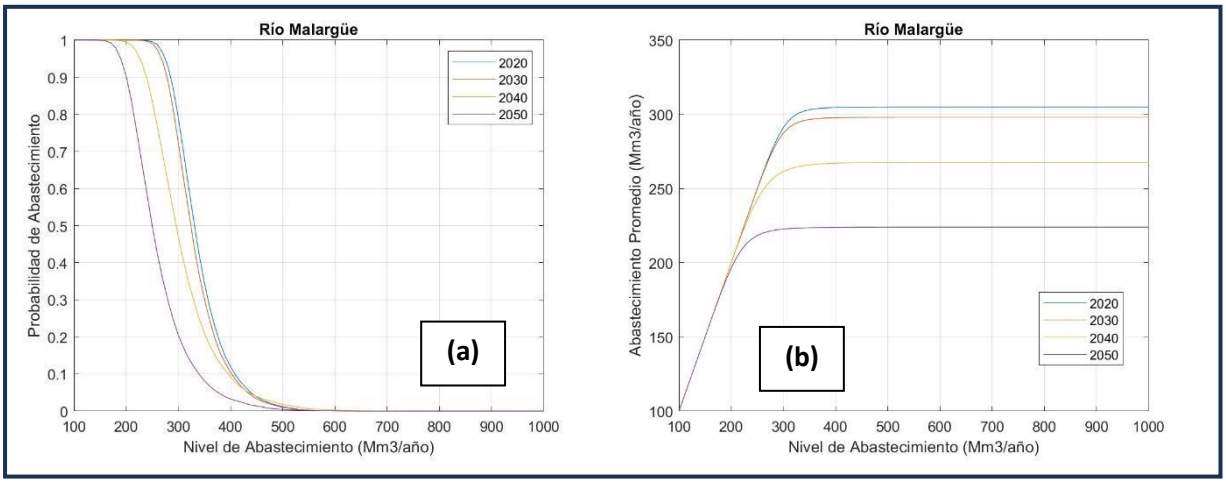


Figura 5-15: Río Malargüe variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (0 Mm³) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

[5] El valor no representa el abastecimiento que fue realizado durante los últimos años, sino cual hubiera sido el nivel de abastecimiento constante sostenible.

6. RESUMEN DE LA DEMANDA (INFORME 3.2)

6.1. DEMANDA POBLACIONAL

La siguiente tabla presenta la demanda poblacional para la situación actual y la demanda proyectada para los años 2030, 3040 y 2050. La proyección supone que el consumo poblacional per cápita (352 lpcd) y el porcentaje de pérdidas dentro del sistema de abastecimiento se mantendrá como está en la situación actual.

Tabla 6-13: Demanda poblacional actual y proyectada (Hm^3).

Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm^3/año.					
Cuenca	**Década**	**2022 (Hm^3)**	**2030 (Hm^3)**	**2040 (Hm^3)**	**2050 (Hm^3)**
Río Mendoza	Población proyectada	1.301.969	1.406.011	1.518.648	1.641.180
	Demanda Neta	167,3	180,6	195,1	210,9
	Pérdidas del sistema 46%	144,9	156,5	169,1	182,7
	Consumo Poblacional proyectado	312,2	337,2	364,2	393,6
Río Tunuyán Superior	Población proyectada	139.765	154.198	169.612	186.122
	Demanda Neta	18	19,8	21,8	23,9
	Pérdidas del sistema 40%	12	13,3	14,6	16
	Consumo Poblacional proyectado	30	33,1	36,4	39,9
Río Tunuyán Inferior	Población proyectada	279.005	301.332	324.681	349.188
	Demanda Neta	35,8	38,7	41,7	44,9
	Pérdidas del sistema 40%	24,2	26,1	28,2	30,3
	Consumo Poblacional proyectado	60	64,8	69,9	75,1
Río Diamante	Población proyectada	151.544	160.227	169.101	178.212
	Demanda Neta	19,5	20,6	21,7	22,9
	Pérdidas del sistema 37%	11,5	12,1	12,8	13,5
	Consumo Poblacional proyectado	31	32,7	34,5	36,4
Río Atuel	Población proyectada	109.143	114.497	119.935	125.485
	Demanda Neta	14	14,7	15,4	16,1
	Pérdidas del sistema 26%	5	5,2	5,5	5,7
	Consumo Poblacional proyectado	19	19,9	20,9	21,8
Río Malargüe	Población proyectada	33.107	36.182	39.430	42.873
	Demanda Neta	6,3	6,8	7,4	8,1
	Pérdidas del sistema 26%	2,2	2,4	2,6	2,9
	Consumo Poblacional proyectado	8,5	9,3	10,1	11
Provincia	**Población proyectada**	**2.014.533**	**2.172.447**	**2.341.407**	**2.523.060**
	Demanda Neta	**260,9**	**281,2**	**303,1**	**326,8**
	Suministro	**460,7**	**497**	**536**	**577,8**

6.2. DEMANDA AGRÍCOLA

La siguiente tabla presenta la demanda agrícola para la situación actual (según DGI por el modelo WEAP) y la demanda proyectada, asumiendo que el único efecto se debe al cambio ETo causado por el aumento de temperatura debido al cambio climático.

Tabla 6-14: Demanda agrícola proyectada (Hm^3)

Década	2020		2030		2040		2050	
Rio	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)	Demanda Neta (hm^3)	Demanda Bruta (hm^3)
Mendoza	776,3	1.778,6	823,3	1.886,1	823,9	1.887,2	824,4	1.888,4
Tunuyán Superior	423,7	1.242,9	436,3	1.279,8	445,5	1.306,6	454,6	1.333,3
Tunuyán Inferior	544,0	1.142,5	557,3	1.056,9	569,0	1.078,9	580,6	1.100,9
Diamante	379,3	1.230,0	407,6	1.321,5	412,8	1.338,3	418,0	1.355,1
Atuel	407,8	972,4	422,0	1.006,1	430,5	1.026,4	439,0	1.046,6
Malargüe	64,8	144,0	67,5	150,1	68,4	152,0	69,2	153,8
Total	**2.595,9**	**6.510,4**	**2.714,2**	**6.700,4**	**2.750,0**	**6.789,3**	**2.785,9**	**6.878,3**

6.3. OTRA DEMANDA POR TIPO

La otra demanda por tipo es toda la demanda industrial y turística, la demanda para la situación actual fue proporcionada por la DGI (Anexo Nº 8 del informe Nº 3.2), la proyección se realizó de acuerdo con el siguiente supuesto:

- Actividad relacionada con la industria y la población

Tasa de crecimiento anual del agua decenal del 1% hasta el año 2040 y del 0,5% de 2040 a 2050.

- Actividad relacionada con infraestructura

Tasa de crecimiento anual del agua decenal del 0,5% hasta el año 2050.

La siguiente tabla resume la demanda proyectada por cuenca:

Tabla 6-15: Otro tipo demanda proyectada (Hm^3)

Década / Cuenca	Tunuyán Inferior	Tunuyán Superior	Diamante	Malargüe	Mendoza	Atuel	Provincia
	hm^3/Año	hm^3/Año	hm^3/Año	hm^3/Año	hm^3/Año	hm^3/Año	hm^3/Año
2020	34,48	13,97	14,58	0,07	65,93	5,63	134,66
2030	38,07	15,41	16,08	0,07	72,42	6,11	148,16
2040	42,04	16,99	17,73	0,08	79,58	6,64	163,06
2050	46,42	18,74	19,55	0,09	87,46	7,22	179,48

6.4. DEMANDA AMBIENTAL EN CUENCA RIO MALARGÜE

En la cuenca del Rio Malargüe, existe un uso que considera la demanda ambiental de la laguna de Llancanelo. Esta considerado mediante un empadronamiento de categoría Eventual de 2478.15 ha totales. Esta situación debe ser considerada a los fines de interpretar el valor de “exceso” o “superávit” de agua que el análisis del balance proyectado genera y los potenciales déficit a futuro.

6.5. RESUMEN DE LAS PROYECCIONES DE LA DEMANDA

Tabla 6-16: Resumen de las proyecciones de la demanda (Hm^3)

Década	2030				2040				2050			
Rio	Poblacional (hm^3)	Agricultura (hm^3)	Otra (hm^3)	Total (hm^3)	Poblacional (hm^3)	Agricultura (hm^3)	Otra (hm^3)	Total (hm^3)	Poblacional (hm^3)	Agricultura (hm^3)	Otra (hm^3)	Total (hm^3)
Mendoza	337	1.886	72	2.295	364	1.887	80	2.331	394	1.888	87	2.369
Tunuyán Superior	33	1.280	15	1.328	36	1.307	17	1.360	40	1.333	19	1.392
Tunuyán Inferior	65	1.057	38	1.160	70	1.079	42	1.191	75	1.101	46	1.222
Diamante	33	1.322	16	1.370	35	1.338	18	1.391	36	1.355	20	1.411
Atuel	20	1.006	6	1.032	21	1.026	7	1.054	22	1.047	7	1.076
Malargüe	9	150	0	159	10	152	0	162	11	154	0	165
Total	**497**	**6.700**	**148**	**7.345**	**536**	**6.789**	**163**	**7.488**	**578**	**6.878**	**179**	**7.636**

7. PROYECCIÓN EL DÉFICIT ESPERADO EN CADA CUENCA

La oferta hídrica sostenible proyectada presentada en el Capítulo 4 y la demanda proyectada presentada en el Capítulo 5, son los componentes del balance hídrico de la provincia.

Se detecta que en algunas de las cuencas se produce el proceso de recirculación del agua, entendiendo mejor este proceso podemos evitar errores de cálculo que sobrestiman el déficit en el balance hídrico.

7.1. OFERTA RECIRCULADA

7.1.1. ASPECTOS GENERALES

El nivel de recirculación del agua es un factor fundamental en el análisis de la gestión del recurso hídrico, a nivel de cuenca. Se refiere al proceso mediante el cual el agua se utiliza en múltiples aplicaciones antes de su descarga final. Por ejemplo, en el sector agrícola, el agua utilizada para el riego puede ser reciclada o recirculada y utilizada nuevamente en otros usos, lo que reduce la cantidad de agua directa necesaria para la irrigación. Un ejemplo claro de este fenómeno es la infiltración y desagües en las zonas de regadío que, agua abajo, terminan emergiendo y generando nuevos cauces donde sus aguas son asignadas y utilizadas nuevamente. Del mismo modo, en la industria, el agua utilizada en un proceso puede ser tratada y reutilizada en otras etapas del mismo proceso o en procesos diferentes como ser el riego de un acre, lo que disminuye la demanda total de agua.

La consideración de la reutilización interna del agua tiene un impacto significativo en el análisis de déficit hídrico de una cuenca, ya que reduce el requerimiento de agua, en la medida que satisface parte de la demanda hídrica. Es importante distinguir entre la reutilización interna, que ocurre dentro de un sector de la cuenca, y la reutilización externa, que implica el uso de agua residual tratada de un sitio de demanda en otro sitio de demanda, considerada en el análisis como reusó de agua.

En resumen, la consideración de la recirculación de agua en los Balances Hídricos de cuenca es fundamental en la gestión integrada de los recursos hídricos. Su consideración permite proyectar de una mejor manera el balance interno del agua en la cuenca y los potenciales impactos que tendría un proceso de mejora o modernización del sistema.

En las cuencas donde se detecta este tipo de oferta hídrica es en el río Mendoza, Tunuyán Superior y río Diamante. En el caso del río Atuel, si bien están identificados los drenajes y

posee un modelo de generación de caudales, al no tener usos reasignados de agua, no se consideran como demanda no contabilizada.

7.1.2. RÍO MENDOZA

Del Balance Hídrico del río Mendoza se extraen las zonas (del Modelo WEAP) o cauces de uso de aguas recirculadas o que se conforman por ellas, llamadas de vertientes o desagües, son las siguientes: Hijuela Unificada Nueva Sánchez y el Arroyo El Carrizal en margen derecha.
Para el análisis de identifican, del modelo WEAP, las Zonas generadoras de aguas recirculadas, bajo el supuesto que el remante producto de la ineficiencia, tanto de conducción como de aplicación, contribuyen a la oferta de las mismas. Estas son: Cruz de Piedra, Arroyo Carrizal, Rodeo – Beltrán y Sánchez.

Tabla 7-1: Cálculo de la oferta de agua recirculada para la cuenca del río Mendoza (Hm^3)

Escenario	Década	Demanda Neta (hm3/año)	Demanda Bruta (hm3/año)	Oferta recirculada (hm3/año)
Sin Cambio	**2020**	28,0	75,2	47,2
	2030	29,5	79,4	49,9
	2040	29,5	79,4	49,9
	2050	29,5	79,4	49,9

En lo que respecta al agua de reúso, las que provienen del tratamiento de las aguas residuales urbanas, propiamente dicho de las plantas de Paramillo y Campo Espejo, el déficit hídrico que se genera es considerado en el déficit de agua total de la cuenca.

7.1.3. RÍO TUNUYÁN

Es en la cuenca del río Tunuyán Superior donde existe el mayor volumen de agua recirculada. El análisis considera la totalidad de las zonas de regadío en la cuenca, como sitios potenciales de generación de agua recirculada. Es por ello que el análisis considera la demanda neta y bruta total de la cuenca, tanto los usos agrícolas, poblacional y otros (usos industriales).
Cabe aclarar que, en los escenarios de mejora del sistema, el aumento en la eficiencia en el uso del agua, cambian las relaciones existentes en el balance hídrico actual, generando un impacto en las proporciones de agua recirculada y asignadas aguas abajo.

Tabla 7-2: Cálculo de la oferta de agua recirculada para la cuenca del río Tunuyán

Escenario	Década	Demanda Neta (hm^3/año)	Demanda Bruta (hm^3/año)	Oferta recirculada (hm^3/año)
Sin Cambio	**2020**	455,7	1286,9	820,0
	2030	471,5	1328,3	844,4
	2040	484,2	1359,9	862,1
	2050	497,2	1392,0	879,8

* Considera la demanda industrial (otra) con un potencial de recirculación del 20%.

7.1.4. RÍO DIAMANTE

Es en la cuenca del río Diamante, existe una extensa zona en margen derecha y la parte sur de la cuenca que es la generadora de los volúmenes recirculados y parte de la misma se abastece directamente de ella. La zona corresponde a las siguientes zonas: Sauce de las Rosas, Grande, Sauce de la Leona, Cortaderal, Rama Caída Gonzales, Cubillos, Hijuela Salinas, Vila, Day Forte, Cejas del Monte, Hijuela Vicuña, Canal Retamito, Canal Resolana e Hijuela Española Cabe aclarar que estas zonas no reciben aguas de desagües, estas son las generadoras de las mismas, a través de la infiltración en los canales y la ineficiencia de riego.

Al igual que lo sucedido para el Tunuyán Superior, los escenarios de mejora del sistema donde se pretende un aumento en la eficiencia en el uso del agua cambian las relaciones existentes en el balance hídrico actual, generando un impacto en las proporciones de agua recirculada y asignadas aguas abajo, pudiendo afectar zonas de riego.

Tabla 7-3: Cálculo de la oferta de agua recirculada para la cuenca del río Diamante

Escenario	Década	Demanda Neta (hm^3/año)	Demanda Bruta (hm^3/año)	Oferta recirculada (hm^3/año)
Sin Cambio	**2020**	109,8	376,9	267,2
	2030	118,0	405,1	287,1
	2040	119,5	410,3	290,8
	2050	121,0	415,5	294,5

7.2. DÉFICIT PROYECTADO, SITUACIÓN ACTUAL SIN MEJORA

El déficit proyectado en este informe está calculado según la oferta sostenible, no significa que fuera el déficit real de años anteriores ya que no necesariamente se proporcionó un volumen sostenible.

La demanda proyectada fue calculada en el informe 3.2, y algunas correcciones se presentan en los capítulos 4.2 y 6 de este informe.

El sector de demanda más importante es la demanda agrícola.

La demanda agrícola se calculó de acuerdo con las eficiencias supuestas de conducción y aplicación en las diferentes cuencas de la provincia, y sin variar las hectáreas cultivadas supuestas.

El déficit se presenta para niveles de confiabilidad del 80% y 90%.

Tabla 7-4: Cálculo del Déficit - Río Mendoza (Hm^3)

	Nivel de Confiabilidad (%)	90%				80%			
	Década	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Mendoza	Nivel de Abastecimiento (Hm^3)	1.270	1.180	1.150	1.070	1.370	1.270	1.230	1.130
	*Oferta de Agua Tratada (ACRE) (Hm^3)	102 (106)	102 (119)	102 (129)	102 (139)	102 (106)	102 (119)	102 (129)	102 (139)
	Oferta recirculada (Hm^3)	47	50	50	50	47	50	50	50
	Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2) (Hm^3)	317	317	316	316	317	317	316	316
	Demanda Proyectada (Hm^3)	2.157	2.296	2.331	2.369	2.157	2.296	2.331	2.369
	Deficit Promedio (Hm^3)	-420	-647	-713	-832	-320	-557	-633	-772

***102 (106) - Capacidad máxima del volumen de tratamiento real (Volumen potencial de agua tratada = Demanda neta potable * 66%)**

Tabla 7-5: Cálculo del Déficit - Río Tunuyán (Hm^3)

	Nivel de Confiabilidad (%)	90%				80%			
	Década	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Tunuyan	Nivel de Abastecimiento (Hm^3)	1.520	1.490	1.490	1.450	1.590	1.550	1.550	1.510
	Oferta recirculada (Hm^3)	820	844	862	880	820	844	862	880
	Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2) (Hm^3)	128	128	138	142	128	128	138	142
	Demanda Proyectada (Hm^3)	2.524	2.602	2.667	2.733	2.524	2.602	2.667	2.733
	Deficit Promedio (Hm^3)	-56	-139	-177	-262	14	-79	-117	-202

Tabla 7-7: Cálculo del Déficit - Río Diamante (Hm^3)

		90%				80%			
Diamante	Nivel de Confiabilidad (%)								
	Década	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
	Nivel de Abastecimiento (Hm^3)	890	830	750	650	940	890	810	690
	Oferta recirculada (Hm^3)	267	287	291	295	267	287	291	295
	Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2) (Hm^3)	19	19	15	14	19	19	15	14
	Demanda Proyectada (Hm^3)	1.276	1.370	1.391	1.411	1.276	1.370	1.391	1.411
	Deficit Promedio (Hm^3)	-100	-235	-335	-453	-50	-175	-275	-413

Tabla 7-8: Cálculo del Déficit - Río Atuel (Hm^3)

		90%				80%			
Atuel	Nivel de Confiabilidad (%)								
	Década	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
	Nivel de Abastecimiento (Hm^3)	1.030	970	880	760	1.080	1.020	910	790
	Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2) (Hm^3)	51	51	49	49	51	51	49	49
	Demanda Proyectada (Hm^3)	997	1.032	1.054	1.076	997	1.032	1.054	1.076
	Deficit Promedio (Hm^3)	84	-11	-124	-267	134	39	-94	-237

Tabla 7-9: Cálculo del Déficit - Río Malargüe (Hm^3)

		90%				80%			
Malargüe	Nivel de Confiabilidad (%)								
	Década	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
	Nivel de Abastecimiento (Hm^3)	220	210	160	130	240	230	190	150
	Demanda Proyectada (Hm^3)	153	159	162	165	153	159	162	165
	Deficit Promedio (Hm^3)	67	51	-2	-35	87	71	28	-15

De las tablas anteriores, el déficit actual (2020), cuando se refiere a ofertas sostenibles y un nivel de confiabilidad del 80%, en la cuenca del río Mendoza ronda los 300 Hm^3.

En Diamante existe un déficit algo moderado, de 50 Hm^3.

Tunuyán, Atuel y Malargüe se encuentran en condiciones de superávit para la demanda actual.

Sin acciones para reducir el Déficit, éste crecerá y en 2050 para todas las cuencas será imposible abastecer de manera sostenible la demanda proyectada.

8. POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA

El potencial existente para reducir la demanda y el déficit (sin cambiar el tipo de cultivo existente) es mejorar la eficiencia de conducción y aplicación.

En este capítulo presentaremos el rango de potencial de reducción de la demanda aumentando la eficiencia de conducción y aplicación de manera separada y en conjunto. Es importante mencionar que estos son valores teóricos que dependen de muchos aspectos, tales como:

- La capacidad de realizar las inversiones requeridas (privadas, públicas).
- El tamaño mínimo de la propiedad que permite la mejora (riego tradicional a goteo).
- Análisis económico para determinar el cultivo óptimo a mejorar.

De acuerdo con el déficit proyectado, el informe Nº 5 definirá la alternativa óptima para eliminar ese déficit hídrico, considerando la capacidad de implementación de dicha alternativa.

8.1. EFICIENCIA DE APLICACIÓN

La eficiencia de aplicación depende de los métodos de riego dentro de la finca, al considerar que para el método de riego más primitivo que es el riego por inundación, la eficiencia oscila entre el 40% y el 50%, y la eficiencia máxima del 85% para el riego por goteo.

La siguiente tabla presenta las eficiencias promedio de aplicación en las cuencas.

Tabla 8-1: Eficiencias promedio de Aplicación

Cuenca	Eficiencia promedio (%)
Mendoza	54,5%
Tunuyán Superior	43,0%
Tunuyán Inferior	53,5%
Diamante	49,0%
Atuel	50,0%
Malargüe	55,0%

La siguiente tabla presenta la demanda neta y bruta en 2050, cuando se supone que la eficiencia de la aplicación es del 85%.

Tabla 8-2: Mejora de la eficiencia de la Aplicación

Cuenca	Mendoza	Tunuyán Superior	Tunuyán Inferior	Diamante	Atuel	Malargüe
Total Ha.	91.824	64.507	77.135	45.280	53.620	7.839
Demanda Neta (Hm³)	824	455	581	418	439	69
Eficiencia promedio (%)	54,5%	43,0%	53,5%	49,0%	50,0%	55,0%
Demanda Bruta (Hm³)	1.888	1.333	1.219	1.355	1.047	154
Eficiencia promedio mejorada (%)	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
Demanda Bruta mejorada (Hm³)	1.143	675	767	781	613	100
Delta Demanda - ahorro (Hm³)	**746**	**659**	**452**	**574**	**433**	**54**

8.2. EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN

La eficiencia de la conducción depende del estado del sistema de conducción, considerando un 100% de eficiencia para tubería, un 97% para canales impermeables y un amplio rango de eficiencias para canal de tierra que varía entre el 40% y el 90%.

La siguiente tabla presenta la eficiencia promedio de Conducción en cada cuenca según el modelo WEAP.

Tabla 8-3: Eficiencias promedio de Conducción

Cuenca	Eficiencia promedio (%)
Mendoza	90,5%
Tunuyán Superior	89,0%
Tunuyán Inferior	91,0%
Diamante	67,5%
Atuel	84,5%
Malargüe	81,5%

La siguiente tabla presenta la demanda neta y bruta en 2050, cuando se supone que la eficiencia de la conducción es del 95% - lo que significa que todos los canales son impermeables.

Tabla 8-4: Mejora de la eficiencia de la Conducción

Cuenca	Mendoza	Tunuyán Superior	Tunuyán Inferior	Diamante	Atuel	Malargüe
Total Ha.	91.824	64.507	77.135	45.280	53.620	7.839
Demanda Neta (Hm³)	824	455	581	418	439	69
Eficiencia promedio (%)	90,5%	89,0%	91,0%	67,5%	84,5%	81,5%
Demanda Bruta (Hm³)	1.888	1.333	1.219	1.355	1.047	154
Eficiencia promedio mejorada (%)	97,0%	97,0%	96,0%	95,0%	95,0%	95,0%
Demanda Bruta mejorada (Hm³)	1.677	1.094	1.131	898	928	132
Delta Demanda - ahorro (Hm³)	**211**	**240**	**88**	**457**	**119**	**21**

8.3. EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN + EFICIENCIA DE APLICACIÓN (MEZCLA)

La siguiente tabla presenta la demanda bruta en 2050 al mejorar la eficiencia de la aplicación al 85% y la eficiencia de la conducción al 95%.

Tabla 8-5: Mejora de la eficiencia de la Conducción y Aplicación

Cuenca	Mendoza	Tunuyán Superior	Tunuyán Inferior	Diamante	Atuel	Malargüe
Total Ha.	91.824	64.507	77.135	45.280	53.620	7.839
Demanda Neta (Hm³)	824	455	581	418	439	69
Eficiencia promedio (%)	54,5%	43,0%	53,5%	49,0%	50,0%	55,0%
Eficiencia promedio de la aplicación (%)	90,5%	89,0%	91,0%	67,5%	84,5%	81,5%
Demanda Bruta (Hm³)	1.888	1.333	1.219	1.355	1.047	154
Eficiencia promedio de la aplicación mejorada (%)	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
Eficiencia promedio de la conducción mejorada (%)	97,0%	97,0%	96,0%	95,0%	95,0%	95,0%
Demanda Bruta mejorada (Hm³)	1.013	553	712	518	613	86
Delta Demanda - ahorro (Hm³)	**875**	**780**	**507**	**837**	**433**	**68**

La siguiente tabla presenta un resumen del potencial de reducción de la demanda de agua.

Tabla 8-6: Resumen del potencial de reducción de la demanda de agua

Cuenca	Mendoza	Tunuyán Superior	Tunuyán Inferior	Diamante	Atuel	Malargüe
Total Ha.	91.824	64.507	77.135	45.280	53.620	7.839
Demanda Neta (Hm³)	824	455	581	418	439	69
Demanda Bruta (Hm³)	1.888	1.333	1.219	1.355	1.047	154
Demanda Bruta aplicación mejorada (Hm³)	1.143	675	767	781	613	100
Demanda Bruta conducción mejorada (Hm³)	1.677	1.094	1.131	898	928	132
Demanda Bruta conducción y aplicación mejorada (Hm³)	1.013	553	712	518	613	86

La máxima reducción de la demanda se logra mejorando las eficiencias tanto de conducción como de aplicación, permitiendo la reducción de la demanda en un promedio del 49% en todas las cuencas.

9. BALANCES HÍDRICOS PROSPECTIVOS

Los balances hídricos prospectivos presentados en este informe definen por un lado la situación real proyectada para los próximos 30 años (2050), la situación real se refiere a la superficie cultivada (según el Balance Hídrico del DGI).

Por otro lado, la superficie cultivada total no es la totalidad de la superficie con derecho de riego. Es por ello que se evalúa el escenario donde se requiere abastecer la totalidad de la superficie con derecho.

El tercer balance presentará una situación promedio entre los balances hídricos anteriormente descritos.

La demanda poblacional e industrial se consideran iguales en todos los escenarios.

9.1. ESCENARIO NÚMERO 1 – SITUACIÓN ACTUAL

El escenario de situación actual considera los supuestos del Balance Hídrico respecto a la superficie cultivadas por cultivo, la conducción y eficiencia de aplicación (este escenario ya fue presentado en el capítulo 7 - "POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA".

9.1.1. RÍO MENDOZA

La siguiente tabla presenta el total de hectáreas (cultivadas y no cultivadas) en Río Mendoza por fuente.

Tabla 9-1: Hectáreas por fuente, Río Mendoza.

Fuente	Total Ha.	Ha. No Cultivadas	HA. Cultivadas
Dotada en Dique Cipolletti (Superficial)	80.747	16.404	64.343
Dotada en Alta Montaña	5.100	3.604	1.496
Dotada por otras fuentes	17.829	5.378	12.451
Agua Subterránea exclusiva MD	11.900	1.204	10.696
Agua Subterránea exclusiva MI	6.696	3.858	2.838
Total, Cuenca	**122.272**	**30.448**	**91.824**

El balance hídrico compara la demanda total con la oferta total sostenible e indica el déficit resultante, es importante mencionar que este déficit no es el déficit real (en 2020 por ejemplo) porque los volúmenes realmente suministrados no necesariamente fueron sostenibles, la tabla presenta el déficit proyectado para 2030, 2040 y 2050.

Tabla 9-2: Balance Hídrico, Río Mendoza - Ha Cultivadas.

Fuente	Agrícola Neta (Hm^3)	Agrícola Bruta (Hm^3)	Poblacional + Industrial Bruta (Hm^3)	Demanda Bruta Total (Hm^3)	Oferta recirculada (Hm^3)	Oferta de aguas subterráneas (Hm^3)	Oferta Sostenible (Hm^3)	Deficit (Hm^3)
Dotada en Dique Cipolletti (Superficial)	551	1.292						
Dotada en Alta Montaña	18	34						
Dotada por otras fuentes	110	286						
Agua Subterránea exclusiva MD	76	128						
Agua Subterránea exclusiva MI	23	39						
Total 2020	**776**	**1.779**	**378**	**2.157**	**149**	**317**	**1.370**	**-320**
Dotada en Dique Cipolletti (Superficial)	584	1.371						
Dotada en Alta Montaña	19	36						
Dotada por otras fuentes	116	302						
Agua Subterránea exclusiva MD	80	136						
Agua Subterránea exclusiva MI	24	41						
Total 2030	**823**	**1.886**	**410**	**2.296**	**152**	**317**	**1.270**	**-557**
Dotada en Dique Cipolletti (Superficial)	585	1.372						
Dotada en Alta Montaña	19	36						
Dotada por otras fuentes	116	302						
Agua Subterránea exclusiva MD	80	136						
Agua Subterránea exclusiva MI	24	41						
Total 2040	**824**	**1.887**	**444**	**2.331**	**152**	**316**	**1.230**	**-633**
Dotada en Dique Cipolletti (Superficial)	585	1.372						
Dotada en Alta Montaña	19	36						
Dotada por otras fuentes	116	303						
Agua Subterránea exclusiva MD	80	136						
Agua Subterránea exclusiva MI	24	41						
Total 2050	**824**	**1.888**	**481**	**2.369**	**152**	**316**	**1.130**	**-772**

9.1.2. RÍO TUNUYÁN

El balance hídrico de Tunuyán está compuesto por Tunuyán Superior y Tunuyán Inferior, en la siguiente tabla se presenta el total de Ha. para ambas cuencas.

Tabla 9-3: Hectáreas por fuente, Río Tunuyán.

Fuente	Total Ha.	Ha. No Cultivadas	HA. Cultivadas
Dique Valle de Uco	18.275	3.003	15.272
Manantiales	8.271	1.055	7.216
A° Cordillera Frontal	25.533	3.480	22.053
Agua subterránea	33.921	13.955	19.966
Total, Tunuyán Superior	**85.999**	**21.492**	**64.507**
Agua Subterránea exclusiva	26.016	9.311	16.705
Dotada en dique Tiburcio Benegas	86.094	25.663	60.431
Total, Tunuyán Inferior	**112.110**	**34.974**	**77.135**
Total, Tunuyán	**198.109**	**56.466**	**141.643**

Tabla 9-4: Balance Hídrico, Río Tunuyán - Ha Cultivadas.

Tunuyán 2020 - Fuente	Agrícola Neta (Hm³)	Agrícola Bruta (Hm³)	Poblacional + Industrial Bruta (Hm³)	Demanda Bruta Total (Hm³)	Oferta recirculada (Hm³)	Oferta de aguas subterráneas (Hm³)	Oferta Sostenible (Hm³)	Déficit (Hm³)
Tunuyán Inferior	544	1.142	94	1.237				
Tunuyán Superior	424	1.243	44	1.287				
Total 2020	**968**	**2.385**	**138**	**2.524**	**820**	**128**	**1.590**	**14**
Tunuyán Inferior	557	1.171	103	1.273				
Tunuyán Superior	436	1.280	49	1.328				
Total 2030	**994**	**2.450**	**151**	**2.602**	**844**	**128**	**1.550**	**-79**
Tunuyán Inferior	569	1.195	112	1.307				
Tunuyán Superior	445	1.307	53	1.360				
Total 2040	**1.014**	**2.501**	**165**	**2.667**	**862**	**138**	**1.550**	**-117**
Tunuyán Inferior	581	1.219	122	1.341				
Tunuyán Superior	455	1.333	59	1.392				
Total 2050	**1.035**	**2.553**	**180**	**2.733**	**880**	**142**	**1.510**	**-202**

9.1.3. RÍO DIAMANTE

La siguiente tabla presenta el total de hectáreas (cultivadas y no cultivadas) en Río Diamante por fuente.

Tabla 9-5: Hectáreas por fuente, Río Diamante

Fuente	Total Ha.	Ha. No Cultivadas	HA. Cultivadas
Dotada en dique Galileo Vitali	66.537	24.750	41.786
Dotada por desagües y drenajes	6.301	3.144	3.158
Agua Subterránea exclusiva	755	419	336
Total, Cuenca	**73.593**	**28.313**	**45.280**

Tabla 9-6: Balance Hídrico, Río Diamante - Ha Cultivadas.

Fuente	Agrícola Neta (Hm³)	Agrícola Bruta (Hm³)	Poblacional + Industrial Bruta (Hm³)	Demanda Bruta Total (Hm³)	Oferta recirculada (Hm³)	Oferta de aguas subterráneas (Hm³)	Oferta Sostenible (Hm³)	Deficit (Hm³)
Dotada en dique Galileo Vitali	351	1.143						
Dotada por desagües y drenajes	26	80						
Agua Subterránea exclusiva	3	7						
Total 2020	**379**	**1.230**	**46**	**1.276**	**267**	**19**	**940**	**-50**
Dotada en dique Galileo Vitali	377	1.228						
Dotada por desagües y drenajes	28	86						
Agua Subterránea exclusiva	3	8						
Total 2030	**408**	**1.322**	**49**	**1.370**	**287**	**19**	**890**	**-175**
Dotada en dique Galileo Vitali	382	1.243						
Dotada por desagües y drenajes	28	87						
Agua Subterránea exclusiva	3	8						
Total 2040	**413**	**1.338**	**52**	**1.391**	**291**	**15**	**810**	**-275**
Dotada en dique Galileo Vitali	386	1.259						
Dotada por desagües y drenajes	28	88						
Agua Subterránea exclusiva	3	8						
Total 2050	**418**	**1.355**	**56**	**1.411**	**295**	**14**	**690**	**-413**

9.1.4. RÍO ATUEL

La siguiente tabla presenta el total de hectáreas (cultivadas y no cultivadas) en Río Atuel por fuente.

Tabla 9-7: Hectáreas por fuente, Río Atuel

Fuente	Total Ha.	Ha. No Cultivadas	HA. Cultivadas
Dotada en dique Valle Grande	83.369	31.521	51.848
El Sosneado y La Junta	2.293	521	1772
Total, Cuenca	**85.662**	**32.042**	**53.620**

Tabla 9-8: Balance Hídrico, Río Atuel - Ha Cultivadas.

Fuente	Agrícola Neta (Hm^3)	Agrícola Bruta (Hm^3)	Poblacional + Industrial Bruta (Hm^3)	Demanda Bruta Total (Hm^3)	Oferta recirculada (Hm^3)	Oferta de aguas subterráneas (Hm^3)	Oferta Sostenible (Hm^3)	Déficit (Hm^3)
Dotada en dique Valle Grande	396,41	945,72						
El Sosneado y La Junta	11,42	26,65						
Total 2020	**407,82**	**972,38**	**25**	**997**	**0**	**51**	**1.080**	**134**
Dotada en dique Valle Grande	410,16	978,50						
El Sosneado y La Junta	11,82	27,60						
Total 2030	**421,98**	**1.006,10**	**26**	**1.032**	**0**	**51**	**1.020**	**39**
Dotada en dique Valle Grande	418,42	998,19						
El Sosneado y La Junta	12,06	28,17						
Total 2040	**430,48**	**1.026,36**	**28**	**1.054**	**0**	**49**	**910**	**-94**
Dotada en dique Valle Grande	426,68	1.017,89						
El Sosneado y La Junta	12,31	28,74						
Total 2050	**438,98**	**1.046,63**	**29**	**1.076**	**0**	**49**	**790**	**-237**

9.1.5. RÍO MALARGÜE

La siguiente tabla presenta el total de hectáreas (cultivadas y no cultivadas) en Río Malargüe por fuente.

Tabla 9-9: Hectáreas por fuente, Río Malargüe

Fuente	Total Ha.	Ha. No Cultivadas	HA. Cultivadas
Cañada Colorada	2.997	0	2.997
El Alamito y El Chacay	4.842	0	4.842
Total, Cuenca	**7.839**	**0**	**7.839**

Tabla 9-10: Balance Hídrico, Río Malargüe - Ha Cultivadas.

Fuente	Agrícola Neta (Hm^3)	Agrícola Bruta (Hm^3)	Poblacional + Industrial Bruta (Hm^3)	Demanda Bruta Total (Hm^3)	Oferta recirculada (Hm^3)	Oferta Sostenible (Hm^3)	Déficit (Hm^3)
Cañada Colorada	28,18	65,69					
El Alamito y El Chacay	36,63	78,35					
Total 2020	**64,81**	**144,04**	**9**	**153**	**0**	**240**	**87**
Cañada Colorada	29,36	68,45					
El Alamito y El Chacay	38,18	81,68					
Total 2030	**67,55**	**150,12**	**9**	**159**	**0**	**230**	**71**
Cañada Colorada	29,72	69,28					
El Alamito y El Chacay	38,66	82,69					
Total 2040	**68,38**	**151,97**	**10**	**162**	**0**	**190**	**28**
Cañada Colorada	30,08	70,11					
El Alamito y El Chacay	39,14	83,71					
Total 2050	**69,21**	**153,83**	**11**	**165**	**0**	**150**	**-15**

9.2. ESCENARIO NÚMERO 2 – TOTAL DERECHOS

Este escenario se diferencia del anterior en que considera la totalidad de la superficie, con derecho de riego cultivada, lo que supone una mayor demanda. Las demandas poblacionales e industriales se mantienen iguales que en el escenario anterior.

Los resultados de este escenario se presentan mediante una tabla resume los resultados (Demanda Neta y Bruta, y Déficit Calculado).

En todas las cuencas las hectáreas no cultivadas con derecho de riego se distribuyeron según la relación de cada cultivo sobre el total en cada UAM, excluyendo Malargüe que no lo tiene (según el modelo WEAP).

Las siguientes tablas presentan el total de hectáreas considerando este escenario (Tabla 9-11), y el balance hídrico a nivel de cuenca para 2020 (actual), 2030, 2040 y 2050 (Tabla 9-12).

Tabla 9-11: Escenario 2 – Ha. Cultivadas

Escenario	Escenario 1		Escenario 2
Cuenca	Ha. No Cultivadas	HA. Cultivadas	HA. Cultivadas
Mendoza	30.448	91.824	122.272
Tunuyán Superior	21.492	64.507	85.999
Tunuyán Inferior	34.974	77.135	112.110
Tunuyán	56.466	141.643	198.109
Diamante	28.313	45.280	73.593
Atuel	32.042	53.620	85.662
Malargüe	0	7.839	7.839

Tabla 9-12: Escenario 2 – Balance Hídrico

	Cuenca	Agrícola Neta (Hm³)	Agrícola Bruta (Hm³)	Poblacional + Industrial Bruta (Hm³)	Demanda Bruta Total (Hm³)	Oferta recirculada (Hm³)	Oferta de aguas subterráneas (Hm³)	Oferta Sostenible (Hm³)	Déficit (Hm³)
2030	Mendoza	1.039	2.363	378	2.741	169	317	1.370	-885
	Tunuyán Superior	565	1.606	44	1.650				
	Tunuyán Inferior	791	1.660	94	1.755				
	Tunuyán	1.356	3.266	138	3.405	1.042	128	1.590	-645
	Diamante	614	1.944	46	1.990	339	19	940	-692
	Atuel	638	1.540	25	1.565	0	51	1.080	-434
	Malargüe	65	144	9	153	0		240	87
2030	Mendoza	1.101	2.505	410	2.915	173	317	1.270	-1.155
	Tunuyán Superior	582	1.654	49	1.702				
	Tunuyán Inferior	810	1.701	103	1.804				
	Tunuyán	1.393	3.355	151	3.506	1.073	128	1.550	-755
	Diamante	660	2.089	49	2.138	365	19	890	-865
	Atuel	660	1.594	26	1.620	0	51	1.020	-549
	Malargüe	68	150	9	159	0		230	71
2040	Mendoza	1.102	2.507	444	2.950	173	316	1.230	-1.232
	Tunuyán Superior	594	1.688	53	1.742				
	Tunuyán Inferior	827	1.736	112	1.848				
	Tunuyán	1.422	3.425	165	3.590	1.095	138	1.550	-807
	Diamante	668	2.116	52	2.168	369	15	810	-974
	Atuel	673	1.626	28	1.653	0	49	910	-694
	Malargüe	68	152	10	162	0		190	28
2050	Mendoza	1.103	2.508	481	2.989	173	316	1.130	-1.371
	Tunuyán Superior	606	1.723	59	1.782				
	Tunuyán Inferior	844	1.772	122	1.893				
	Tunuyán	1.451	3.495	180	3.675	1.118	142	1.510	-906
	Diamante	677	2.143	56	2.198	374	14	690	-1.121
	Atuel	687	1.658	29	1.687	0	49	790	-848
	Malargüe	69	154	11	165	0		150	-15

9.3. ESCENARIO NÚMERO 3

Este escenario presenta la incorporación del 50% de las hectáreas incultas con derecho de riego.

Tabla 9-13: Escenario 3 – Ha. Cultivadas

Escenario	Escenario 1		Escenario 2	Escenario 3
Cuenca	Ha. No Cultivadas	HA. Cultivadas	HA. Cultivadas	HA. Cultivadas
Mendoza	30.448	91.824	122.272	107.048
Tunuyán Superior	21.492	64.507	85.999	75.253
Tunuyán Inferior	34.974	77.135	112.110	94.622
Tunuyán	56.466	141.643	198.109	169.876
Diamante	28.313	45.280	73.593	59.436
Atuel	32.042	53.620	85.662	67.608
Malargüe	0	7.839	7.839	7.839

Tabla 9-14: Escenario 3 – Balance Hídrico

	Cuenca	Agrícola Neta (Hm³)	Agrícola Bruta (Hm³)	Poblacional + Industrial Bruta (Hm³)	Demanda Bruta Total (Hm³)	Oferta recirculada (Hm³)	Oferta de aguas subterráneas (Hm³)	Oferta Sostenible (Hm³)	Déficit (Hm³)
2030	Mendoza	908	2.071	378	2.449	159	317	1.370	-602
	Tunuyán Superior	495	1.425	44	1.469				
	Tunuyán Inferior	668	1.401	94	1.496				
	Tunuyán	1.162	2.826	138,45	2.964	931	128	1.590	-316
	Diamante	497	1.587	46	1.633	303	19	940	-371
	Atuel	517	1.243	25	1.268	0	51	1.080	-137
	Malargüe	65	144	9	153	0		240	87
2030	Mendoza	962	2.196	410	2.605	162	317	1.270	-856
	Tunuyán Superior	509	1.467	49	1.515				
	Tunuyán Inferior	684	1.436	103	1.539				
	Tunuyán	1.193	2.902	151,38	3.054	959	128	1.550	-417
	Diamante	534	1.705	49	1.754	326	19	890	-520
	Atuel	535	1.286	26	1.312	0	51	1.020	-241
	Malargüe	68	150	9	159	0		230	71
2040	Mendoza	963	2.197	444	2.641	162	316	1.230	-932
	Tunuyán Superior	520	1.497	53	1.551				
	Tunuyán Inferior	698	1.466	112	1.578				

	Tunuyán	1.218	2.963	165,33	3.128	979	138	1.550	-462
	Diamante	541	1.727	52	1.779	330	15	810	-624
	Atuel	546	1.312	28	1.340	0	49	910	-380
	Malargüe	68	152	10	162	0		190	28
2050	Mendoza	964	2.198	481	2.679	162	316	1.130	-1.071
	Tunuyán Superior	531	1.528	59	1.587				
	Tunuyán Inferior	712	1.496	122	1.617				
	Tunuyán	1.243	3.024	180,26	3.204	999	142	1.510	-554
	Diamante	547	1.749	56	1.805	334	14	690	-767
	Atuel	557	1.338	29	1.367	0	49	790	-528
	Malargüe	69	154	11	165	0		150	-15

9.4. RESUMEN DE BALANCES HÍDRICOS PROSPECTIVOS

Se evaluaron 3 escenarios, la siguiente tabla presenta las cifras principales de esos escenarios.

Tabla 9-15: Resumen

		Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	Cuenca	HA. Cultivadas	Déficit (Hm³)	HA. Cultivadas	Déficit (Hm³)	HA. Cultivadas	Déficit (Hm³)
2020	Mendoza	91.824	-320	122.272	-885	107.048	-602
	Tunuyán	141.643	14	198.109	-645	169.876	-316
	Diamante	45.280	-50	73.593	-692	59.436	-371
	Atuel	53.620	134	85.662	-434	67.608	-137
	Malargüe	7.839	87	7.839	87	7.839	87
2030	Mendoza	91.824	-557	122.272	-1.155	107.048	-856
	Tunuyán	141.643	-80	198.109	-755	169.876	-417
	Diamante	45.280	-175	73.593	-865	59.436	-520
	Atuel	53.620	39	85.662	-549	67.608	-241
	Malargüe	7.839	71	7.839	71	7.839	71
2040	Mendoza	91.824	-633	122.272	-1.232	107.048	-932
	Tunuyán	141.643	-117	198.109	-807	169.876	-462
	Diamante	45.280	-275	73.593	-974	59.436	-624
	Atuel	53.620	-94	85.662	-694	67.608	-380
	Malargüe	7.839	28	7.839	28	7.839	28
2050	Mendoza	91.824	-772	122.272	-1.371	107.048	-1.071
	Tunuyán	141.643	-202	198.109	-906	169.876	-554
	Diamante	45.280	-413	73.593	-1.121	59.436	-767
	Atuel	53.620	-237	85.662	-848	67.608	-528
	Malargüe	7.839	-15	7.839	-15	7.839	-15

10. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE MEJORAS

10.1. ASPECTOS GENERALES

En el siguiente apartado se plantea la definición de los componentes del plan de inversiones para la posterior estimación de costos asociados a cada componente. El objetivo es desarrollar un plan de inversiones de mejoras complementarias. Para ello es necesario realizar una evaluación de los sistemas de riego actuales. Luego, se prevé incluir un análisis de costos asociados con la actualización y mejoras previstas a realizar en la red de distribución.

10.2. DEFINICIÓN DEL PLAN DE INVERSIONES

A continuación, se presentan los diferentes componentes del plan de inversión. Se presentan en función de la clasificación administrativa y operativa que componen las redes de distribución de agua de la provincia de Mendoza: red primaria, secundaria y terciaria. También se presentan los componentes de gestión transversales a las distintas redes de distribución, la infraestructura que permite la interacción entre la oferta superficial y subterránea; y se menciona la infraestructura, de índole privada, dentro de las parcelas para la aplicación directa del agua de riego a los cultivos.

10.2.1. RED PRIMARIA

Se define red primaria a la infraestructura que permite la captación del agua de los ríos, conducción, distribución, regulación y control administrados por el Departamento General de Irrigación, a través de sus Subdelegaciones y Jefatura de Zona.

Mejora red primaria

Se pretende el aumento en la eficiencia de conducción de agua, reduciendo pérdidas y optimizando los tiempos de respuesta en grandes canales.

- **Impermeabilización de la red primaria:** Reducción de pérdidas en canales de distribución. Comprende aquellos canales de distribución que transportan entre 5 m^3/s a 15 m^3/s y más.
- **Unificación de obras de toma y conducción:** Al combinar múltiples puntos de captación en uno y unificar diferentes tramos de conducción, se mejora la eficiencia hidráulica y se reduce la necesidad de mantenimiento.

- **Obras de distribución:** Fundamentales para llevar agua desde embalses y zonas de captación de agua hasta áreas de cultivo.

Flexibilización de red primaria

Implica adaptarse a distintos escenarios de distribución y fluctuaciones en la demanda que puedan presentarse en las áreas de cultivo. Permite una distribución dinámica del agua, facilitando la respuesta a cambios en la demanda y asegurando un suministro eficiente.

- **Mejora de la infraestructura existente:** Actualización y optimización de elementos físicos de la red, esto incluye canales, tuberías y secciones de control para optimizar su eficiencia y capacidad de respuesta.
- **Construcción de reservorios en red primaria:** Depósitos de agua para garantizar suministro continúo del recurso hídrico.
- **Sistemas de gestión de red primaria:** Herramientas para monitorear y controlar el flujo de agua. Cuenta de agua por inspección.
- **Estructuras de medición y control en red primaria:** instalación de dispositivos para garantizar la distribución del agua de la forma prevista.
- **Medidas contra el vandalismo:** Implementación de seguridad para prevenir robos y destrucción de la infraestructura y así garantizar la correcta distribución del recurso hídrico.

10.2.2. RED SECUNDARIA

Se define red secundaria a la infraestructura que permite la conducción, distribución, regulación y control del agua desde la toma sobre la red primaria hasta los cauces menores o directamente los usuarios. Es administrada directamente por las inspecciones de cauce, a través de sus estructuras administrativas.

Mejora red secundaria

Busca mejorar la eficiencia en la conducción del agua desde canales primarios hasta la entrega en inspecciones de cauce.

- **Impermeabilización de red secundaria** comprende la reducción de pérdidas en canales que transportan menos de 1,5 m^3/s, canales de 1,5 m^3/s a 3 m^3/s y de 3 m^3/s a 5 m^3/s.

- **Obras de distribución:** obras que permiten llevar agua desde canales principales hasta inspecciones de cauce. Incluyen la construcción de canales secundarios y tuberías.

Flexibilización de la red secundaria

Permite una distribución más dinámica del agua hacia las inspecciones, asegurando un suministro adecuado en diversos contextos operativos.

- **Mejora de la infraestructura existente:** Actualización y optimización de elementos físicos para mejorar eficiencia y capacidad de respuesta.
- **Reservorios en red secundaria:** Depósitos intermedios para garantizar suministro continuo de agua.
- **Refuerzo de dotación superficial mediante el uso de agua subterránea:** Integración de aguas subterráneas para complementar el suministro superficial en momentos de baja oferta, alta demanda o de corta.
- **Sistemas de gestión en inspecciones:** sistemas de control y gestión para monitorear el consumo de agua. Cuenta de agua por usuario.
- **Estructuras de medición y control en red secundaria:** Dispositivos para medir y controlar el uso del agua.
- **Medidas contra vandalismo en red secundaria:** implementar medidas de seguridad para asegurar operación continua y confiable.

10.2.3. RED TERCIARIA

Se define red terciaria a la infraestructura que permite la conducción y distribución de agua desde los canales secundarios hasta la toma de las propiedades. Son administrados por las inspecciones de cauce y los usuarios del sistema.

Mejora red terciaria:

Busca eficiencia en la conducción del agua desde la toma en canales secundarios hasta los usuarios. Componentes:

- **Impermeabilización red terciaria:** canales de menos de 0,050 m^3/s, de 0,050 m^3/s a 0,150 m^3/s, de 0,15 m^3/s a 0,50 m^3/s.

- **Obras de toma de usuarios:** Mejorar instalaciones de captación de agua de los regantes, incluyendo compuertas y dispositivos de control.

Integración de los sistemas de gestión

Entendiendo que en la provincia existen múltiples sistemas de gestión diferentes para la distribución del agua, es necesario un proceso de integración y unificación de criterios con el objetivo de mejorar los procesos de asignación del recurso como la comunicación entre los diferentes actores y la toma de decisiones.

- **Extensión y capacitación a usuarios y operadores:** Involucrar y capacitar a usuarios y operadores en el proceso de gestión del agua mediante la capacitación y la educación. Esto incluye información instruir sobre prácticas de uso eficiente del agua, normativas y regulaciones, así como entrenamiento en el manejo de sistemas de riego.
- **Infraestructura tecnológica:** Implementación de sistemas de comunicación eficientes que permitan la interacción fluida entre los diferentes actores involucrados. Requiere la adquisición de servidores y sistemas de almacenamiento de datos. El mantenimiento regular, la actualización y la seguridad de esta infraestructura son aspectos necesarios para asegurar su funcionamiento a largo plazo.
- **Personal capacitado en todas las instancias:** Formación continua para personal en todos los niveles. Garantizando así las mejores prácticas y tecnologías disponibles para mejorar la calidad de gestión del agua.

Uso del agua subterránea

La integración de agua subterránea con agua superficial permite dotar de una flexibilidad adicional a los sistemas de distribución de agua logrando una gestión integrada del recurso.

Mejoras intra parcelarias

Aumento de la eficiencia de aplicación en el regante.

- **Riego por goteo:** Tecnología para una aplicación más eficiente del agua.
- **Reservorios intra parcelarios**: Depósitos para almacenamiento dentro de las fincas de los usuarios. Permite disponer el recurso según el usuario disponga en los tiempos que desee.

- **Presurización de la red:** Asegura un flujo constante y controlado del agua. Facilita la implementación de riego por goteo y le da libertad al usuario de disponer del recurso cuando sea requerido.

10.3. OBJETIVO

La capacidad de definir costos específicos para cada componente de manera independiente permite una mayor precisión en la evaluación de los costos asociados al aumento de la eficiencia de uso del agua.

Al establecer costos por cada unidad de medida, como ser: $/m para la construcción y operación de tuberías, $/m^3 para construcción de reservorios o $/ha para el sistema en su conjunto, podremos presentar de manera clara y transparente el costo asociado a la disminución de cada metro cúbico de agua en el informe número 5.

Este enfoque no solo mejorará la precisión del análisis, sino que también facilitará la comunicación de nuestros resultados a todas las partes interesadas involucradas en el plan hídrico.

11. CONCLUSIONES

En este informe analizamos la gestión de los recursos hídricos de la provincia de Mendoza. Se compara la demanda real con la oferta sustentable calculada, por ejemplo, en la cuenca del río Mendoza el déficit en la situación actual alcanza unos 320 Hm^3 (asumiendo un nivel de confiabilidad del 80%). Un déficit que sin tomar medidas para mejorar la situación crecerá hasta casi los 800 Hm^3 en 2050.

En las demás cuencas también hay déficits, pero más moderados en comparación con la cuenca del río Mendoza.

En este informe también se estima el agua recirculada, refiriéndose al agua que se utiliza más de una vez, por ejemplo, el agua superficial que se utiliza para riego y parte de ella drena y se vuelve a utilizar para regar otras zonas.

Se calcula el volumen de agua recirculada utilizando el modelo WEAP, este fenómeno está afectando fuertemente a las Cuencas de Tunuyán (Superior e Inferior) donde el volumen de agua recirculada alcanza los 820 Hm^3, equivalente a la mitad de la oferta sustentable del río Tunuyán.

La conclusión general de este informe es que la única manera de alcanzar una gestión hídrica sostenible es estimando los déficits hídricos y emprendiendo medidas que busquen reducir la demanda hídrica para alcanzar una gestión hídrica sostenible de los recursos hídricos es reduciendo la demanda de agua.

El Informe N°5 ofrecerá alternativas para la reducción de la demanda de agua mediante mejoras en la eficiencia de uso y el Informe N°6 analizará económicamente la alternativa elegida de las propuestas en el informe N°5.

12.APÉNDICES

ANEXO Nº 1: COMENTARIOS AL INFORME 4.0 – CFI - RESPUESTA DE MEKOROT (EN ROJO)

Buenos Aires, 8 de marzo de 2024

Ref: EX-2022-00132909- - CFI-GES#DC **"Asesoramiento para la elaboración de un Plan Maestro para el sector hídrico de la provincia de Mendoza"**

REVISIÓN INFORME PARCIAL N°3 Versión preliminar

De acuerdo con el ANEXO B del contrato, las tareas a realizar en el presente informe debían contemplar los siguientes grados de desarrollo:

TAREA	DESCRIPCIÓN	ESTATUS
1	Análisis de la situación actual de los recursos hídricos	TERMINADO
2	Proyecciones de la oferta	TERMINADO
3	Proyecciones de la demanda	TERMINADO
4	Balances hídricos prospectivos	TERMINADO
5	Propuesta de medidas para distintas situaciones futuras	NO INICIÓ
6	Análisis económico y financiero de la alternativa elegida, y resumen del plan maestro.	NO INICIÓ

Nota: El ESTATUS indica el grado de desarrollo que debería tener la tarea según lo indicado en ANEXO B del contrato.

Habiendo analizado el Informe a continuación se detallan una serie de recomendaciones para tener en cuenta en la entrega definitiva.

ANÁLISIS Y REPORTE

Generalidades

- Se ha notado que la mayoría de los cuadros y gráficos carecen de detalle sobre unidades, magnitudes o datos. Es fundamental resaltar que toda la información debe presentarse de manera completa y precisa.

  Respuesta:

  OK, agregaremos los datos que faltan a todas las tablas y figuras.
- Se sugiere revisar la redacción en la página 11.

  Respuesta:

ASPECTOS TÉCNICOS

- En Tabla 2-1 Resumen de Escenarios se detallan déficits hídricos y demandas, pero se sugiere incorporar la oferta disponible.

  Respuesta:

  OK, agregaremos una columna con la oferta total (Agua subterránea, Agua superficial, Agua recirculada y Agua tratada).
- En figura 4-4 incorporar línea roja, datos y unidades que se presentan en el gráfico.

  Respuesta:

  OK, agregaremos la información que falta.
- En tablas 4-1, 4-2 y 4-3 incorporar unidades.

  Respuesta:

  OK, agregaremos la información que falta.
- Tabla 5.1 debe incorporar unidades.

  Respuesta:

  OK, agregaremos la información que falta.
- Tabla 5.13 incorporar proyecciones poblacionales, cantidad de habitantes y fundamentación de los porcentajes de pérdidas.

  Respuesta:

  OK, agregaremos la información que falta.

- Incorporar un escenario prospectivo deseable que contemple aspectos positivos que impacten en la demanda, como mejoras en las eficiencias de transporte y aplicación del agua para riego.

  Respuesta:

  En el Informe 4 no presentamos un balance prospectivo con una demanda agrícola reducida debido a mejoras de eficiencia.

  La razón es que todavía estamos estudiando cómo la mejora de las eficiencias de aplicación y conducción está afectando la recarga de agua subterránea al acuífero, que define los volúmenes sostenibles de extracción de agua subterránea, lo estamos haciendo, calibrando el modelo WEAP para diferentes eficiencias para establecer la relación entre la eficiencia global del riego y la recarga del acuífero.

  En el Informe 5 presentaremos Alternativas para la reducción del Déficit proyectado.

- Capitulo 8. Balances hídricos prospectivos. Incorporar una breve explicación de cada uno de los escenarios planteados y su metodología.

  Respuesta:

  Hay explicaciones antes de cada escenario al comienzo de cada subcapítulo (la diferencia entre los escenarios es el número de hectáreas cultivadas).

ANEXO Nº 2: COMENTARIOS AL INFORME 4.0 – DGI - RESPUESTA DE MEKOROT (EN ROJO)

IRRIGACIÓN

Mendoza, 05 de marzo 2024.

Secretario General
Consejo Federal de Inversiones
Lic. Ignacio LAMOTHE
S_____//_____D

Mediante la presente, tengo el agrado de dirigirme a Ud., en virtud del Convenio Marco de Cooperación celebrado entre la provincia de Mendoza y el Consejo Federal de Inversiones (CFI), con motivo de elevar las observaciones correspondientes al *Informe 4*, sobre el asesoramiento brindado en la elaboración del Plan Maestro para el Sector Hídrico de la provincia de Mendoza por el equipo de trabajo de MEKOROT.

Sin otro particular, lo saludo con atenta consideración.

Lic. MARÍA TERESA BADUI
JEFA DE GABINETE
DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN

IRRIGACIÓN

Observaciones - Informe N° 4

- ***RÍO MENDOZA***

- El volumen de agua tratada aumenta en el tiempo, de acuerdo con las proyecciones del aumento de la población.

- Superficie total empadronada según "Informe 1" tabla 50 es de 109.246 Ha sin reducción por categoría de derecho (solo superficial), "Informe 1" tabla 73 superficial más agua subterránea es de 118.234 Ha, y según archivo Excel escenario 2 es de 122.272,09Ha.

- Los valores de abastecimiento promedio de la Figura 4-8, asociados a la capacidad de almacenamiento de 400Hm3, no coinciden con los de la Tabla 4-4.

- Página 44 – Tabla 6-4 Habría que sumar a la oferta recirculada la explotación del acuífero realizada en el Río Mendoza.

- ***RÍO DIAMANTE***

- Revisar el cálculo de la oferta o abastecimiento sustentable del Río Diamante , por ejemplo el percentil 50% es de (835Hm3), el cual difiere del significativamente con el valore de disponible promedio del informe 2 de (1029Hm3), se considera que es como consecuencia que el primer cálculo solo considera los aportes del río en la sección de aforo de la Jaula, en tanto que segundo corresponde al valor que surge como balance por embalse a la altura de la presa de Los Reyunos, el cual recibe aportes no medidos en la sección aforo de La Jaula. Estos aportes corresponden a los arroyos La Faja, Hondo, Carrizalito y

IRRIGACIÓN

aportes pluviales de escorrentía pluvial entre el embalse Agua del Toro y Los Reyunos.

- La oferta recirculada falta de considerar el aporte asociado a los canales que riegan con agua de desagüe sobre el sector norte del oasis, Canal Retamito, Canal Resolana, Hijuela Española.

- ***RÍO TUNUYÁN***

- Página 17 En el río Tunuyán hay dos aportes no registrados en la sección de Valle de Uco, que serían los Arroyos de Cordillera Frontal (que representan aproximadamente un 70% de los aportes en Valle de Uco) y los Aportes de la cuenca del Río Mendoza, como ser arroyo Carrizal y los aportes de agua subterránea correspondiente al acuífero norte.

- Los valores de abastecimiento promedio de la Figura 4-10 (b), asociados a la capacidad de almacenamiento de 270Hm3, no coinciden con los de la Tabla 4-5.

- Página 44 – Tabla 6-5 Habría que sumar al agua recirculada la explotación del acuífero realizada en el Tunuyán Inferior.

- ***RÍO ATUEL***

- Superficie total empadronada según "Informe 1" tabla 54 sin considerar acueducto ganadero es de 110.448 Ha, según Tabla 89 es de 94.626Ha, según archivo de Excel es de 83.368,7Ha.

IRRIGACIÓN

- *MALARGÜE*

- Figura 4-6 (e) el título dice Río Tunuyán cuando corresponde al Río Malargüe.

- Superficie empadronada asociada al abastecimiento de laguna Llancanelo.

- *GENERAL*

- Página 30 "Los volúmenes suministrados de los últimos 20 años fueron extraídos del modelo WEAP, el agua superficial según los volúmenes medidos en cada cuenca y el agua subterránea según los volúmenes supuestos extraídos del modelo WEAP (informe 2.2), por lo que es posible definir cuál fue el nivel de confiabilidad en cada año y evaluar el nivel de sostenibilidad de la gestión hídrica en los últimos años." Este párrafo no es cierto es solo agua superficial.

- No se está de acuerdo con lo expuesto en la Tabla 4-9, es necesario evaluar el origen de la recarga de los acuíferos.

- Página 44 "El déficit proyectado en este informe está calculado según la oferta Sostenible, no significa que fuera el déficit real de años anteriores ya que no necesariamente se proporcionó un volumen sostenible." Ojo con este párrafo porque los déficits en los años de escases han sido cubiertos con agua subterránea, en Tabla 6-20 del Informe 2.2 se recomienda niveles de explotación de los acuíferos, cuya oferta no es puesta como agua disponible.

RÍO MENDOZA

- El volumen de agua tratada aumenta en el tiempo, de acuerdo con las proyecciones del aumento de la población.
  - Respuesta
    Efectivamente, el volumen de agua tratada aumenta en el tiempo, de acuerdo a las proyecciones. Debido a, como se expresa en el Informe 1, que la capacidad de la planta de tratamiento es de 102 Hm3, se contempla el volumen sin mejoras en las plantas, y se suma entre paréntesis el potencial hídrico tratado según el crecimiento poblacional.

- Superficie total empadronada según "Informe 1" tabla 50 es de 109.246 Ha sin reducción por categoría de derecho (solo superficial), "Informe 1" tabla 73 superficial más agua subterránea es de 118.234 Ha, y según archivo Excel escenario 2 es de 122.272,09Ha.
  - Respuesta

		ha.
Dotada desde Dique Cipolletti	Forestal	1 878
	Frutal	14 986
	Horticola	6 872
	Uso Recreativo	4 350
	Uso Publico	4 038
	Olivo	7 393
	Vid	24 489
	Pastura	336
	Total Cultivado	64 343
	No Cultivado	16 404
	Total	80 747

    La diferencia entre las 80747 ha del reporte 3 y las 76709 ha dotadas desde el Dique Cipolletti corresponden a las 4038 ha de Uso Público, que fueron contempladas en el reporte 3 y 4. Nota o fe de erratas al informe 1 con la interpretación de la superficie del informe 3 y 4.

- Los valores de abastecimiento promedio de la Figura 4-8, asociados a la capacidad de almacenamiento de 400Hm3, no coinciden con los de la Tabla 4-4.
  - Respuesta
    Actualizamos el capítulo de cálculos de oferta sostenible, en el capítulo actualizado presentamos un gráfico para el almacenamiento de 800 Hm3 (5-8(b)).

- Página 44 – Tabla 6-4 Habría que sumar a la oferta recirculada la explotación del acuífero realizada en el Río Mendoza.
  - Respuesta
    Actualizamos el Balance y ahora consideramos la extracción de agua subterránea según el informe 2.2 (valores actualizados informes 4.1 - capítulo 4.1)

RÍO DIAMANTE

- Revisar el cálculo de la oferta o abastecimiento sustentable del Río Diamante , por ejemplo el percentil 50% es de (835Hm3), el cual difiere del significativamente con el valor de disponible promedio del informe 2 de (1029Hm3), se considera que es como consecuencia que el primer cálculo solo considera los aportes del río en la sección de aforo de la Jaula, en tanto que segundo corresponde al valor que surge como balance por embalse a la altura de la presa de Los Reyunos, el cual recibe aportes no medidos en la sección aforo de La Jaula. Estos aportes corresponden a los arroyos La Faja, Hondo, Carrizalito y aportes pluviales de escorrentía pluvial entre el embalse Agua del Toro y Los Reyunos.
  - Respuesta
    En el rio Diamante existen una serie de aportes que no son considerados en las proyecciones del IANIGLA ya que sus aportes se producen aguas abajo de la estación La Jaula. Corresponden a los arroyos La Faja, Hondo, Carrizalito y aportes pluviales de escorrentía pluvial entre el embalse Agua del Toro y Los Reyunos. En base a datos provistos por la Subdelegación del Rio Diamante y utilizando las series de caudales de la Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación y el movimiento del volumen en el sistema de embalses. Los aportes no contabilizados se estiman en un 13% del derrame anual en la Jaula. Para la simulación de los escenarios de oferta para el cálculo del agua disponible, estos aportes se consideran del 10% para tener un margen de seguridad debido a las incertidumbres existentes.

- La oferta recirculada falta de considerar el aporte asociado a los canales que riegan con agua de desagüe sobre el sector norte del oasis, Canal Retamito, Canal Resolana, Hijuela Española.
  - Respuesta
    Es en la cuenca del río Diamante, existe una extensa zona en margen derecha y la parte sur de la cuenca que es la generadora de los volúmenes recirculados y parte de la misma se abastece directamente de ella. La zona corresponde a las siguientes zonas: Sauce de las Rosas, Grande, Sauce de la Leona, Cortaderal, Rama Caída Gonzales, Cubillos, Hijuela Salinas, Vila, Day Forte, Cejas del Monte, Hijuela Vicuña, Canal Retamito, Canal Resolana e Hijuela Española Cabe aclarar que estas zonas no reciben aguas de desagües, estas son las generadoras de las mismas, a través de la infiltración en los canales y la ineficiencia de riego.

RÍO TUNUYÁN

- Página 17 En el río Tunuyán hay dos aportes no registrados en la sección de Valle de Uco, que serían los Arroyos de Cordillera Frontal (que representan aproximadamente un 70% de los aportes en Valle de Uco) y los Aportes de la cuenca del Río Mendoza, como ser arroyo Carrizal y los aportes de agua subterránea correspondiente al acuífero norte.
  - Respuesta
    Arroyos Cordillera Frontal y precipitación que genera escorrentía (60%)
    Agua subterránea originaria en la cuenca del Río Mendoza (8%)

- Los valores de abastecimiento promedio de la Figura 4-10 (b), asociados a la capacidad de almacenamiento de 270Hm3, no coinciden con los de la Tabla 4-5.
  - Respuesta
    Actualizamos el capítulo de cálculos de oferta sostenible, en el capítulo actualizado presentamos un gráfico para el almacenamiento de 600 Hm3 (5-10(b))

- Página 44 – Tabla 6-5 Habría que sumar al agua recirculada la explotación del acuífero realizada en el Tunuyán Inferior.
  - Respuesta
    Actualizamos el Balance y ahora consideramos la extracción de agua subterránea según el informe 2.2.

RÍO ATUEL

- Superficie total empadronada según "Informe 1" tabla 54 sin considerar acueducto ganadero es de 110.448 Ha, según Tabla 89 es de 94.626Ha, según archivo de Excel es de 83.368,7Ha.
  - Respuesta

Tabla 54 Superficie empadronada y categorías de derecho del río Atuel

Superficie Empadronada (Ha)	Definitivo	Eventual	Desagües	Sobrantes	Dominio Privado	Permisos Precarios	Total
Dotada en Dique Valle Grande	62.022	43.541	114	1.032	0	809	107.517
Dotada en Tomas Superiores	2.427	387	0	0	0	117	2.931
Dotada en Acueducto Genadero	0	0	0	0	0	960.234	960.234
Superficie Total empadronada	64.449	43.928	114	1.032	0	961.160	1.070.682

Tabla 89. Célula de cultivo característica del río Atuel

	Superficie en [ha]											
	Antr.	Vid	Forest.	Frutal	Hort	Olivo	Past	Siemb	Uso Pec	Cult.	No Cult.	Total
Dotada en dique Valle Grande	622	11.264	1.134	15.024	631	2.463	13.569	3.803	3.182	51.689	40.644	92.333
Dotada en Tomas Superiores	0	0	132	0	0	0	197	1.443	0	1.772	521	2.293
Superficie Total	622	11.264	1.266	15.024	631	2.463	13.766	5.246	3.182	53.461	41.165	94.626

UAM / CULTIVO	Suelo no cultivado	Barbecho	Uso Recreativo	Forestal	Frutal	Hortícola	Olivo	Pastura	Siembra	Uso Pecuario	Vid	Total
AsociacionAltaMedio	3 749.8	1 579.4		104.1	2 541.6	124.0	27.5	5 082.3	195.3	610.6	1 490.7	7 975.1
AsociacionBowen	3 719.7	1 766.8		189.0	3 684.0	23.8	8.9	2 828.1	704.0	108.7	1 850.7	9 368.2
AsociacionNuevoAlvear	5 897.5	1 647.1	286.5	114.8	3 651.5	210.8	32.0	1 273.0	508.8	984.6	2 500.3	9 154.5
ConcesionBuenaVista			38.2	45.8								84.0
InspeccionCasaMirtayo				58.8	79.6	8.2	40.7	19.6	9.9		184.6	401.4
InspeccionCasaBalsucci	5 210.7	446.8	91.9	78.5	752.6	82.5	144.9	859.2	87.9	295.8	697.7	3 051.0
InspeccionCasaCorreas	682.0	672.2	20.1	34.9	446.2	28.6	21.4	51.7	154.9		502.5	1 220.1
InspeccionCasaPerrone	1 319.8	539.7	56.5	80.2	114.3	21.9	0.5	1 906.9	904.7	348.8	16.5	3 473.1
InspeccionCasaReguerin	1 469.2	361.1		33.8	824.7	67.3	297.3	158.2	14.2	118.9	1 488.8	3 083.5
InspeccionIzuel	3 434.6	615.8	77.8	74.5	370.2	33.9	1 828.7	799.3	40.9	225.2	709.2	4 159.8
InspeccionRealdelPadre	2 921.8	855.9	229.3	125.7	2 397.1	40.4	60.5	866.9	201.8	333.0	1 542.1	5 396.9
InspeccionSanPedro	5 115.4	638.1		230.5	302.2	9.2		2 145.9	984.4	586.0	276.6	4 480.6
El coronado y La Junta	521	0	0	332	0	0	0	197	1 445	0	0	1 772.0
Total Cuenca	52 041.7	9 125.1	780.4	1 265.6	15 025.7	650.6	2 462.5	15 766.2	5 245.9	3 181.6	11 265.6	55 630.8
Suma Río Cult	41 164.7											
Suma Cult	55 620.0											
Total	96 784.7											

La diferencia en la superficie existente entre la tabla 89 y el archivo Excel es de 158.7 ha, correspondientes a un uso recreativo que se considera en el reporte 3, (no se considera el Uso Atropizado y se considera el Uso Recreativo) Esa superficie debe restarse de la superficie no cultivada.

La superficie expresada en la tabla 54 responde al análisis de padrón de concesiones y derechos y la tabla 89 responde al análisis de la superficie identificada como cultivada y sistematizada para recibir agua de riego. La diferencia entre ambas responde a la superficie empadronada que no ha sido sistematizada para recibir agua de riego.

Los cambios surgen debido a la necesidad de considerar el uso antropizado de manera separada, en un uso público y uso recreativo de carácter privado. Estos cambios responden a los solicitado en el reporte 3.

MALARGÜE

- Figura 4-6 (e) el título dice Río Tunuyán cuando corresponde al Río Malargüe
  - Respuesta
    Corregido

- Superficie empadronada asociada al abastecimiento de laguna Llancanelo
  - Respuesta
    En la cuenca del Río Malargüe, existe un uso que considera la demanda ambiental de la laguna de Llancanelo. Está considerado mediante un empadronamiento de categoría Eventual de 2478.15 ha totales. Esta situación debe ser considerada a los fines de interpretar el valor de "exceso" o "superávit" de agua que el análisis del balance proyectado genera y los potenciales déficit a futuro.

GENERAL

- Página 30 "Los volúmenes suministrados de los últimos 20 años fueron extraídos del modelo WEAP, el agua superficial según los volúmenes medidos en cada cuenca y el agua subterránea según los volúmenes supuestos extraídos del modelo WEAP (informe 2.2), por lo que es posible definir cuál fue el nivel de confiabilidad en cada año y evaluar el nivel de sostenibilidad de la gestión hídrica en los últimos años." Este párrafo no es cierto es solo agua superficial.
  - Respuesta
    Esta parte fue eliminada de la versión final del informe.

- No se está de acuerdo con lo expuesto en la Tabla 4-9, es necesario evaluar el origen de la recarga de los acuíferos.
  - Respuesta

    Esta tabla fue eliminada de la versión final del informe.
- Página 44 "El déficit proyectado en este informe está calculado según la oferta Sostenible, no significa que fuera el déficit real de años anteriores ya que no necesariamente se proporcionó un volumen sostenible." Ojo con este párrafo por que los déficits en los años de escasez han sido cubiertos con agua subterránea, en Tabla 6-20 del Informe 2.2 se recomienda niveles de explotación de los acuíferos, cuya oferta no es puesta como agua disponible.
  - Respuesta

    El modelo no considera que los déficits generados en años de escasez son cubiertos en su totalidad con aguas subterráneas, sólo las propiedades con pozos pueden satisfacer sus demandas con agua subterránea. Eso genera un volumen de extracción máximo que no llega a suplir todo el déficit de la cuenca.

    Se agrega, como se recomienda, el componente de agua subterránea en los cálculos de déficit hídrico, acorde con el análisis de proyecciones realizadas en el reporte 2.2, el cual considera como volumen sostenible, el promedio de la diferencia entre la recarga y salida natural del acuífero para un periodo de 10 años.

PLAN MAESTRO PARA EL SECTOR HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Informe 5.1

Propuesta de Medidas para Distintas Situaciones Futuras

Junio 2024

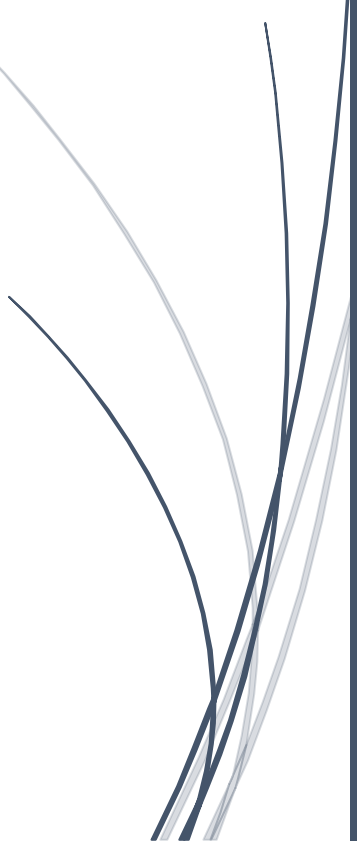


TABLA DE CONTENIDO

INFORME 5.0 – OBSERVACIONES 11

1. INTRODUCCIÓN 13

2. RESUMEN EJECUTIVO 16

3. OBJETIVO DEL INFORME 19

4. RESUMEN DE LOS DÉFICITS EN LA SITUACIÓN ACTUAL 20

5. ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS 21

5.1 ASPECTOS GENERALES 21
5.2 FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA 21
5.3 CATEGORÍAS DE TAMAÑO 22
5.4 CANTIDAD DE PROPIEDADES 22

6. MODELOS DE RENTABILIDAD AGRÍCOLA 29

6.1 ALCANCE Y COBERTURA 29
6.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA CÉLULA DE CULTIVO DE CADA CUENCA 40
6.3 IDENTIFICACIÓN/ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE FINANCIAMIENTO DE INVERSIONES 45

7. RELACIÓN ENTRE LA EFICIENCIA DE LA APLICACIÓN Y EL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA 49

7.1 FUNDAMENTACIÓN 49
7.2 PROPIEDADES CON FUENTE SUBTERRÁNEA Y SUPERFICIAL 49
7.3 RESUMEN DE RESULTADOS 50

8. EVALUACIÓN DE COSTOS PARA OBRAS DE MEJORAS 60

8.1 INTRODUCCIÓN 60
8.2 OBRAS DE REGULACIÓN, CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN 60
8.3 TECNIFICACIÓN DEL RIEGO 70
8.4 AGREGACIÓN DE COSTOS EN REDES DE CONDUCCIÓN 72
8.5 INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN 75
8.6 CAUDALÍMETROS 76
8.7 USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA 77

9. ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL DÉFICIT PROYECTADO 78

9.1 INTRODUCCIÓN 78
9.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS 78
9.3 METODOLOGÍA GENERAL DE CÁLCULO DE COSTOS 88
9.4 RÍO MENDOZA. RESULTADOS 92

9.5 Río Tunuyán. Resultados 101
9.6 Río Diamante. Resultados 108
9.7 Río Atuel. Resultados 116
9.8 Río Malargüe. Resultados 121
9.9 Resumen de alternativas 125

10. EJERCICIOS DE APLICACIÓN: RESULTADOS SOBRE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS DE INVERSION PRESENTADAS 127

10.1 Límites De La Rentabilidad Agrícola 127
10.2 Inversiones A Nivel Agregado (Obras De Conducción -Dgi/Insp De Cauce) 140
10.3 Inversiones A Nivel Microeconómico (Usuarios - Riego Por Goteo) 141
10.4 Inversiones Y Costos Anuales 141
10.5 Principales Conclusiones 145

11. CONSUMO POBLACIONAL: ANÁLISIS GENERAL 152

11.1 Estado de situación del sistema 152
11.2 Demanda Actual y perdidas del sistema 153
11.3 Estimación de los costos de inversión 155
11.4 Proyecciones de la demanda 157
11.5 Reseña del esquema de tarifación del servicio (síntesis del informe 1) 159

12. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES 169

12.1 Conclusiones Sobre Los Resultados 169
12.2 Comentarios Generales 172

13. APÉNDICES 175

LISTA DE TABLAS

Tabla 0-1: Comentarios Departamento General de Irrigación 11
Tabla 0-2: Comentarios Consejo Federal De Inversiones 12
Tabla 4-1: Resumen de los déficits en la situación actual 20
Tabla 5-1: Cuenca Río Mendoza. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas. 23
Tabla 5-2: Cuenca Río Mendoza. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas. 23
Tabla 5-3: Cuenca Río Tunuyán Inferior. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas. 24
Tabla 5-4: Cuenca Río Tunuyán Inferior. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas. 24
Tabla 5-5: Cuenca Río Tunuyán Superior. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas. 25
Tabla 5-6: Cuenca Río Tunuyán Superior. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas. 25
Tabla 5-7: Cuenca Río Atuel. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas. 26
Tabla 5-8: Cuenca Río Atuel. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas. 26
Tabla 5-9: Cuenca Río Diamante. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas. 27
Tabla 5-10: Cuenca Río Diamante. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas. 27
Tabla 5-11: Cuenca Río Malargüe. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas. 28
Tabla 5-12: Cuenca Río Malargüe. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas. 28
Tabla 6-1: Destino agrícola del agua: superficies en hectáreas relevadas por el DGI 30
Tabla 6-2: Asignación de la superficie cultivada departamental a las cuencas hidrográficas de Mendoza 32
Tabla 6-3: Superficies de Uso Agrícola 32
Tabla 6-4: asignación de cultivos según participación relativa en la superficie cultivada 40
Tabla 6-5: Tamaños límites de rentabilidad 44
Tabla 6-6: Análisis de sensibilidad de la rentabilidad por ha al precio promedio al productor y a los rendimientos 44
Tabla 6-7: Análisis de sensibilidad de la rentabilidad por al tamaño promedio de explotación 45
Tabla 6-8: Margen por ha por cuenca ($/ha) 46
Tabla 6-9: Impacto sobre el excedente total por cuenca frente a incremento de costos operativos 48
Tabla 7-1: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 50% 50
Tabla 7-2: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 75% 50
Tabla 7-3: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 85% 51
Tabla 7-4: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 40% 53
Tabla 7-5: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 65% 53
Tabla 7-6: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 85% 53
Tabla 7-7: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 47% 54
Tabla 7-8: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 65% 55
Tabla 7-9: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 75% 55
Tabla 7-10: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 49% 57
Tabla 7-11: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 65% 57
Tabla 7-12: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 85% 57
Tabla 7-13: Valores de las principales variables del balance del agua subterránea. Para una eficiencia global del 30% 59
Tabla 7-14: Valores de las principales variables del balance del agua subterránea. Para una eficiencia global del 60% 59
Tabla 8-1: Resumen de los costos de materiales y construcción para canales de hormigón. 61
Tabla 8-2: Resumen de los costos de materiales y construcción para tuberías de PVC y PRFV. 63
Tabla 8-3: Costos de construcción de reservorios en función de su capacidad. 65
Tabla 8-4: Costos de construcción expresados en miles de US$ de estaciones de bombeo 67
Tabla 8-5: Costos por hectárea de presurización del sistema 68

Tabla 8-6: Costos de mejora en estructuras de derivación por hectárea 69
Tabla 8-7: Afectación de la mejora en la distribución en cada alternativa. 70
Tabla 8-8: Costos de materiales para un sistema de riesgo por mangas 72
Tabla 8-9: Resumen de los costos por hectárea del proyecto 74
Tabla 8-10: Costos estimados de inversión para posibilitar una eficiencia de aplicación del 85% 74
Tabla 8-11: Estructura de costos implementación de un sistema de gestión de la distribución minorista. 76
Tabla 8-12: Costos estimados en dólares para la implementación de un sistema de gestión de la distribución (en USD). 76
Tabla 9-1: Costos de los componentes unitarios para alternativa 2.1 80
Tabla 9-2: Costos en de la alternativa 2.1 por cuenca administrativa 80
Tabla 9-3: Costos de los componentes unitarios para alternativa 2.2 82
Tabla 9-4: Costos de la alternativa 2.2 por cuenca administrativa 82
Tabla 9-5: Costos de los componentes unitarios para alternativa 2.3 83
Tabla 9-6: Costos de la alternativa 2.3 por cuenca administrativa 83
Tabla 9-7: Costos de los componentes unitarios para alternativa 3.1 84
Tabla 9-8: Costos de la alternativa 3.1 por cuenca administrativa 85
Tabla 9-9: Variación de la eficiencia de conducción y sus componentes 85
Tabla 9-10: Costos de los componentes unitarios para alternativa 3.2 86
Tabla 9-11: Costos de la alternativa 3.2 por cuenca administrativa 86
Tabla 9-12: Estimación de la eficiencia de conducción en la alternativa 2.1 90
Tabla 9-13: Río Mendoza - Inversiones en el sistema Poblacional 92
Tabla 9-14: Río Mendoza – Balance Hídrico. Situación actual 93
Tabla 9-15: Alternativa 1 - Balance Hídrico. Río Mendoza. 94
Tabla 9-16: Montos de las inversiones. Río Mendoza. Alternativa 1. 94
Tabla 9-17: Alternativa 2.1 - Balance Hídrico. Rio Mendoza. 95
Tabla 9-18: Montos de las inversiones. Rio Mendoza. Alternativa 2.1. 95
Tabla 9-19: Alternativa 2.2 - Balance Hídrico. Río Mendoza. 96
Tabla 9-20: Montos de las inversiones. Río Mendoza. Alternativa 2.2. 96
Tabla 9-21: Alternativa 2.3 - Balance Hídrico. Río Mendoza. 97
Tabla 9-22: Montos de las inversiones. Río Mendoza. Alternativa 2.3. 97
Tabla 9-23: Alternativa 3.1 - Balance Hídrico. Río Mendoza. 98
Tabla 9-24: Montos de las inversiones. Río Mendoza. Alternativa 3.1. 98
Tabla 9-25: Alternativa 3.2 - Balance Hídrico. Río Mendoza. 99
Tabla 9-26: Montos de las inversiones. Rio Mendoza. Alternativa 3.2. 99
Tabla 9-27a: Resumen de Alternativas de inversión Río Mendoza. 100
Tabla 9-27b: Resumen de Alternativas de inversión Río Mendoza. 100
Tabla 9-28: Río Tunuyán - Inversiones en el sistema Poblacional 101
Tabla 9-29: Situación actual. Balance Hídrico. Río Tunuyán. 101
Tabla 9-30: Alternativa 1. Balance Hídrico. Rio Tunuyán. 102
Tabla 9-31: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 1. 103
Tabla 9-32: Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Tunuyán. 103
Tabla 9-32: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 2.1. 104
Tabla 9-33: Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Rio Tunuyán. 104
Tabla 9-34: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 2.2. 104
Tabla 9-35: Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Tunuyán. 105
Tabla 9-36: Montos de las inversiones. Rio Tunuyán. Alternativa 2.3. 105

Tabla 9-37: Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Río Tunuyán. 106
Tabla 9-38: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 3.1. 106
Tabla 9-39: Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Tunuyán. 107
Tabla 9-40: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 3.2. 107
Tabla 9-41a: Resumen de Alternativas de inversión Río Tunuyán. 108
Tabla 9-41b: Resumen de Alternativas de inversión Río Tunuyán. 108
Tabla 9-42: Río Diamante - Inversiones en el sistema Poblacional 109
Tabla 9-43: Situación actual. Balance Hídrico. Rio Diamante. 109
Tabla 9-44: Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Diamante. 110
Tabla 9-45: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 1. 110
Tabla 9-46: Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Diamante. 111
Tabla 9-47: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 2.1. 111
Tabla 9-48: Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Río Diamante. 112
Tabla 9-49: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 2.2. 112
Tabla 9-50: Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Diamante. 113
Tabla 9-51: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 2.3. 113
Tabla 9-52: Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Rio Diamante. 114
Tabla 9-53: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 3.1. 114
Tabla 9-54: Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Diamante. 115
Tabla 9-55: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 3.2. 115
Tabla 9-56a: Resumen de Alternativas de inversión Río Diamante. 116
Tabla 9-56b: Resumen de Alternativas de inversión Río Diamante. 116
Tabla 9-57: Situación actual. Balance Hídrico. Río Atuel. 117
Tabla 9-58: Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Atuel. 117
Tabla 9-59: Montos de las inversiones. Rio Atuel. Alternativa 1. 117
Tabla 9-60: Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Atuel. 118
Tabla 9-61: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.1. 118
Tabla 9-62: Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Río Atuel. 118
Tabla 9-63: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.2. 118
Tabla 9-64: Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Atuel. 119
Tabla 9-65: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.3. 119
Tabla 9-66: Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Rio Atuel. 119
Tabla 9-67: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 3.1. 120
Tabla 9-68: Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Atuel. 120
Tabla 9-69: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 3.2. 120
Tabla 9-70: Resumen de Alternativas de inversión Río Atuel. 121
Tabla 9-71: Situación actual. Balance Hídrico. Río Malargüe. 121
Tabla 9-72: Río Malargüe - Alternativa 1 122
Tabla 9-73: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 1. 122
Tabla 9-74: Río Malargüe - Alternativa 2.1, 2.2 y 2.3. 122
Tabla 9-75: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 2.1. 122
Tabla 9-76: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 2.2. 123
Tabla 9-77: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 2.3. 123
Tabla 9-78: Río Malargüe - Alternativa 3.1 y 3.2. 123
Tabla 9-79: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 3.1. 123

Tabla 9-80: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 3.1. 124
Tabla 9-81: Resumen de Alternativas de inversión Rio Malargüe 124
Tabla 9-82: Resumen de Alternativas de inversión Rio Malargüe. Todas las cuencas 125
Tabla 9-83: Resumen de Alternativas. Escenario con la totalidad de la superficie cultivada 126
Tabla 10-1: Componentes del análisis de rentabilidad 127
Tabla 10-2: Río Mendoza - Inversiones y costos anuales – DGI / INSP 142
Tabla 10-3: Río Mendoza - Inversiones y costos anuales – Usuarios 142
Tabla 10-4: Río Tunuyán- Inversiones y costos anuales – DGI / INSP 142
Tabla 10-5: Río Tunuyán - Inversiones y costos anuales – Usuarios 143
Tabla 10-6: Río Diamante- Inversiones y costos anuales – DGI / INSP 143
Tabla 10-7: Rio Diamante - Inversiones y costos anuales – Usuarios 144
Tabla 10-8: Río Atuel- Inversiones y costos anuales – DGI / INSP 144
Tabla 10-9: Rio Atuel - Inversiones y costos anuales – Usuarios 144
Tabla 10-10: Río Malargüe- Inversiones y costos anuales – DGI / INSP 145
Tabla 10-11: Rio Malargüe - Inversiones y costos anuales – Usuarios 145
Tabla 11-1: suministro de agua potable – Prestadores y conexiones 152
Tabla 11-2: composición de la demanda poblacional – Rio Mendoza 154
Tabla 11-3: composición de la demanda poblacional – Rio Tunuyán Superior 154
Tabla 11-4: composición de la demanda poblacional – Rio Tunuyán Inferior 154
Tabla 11-5: composición de la demanda poblacional – Rio Diamante 154
Tabla 11-6: composición de la demanda poblacional – Rio Atuel 155
Tabla 11-7: composición de la demanda poblacional – Rio Malargüe 155
Tabla 11-8: Cuenca del Rio Mendoza. Demanda poblacional. 157
Tabla 11-9: Cuenca del Rio Mendoza. Volumen recuperado 157
Tabla 11-10: Proyección de la demanda poblacional - Rio Mendoza 158
Tabla 11-11: Proyección de la demanda poblacional - Rio Tunuyán Superior 158
Tabla 11-12: Proyección de la demanda poblacional - Rio Tunuyán Inferior 158
Tabla 11-13: Proyección de la demanda poblacional - Rio Diamante 159
Tabla 11-14: Proyección de la demanda poblacional - Rio Atuel 159
Tabla 11-15: Proyección de la demanda poblacional - Rio Malargüe 159
Tabla 11-16: distribución de operadores comunitarios 162
Tabla 11-17: Micromedición en los operadores comunitarios 162
Tabla 11-18: Estimaciones de la elasticidad precio de la demanda por agua potable para uso doméstico. 167

LISTA DE FIGURAS

Figura 6-1: Ejemplo – Estimación de costos de operación por ha de vid en espaldero para el caso de un productor tradicional y un productor tecnificado 35
Figura 6-2A: Ejemplo – Estimación de costos de gestión y capital en el caso de productores de vid en espaldero. Productor tradicional 37
Figura 6-2B: Ejemplo – Estimación de costos de gestión y capital en el caso de productores de vid en espaldero. Productor tecnificado 38
Figura 6-3: Ejemplo – Rentabilidad por ha (promedio todas las cuencas, en $/ha) 41
Figura 6-4: Rio Mendoza, Rentabilidad por Ha para Productores Tradicionales chicos 42
Figura 6-5: Rio Mendoza, Rentabilidad por Ha para Productores Tradicionales grandes 43
Figura 6-6: Rio Mendoza, Rentabilidad por Ha para Productores Tecnificados 43
Figura 6-7: Excedente económico total por destino agrícola y por cuenca (en $) 46
Figura 6-8: Rentabilidad por ha por cuenca y destino agrícola del agua (en $/ha 47
Figura 7-1: Volumen sostenible de explotación del agua subterránea – Mendoza 51
Figura 7-2: relación entre la Ineficiencia de la demanda (Bruta - Neta) con la Extracción Máxima Permitida de Agua Subterránea – Mendoza 52
Figura 7-3: Volumen sostenible de explotación del agua subterránea – Tunuyán Superior 53
Figura 7-4: Volumen sostenible de explotación del agua subterránea – Tunuyán Inferior 55
Figura 7-5: relación entre la Ineficiencia de la demanda (Bruta - Neta) con la Extracción Máxima Permitida de Agua Subterránea – Tunuyán Inferior 56
Figura 7-6: Volumen sostenible de explotación del agua subterránea – Atuel 58
Figura 7-7: relación entre la Ineficiencia de la demanda (Bruta - Neta) con la Extracción Máxima Permitida de Agua Subterránea – Atuel 58
Figura 8-1: Costo Canalizaciones Abiertas 62
Figura 8-1a: Costo Canalizaciones Cerradas y caudal 64
Figura 8-1b: Costo Canalizaciones Cerradas 64
Figura 8-2: Costo de construcción de reservorios 66
Figura 8-3: Relación entre la potencia instalada y costo de construcción de la estación. 67
Figura 9-1: Eficiencia en la red de conducción en función de la longitud de red terciaria revestida 81
Figura 9-2: Esquema de la situación actual. 87
Figura 9-3: Esquema de las alternativas 2.1 y 3.1 87
Figura 9-4: Esquema de las alternativas 2.2 y 3.2 88
Figura 10-1: Río Mendoza. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 128
Figura 10-2: Río Mendoza. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 129
Figura 10-3: Río Mendoza. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 129
Figura 10-4: Río Mendoza. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 130
Figura 10-5: Río Tunuyán superior. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 130
Figura 10-6: Río Tunuyán superior. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 131
Figura 10-7: Río Tunuyán superior. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 131

Figura 10-8: Río Tunuyán superior. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 132
Figura 10-9: Río Tunuyán Inferior. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 132
Figura 10-10: Río Tunuyán superior. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 133
Figura 10-11: Río Tunuyán Inferior. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 133
Figura 10-12: Río Tunuyán Inferior. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 134
Figura 10-13: Río Diamante. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 134
Figura 10-14: Río Diamante. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables ... 135
Figura 10-15: Río Diamante. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 135
Figura 10-16: Río Diamante. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 136
Figura 10-17: Río Atuel. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 136
Figura 10-18: Río Atuel. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 137
Figura 10-19: Río Atuel. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 137
Figura 10-20: Río Atuel. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 138
Figura 10-21: Río Malargüe. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 138
Figura 10-22: Río Malargüe. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 139
Figura 10-23: Río Malargüe. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha) 140
Figura 10-24: Río Malargüe. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables 140
Figura 10-25: Río Mendoza. Costo anual de la inversión en términos de equivalente-canon 146
(todas las alternativas) 146
Figura 10-26: Río Mendoza. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola (productores tradicionales; todas las alternativas) 147
Figura 10-27: Río Mendoza. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola (productores tecnificados; todas las alternativas) 147
Figura 10-28: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos de equivalente-canon. (todas las alternativas) 148
Figura 10-29 A: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola. (productores tradicionales; todas las alternativas) 149
Figura 10-29 B: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola. (productores tradicionales; todas las alternativas) 150
Figura 10-30 A: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola (productores tecnificados; todas las alternativas) 151
Figura 10-30 B: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola (productores tecnificados; todas las alternativas) 151
Figura 11-1: Argentina. Participación por condición de cuentas de agua potable y saneamiento 163

Figura 11-2: Mendoza. Participación por condición de cuentas de agua potable y saneamiento 164

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice No.1: Canalizaciones Abiertas - Red Primaria (Q = 7 m^3/s) 175
Apéndice No.2: Canalizaciones Abiertas - Red Primaria (Q = 15 m^3/s) 175
Apéndice No.3: Canalizaciones Abiertas - Red Primaria (Q = 30 m^3/s) 176
Apéndice No.4: Canalizaciones Abiertas - Red Secundaria (Q = 0,7 m^3/s) 176
Apéndice No.5: Canalizaciones Abiertas - Red Secundaria (Q = 2 m^3/s) 177
Apéndice No.6: Canalizaciones Abiertas - Red Secundaria (Q = 4 m^3/s) 177
Apéndice No.7: Canalizaciones Abiertas - Red Terciaria (Q = 0,05 m^3/s) 178
Apéndice No.8: Canalizaciones Abiertas - Red Terciaria (Q = 0,15 m^3/s) 178
Apéndice No.9: Canalizaciones Abiertas - Red Terciaria (Q = 0,5 m^3/s) 179
Apéndice No.10: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=125 mm) 179
Apéndice No.11: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=160mm) 180
Apéndice No.12: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=200 mm) 180
Apéndice No.13: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=250 mm) 181
Apéndice No.14: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=315 mm) 181
Apéndice No.15: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=450 mm) 182
Apéndice No.16: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=600 mm) 182
Apéndice No.17: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=700 mm) 183
Apéndice No.18: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=800 mm) 183
Apéndice No.19: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=900 mm) 184
Apéndice No.20: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=1.200 mm) 184
Apéndice No.21: Margen neto por ha considerado para las comparaciones del capítulo 10 185

LISTA DE APÉNDICES - ARCHIVO ZIP ADJUNTO

Cálculo de alternativas - Archivos Excel

Modelo de Rentabilidad Agrícola – Archivo Excel

INFORME 5.0 – OBSERVACIONES

El informe 5.0 (la primera versión del informe 5) se presentó el 12 de mayo de 2024.

El 14 de junio de 2024, el CFI (Consejo Federal De Inversiones) envió las observaciones a dicha versión, que contienen dos partes:

Comentarios del CFI, y DGI (Departamento General de Irrigación)

Las siguientes tablas presentan los comentarios y la respuesta de Mekorot a esos comentarios.

Tabla 0-1: Comentarios Departamento General de Irrigación

#	Observaciones	Respuestas
1	Página 13 Dado que el concepto Sustentable, es un término muy utilizado en los desarrollos Sostenibles, basado en los pilares de la economía, el medio ambiente y la sociedad, es decir un desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente, y que por tanto pueden llevar a una confusión, es que se considera prudente hacer una breve explicación del concepto Abastecimiento Sostenible.	Se agrega al capítulo 2. RESUMEN EJECUTIVO, la interpretación del concepto “sustentable” en función de lo desarrollado en el informe.
2	A modo de ejemplo la Real Academia Española tiene la siguiente definición de Sustentable" también puede significar "sostenible", que es "que se puede mantener sin agotar los recursos".	Se responde con 1.
3	Página 13, cambiar la redacción “Mejorar la eficiencia de la conducción de sistema” por “Mejorar la eficiencia de conducción del sistema” - ampliar el concepto de eficiencia de conducción, explicando brevemente que también involucra conceptos de distribución y medición (Principalmente en lo que involucra a nivel secundario y terciario de la red).	Se arregla la redacción de lo indicado.
4	Página 13, cambiar la redacción “Mejorar la eficiencia de la aplicación mediante la instalación de equipos de riego por goteo” por “Mejorar la eficiencia de aplicación mediante la utilización de buenas prácticas y la implementación de equipos tecnificados de riego”, ampliar el concepto de eficiencia de aplicación hacia eficiencia de riego.	Se arregla la redacción de lo indicado.
5	Es necesario explicitar en el resumen la situación de las otras alternativas analizadas relacionadas tanto con la superficie empadronada (alternativa 2 – Informe 4), como así también con la situación intermedia (alternativa 3 – Informe 4), ¿Es posible llegar al total de la superficie con posibilidades de regar?, ¿por qué?, ¿Se puede ampliar en algunas cuencas la superficie cultivada? ¿Qué significa?	El informe desarrolla el escenario para la superficie cultivada actual o escenario base. Para los escenarios descriptos en el reporte 4: Toda la superficie con derechos cultivada y la situación donde se adiciona un 50% de la superficie no cultivada, escenarios 2 y 3 respectivamente, se presenta una tabla con los resultados de las inversiones.
6	Página 13, Río Mendoza déficit del 6%, no hay dos opciones, solo involucra una reducción de la superficie cultivada, (hay que diferenciar entre superficie realmente cultivada y la que se toma como base para el cálculo de la distribución). Si se reduce la oferta a distribuir, significa que cada productor reducirá su superficie cultivada. Caso contrario y en el caso que la eficiencia no mejore, puede suceder que, para mantener una determinada superficie cultivada, se realice una explotación del acuífero, no compatible con su sostenibilidad	Se arregla y complementa lo solicitado en la Introducción, en referencia al análisis sobre la cuenca del rio Mendoza.
7	Página 13, ¿Son 22 las alternativas analizadas para las cinco cuencas?, revisar.	Se reestablece el número de alternativas analizadas a los fines de mejorar la comprensión del documento.
8	Explicar brevemente como se obtienen los valores totales de inversión por década en millones de dólares de cada alternativa, de forma de comprender claramente de que se compone la misma	Se presentan los aspectos metodológicos para el desarrollo de las alternativas de inversión.
9	Página 59, incluir costos de implementación de otros tipos de riegos que no necesariamente sean del tipo presurizado de alta frecuencia, como por ejemplo aquellos que se orientan a la tecnificación del riego gravitacional, de los cuales se puede nombrar el riego por mangas, que es una tecnología que puede ser aplicada en Mendoza por el tipo cultivos.	Se agrega la alternativa que indaga sobre el riego por mangas, siendo este de baja inversión y con posibilidad de elevar de manera considerable la eficiencia de aplicación, sin ser un riego tecnificado de alta inversión como el riego por goteo.
10	Explicar brevemente cada una de las alternativas para eliminar el déficit hídrico, particularmente en la referente a la Alternativa 2, describiendo claramente de que cosas se han considerado.	Se agrega una explicación de cada una de las alternativas desarrolladas.
11	Explicar brevemente como se calcula el costo anual (Millón USD), y el costo adicional (ARS/Ha), así también algunos términos de la tabla como DHa – Cancelar, de forma tal de fomentar una correcta interpretación de esta	Se agrega una explicación de la determinación de los costos y la definición requerida.
12	La alternativa 3, posee una sobre valoración de la inversión, al sumar en dos oportunidades inversiones a realizar sobre la red terciaria –	Se corrige lo indicado.
13	La alternativa 2, posee una subestimación de la eficiencia, porque no considera la repercusión que existe en la eficiencia de conducción de la red terciaria, al revestir una parte de ella, mediante la utilización de tubería.	Se corrige lo indicado.
14	Dados los resultados de esta primer versión del informe 5, se considera oportuno confeccionar una alternativa, constituida por inversiones en sistemas de riego a nivel intra-finca asociados a reservorios con capacidad de almacenamiento de 3,5mm y presurización interna, en conjunción con inversiones en red secundaria, compuesta por proyectos de impermeabilización, flexibilización de la estructuras de derivación, obras de regulación con capacidad de almacenamiento de 3.5mm y obras de medición, tendientes a disponer de infraestructura con capacidad de poder atender las distintas singularidades o necesidades de los proyectos productivos, como ser, diversidad de cultivos, diversidad de sistema de riego, etc. Sin considerar la inversión en red terciaria, como lo hace la alternativa 2.	Se complementan las alternativas con lo requerido.

Tabla 0-2: Comentarios Consejo Federal De Inversiones

#	***Generalidades***	**Respuestas a Generalidades**
1	Se presentan varias abreviaciones sin sus nombres completos, especialmente de organismos. Es importante proporcionar los nombres completos para facilitar la comprensión del lector.	Se cambian, en el documento, las siglas por los nombres completos en el caso que sea necesario para mejorar la comprensión del reporte.
2	Los gráficos y las tablas son herramientas valiosas para comunicar datos de manera efectiva. Sugiero mejorar la presentación visual de algunos gráficos a un formato estándar para facilitar su comprensión y proporcionar un análisis más detallado de los resultados incluyendo año de confección y fuente.	Se estandarizan las tablas, tanto su formato como la fuente y el tamaño de la letra.
3	Tabla 5-1, 6-3: Indicar las unidades de los valores expuestos.	Se colocan las unidades en todas las tablas
4	No queda claro el tratamiento que reciben las fincas con abastecimiento tanto superficial como subterráneo.	Se agrega el apartado: *7.2 PROPIEDADES CON FUENTE SUBTERRÁNEA Y SUPERFICIAL* explicando la situación.
5	En la construcción de los modelos, como el de rentabilidad agrícola, solo se presentan los resultados. Es necesario incluir detalles sobre cómo se construyeron estos modelos, las planillas utilizadas y los datos crudos. Esto es crucial para posibles modificaciones futuras de clasificaciones o análisis de sensibilidades de los modelos en distintos escenarios.	Se incluyen los detalles sobre el tratamiento de las series y sobre los modelos utilizados en el capítulo correspondiente.
6	Página 13: "La DGI definirá la alternativa más adecuada para cada cuenca y esa alternativa será analizada en profundidad en el Informe No 6 - Informe Final." Aunque la opinión de la DGI es preponderante, el proceso de selección debe incluir también las opiniones del CFI y otras reparticiones provinciales.	Se cambia, agregando al CFI, Gobierno Provincial e instituciones involucradas en la elección de la alternativa a analizar en el reporte 6.
7	Página 19: Se requiere aclarar el punto de partida o criterio para la clasificación según el tamaño de las fincas y la diferencia entre las variantes N1 y N2.	Se expresa que el punto de partida de la clasificación responde a una clasificación usual de las propiedades detectado en el padrón de usuarios del Departamento General de Irrigación, haciendo mención que la clasificación es dinámica y a modo de ejemplo se establecen dos alternativas diferentes, N1 y N2.
8	Presentar el estimador de costos de operación y el estimador de costos de gestión de capital.	Se presenta la metodología de cálculo de los costos asociados a las inversiones.
9	Tablas 7-1, 7-2 y 7-3: Colocar unidades.	Se colocan las unidades en todas las tablas.
10	Indicar de dónde se obtuvieron los precios unitarios de obras en canales de hormigón y en canalizaciones cerradas.	Los datos fueron provistos por el Departamento General de Irrigación en función de obras ejecutadas
11	Fundamentar el valor de las tecnificaciones en riego.	El costo de tecnificación del riego, excluyendo los costos asociados a la presurización del sistema, fue provisto por el Departamento General de Irrigación y validado con consultas a empresas vinculadas al rubro.
12	También fundamentar el costo por m^3 de los reservorios.	Se trabaja con información de costos de construcción de reservorios para diferentes capacidades, provista por la Compañía Nacional de Aguas de Israel.
13	Integración de los sistemas de gestión: indicar cómo se compusieron estos valores de referencia.	Los valores de construyen en función de experiencias desarrolladas por el Departamento General de Irrigación de sistemas de gestión de turnos de riego.
14	Revisar la alternativa 1 en la cuenca del Río Mendoza, ya que los cálculos parecen incorrectos. Puede que no se hayan incluido los costos del agua poblacional al reducir las pérdidas del servicio.	Se revisan la alternativa 1 para el Rio Mendoza, y la relación entre las situaciones del agua poblacional y las mejoras en la conducción de agua de riego.
15	Aunque las alternativas se presentan como resumen, se debe incluir un anexo o apartado específico donde se detallen los cálculos y el proceso que llevó a esos resultados.	Se presenta en el capítulo 9 los pasos metodológicos para la construcción de las alternativas.
16	El informe proporciona una visión integradora de las actividades agrícolas que requieren de riego en todas sus alternativas de aplicación.	Se utilizan los datos de uso de suelo relevados en los Balances Hídricos del Departamento General de Irrigación.
17	En cuanto a su valoración monetaria, sugiero que se revise unificar la moneda referente en cada una de las temáticas desarrolladas a efectos de asegurar una secuencia lógica de análisis. Recomendamos sea el dólar la moneda referente y medible en el tiempo en la presentación de la información de este informe. Esto puede mejorar la comprensión general para el lector y ayuda en el tiempo a conservar su valor de análisis sin tener que actualizar sensiblemente los valores enunciados. Es fundamental también conocer el año de análisis de cada una de las valoraciones informadas, así como también su fuente.	Se presentan los costos en dólares estadounidenses US$ y el canon de riego se expresa en Pesos argentinos ARS para el año 2024.
18	Algunas secciones podrían beneficiarse de una redacción más clara y precisa tal como la estimación actual en el destino del agua relevadas para el sector Olivícola tabla (6- 1) donde el informe asegura en ese rubro unas 27.500 has instaladas y otros estudios financiados por nuestro organismo de DGI registraría una superficie cercana a las 15.000 Habría una brecha significativa en este dato. Recomiendo revisar y o ratificar la superficie de ese cultivo en la provincia haciendo referencia si está estimado ese cultivo solo como producción y/ o se ha incorporado como perimetral de otras actividades cuando sea posible, especialmente para aquellos que puedan no estar familiarizados con el campo.	Se utilizan los datos de uso de suelo y de demanda de los cultivos para Mendoza relevados en los Balances Hídricos del Departamento General de Irrigación.
19	Hacer referencia a la cantidad de agua potencial necesaria por cultivo en la totalidad de producción primaria provincial, teniendo en cuenta los estados fenológicos variedades y actividades por cuenca sería de interés se describa en el informe.	La demanda de las cuencas administrativas de Mendoza fue desarrollada en su totalidad en el reporte N°3: Proyecciones de la demanda.
20	Incentivar aquellos cultivos primarios alternativos que combinen rentabilidad junto a menores índices de consumo de agua en su producción, daría un enfoque sustentable respecto a la eficiencia del uso.	Las alternativas utilizadas responden a la misma célula de cultivo que la registrada en los Balances Hídricos, no se considera realizar cambios debido a la gran dispersión de resultados posibles. De tener una proyección de la célula de cultivo a futuro debido a políticas destinadas a tal fin, puede ser analizada en el reporte 6.

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente reporte se desarrollan alternativas de inversión, con el objetivo de eliminar el déficit hídrico proyectado en la provincia de Mendoza. Se trabaja a nivel de cuenca.

La situación hídrica actual y el déficit hídrico correspondiente, se calcula en el Informe Nº 4. Siendo este el resultado del balance entre la demanda proyectada (Informe N°3) y la oferta sustentable proyectada (Informe Nº2 e Informe Nº4).

En lo referido al uso agrícola del agua se presentan tres alternativas generales. Dos de las cuales tienen subalternativas en función de la ubicación de la infraestructura de regulación y los métodos de riego y eficiencia de aplicación pretendida.

Cada una de las alternativas desarrolladas, contemplan mejoras en la eficiencia de distribución del abastecimiento poblacional, impactando en los volúmenes que se destinan al uso agrícola.

Esto da como resultado una serie de situaciones donde se indaga en la mejora en el uso del agua en el sector agrícola y poblacional y los costos de cada una. La premisa de cálculo es llegar al déficit cero, existiendo la posibilidad de lograr objetivo sin necesidad de desarrollar la totalidad de la alternativa. El Departamento General de Irrigación en conjunto con el gobierno de la provincia, el Consejo Federal de Inversiones e instituciones involucradas, serán los encargados de definir la alternativa más adecuada para cada cuenca y esa alternativa será analizada en profundidad en el Informe No 6 - Informe Final.

En lo que respecta a la eficiencia de aplicación, se presentan tres niveles: el escenario base o actual, la aplicación de un riego tecnificado de baja presión (riego por mangas) y, por último, la aplicación de un riego tecnificado de alta presión (goteo).

Para evaluar el impacto de la mejora en la distribución del agua potable, se realiza para cada una de las alternativas y sub alternativas, dos situaciones en función de la disminución de las pérdidas del sistema.

A continuación se presentan el esquema general de desarrollo de las alternativas:

1. **Mejora del sistema de conducción. Se realiza mediante el revestimiento de la red con canales de hormigón.**
2. **Mejora de la eficiencia de aplicación, mediante la tecnificación del riego.**
   - **2.1. Desarrollo de sistemas comunitarios de distribución y entrega presurizada.**
   - **2.2. Mejora del sistema actual de distribución, permitiendo entregas acordadas o a la demanda, con métodos de riego tecnificados de alta frecuencia (goteo).**

2.3. Mejora del sistema actual de distribución, permitiendo entregas acordadas o a la demanda, con métodos de riego tecnificados de baja presión (mangas).

3. Mejora de la eficiencia de conducción y aplicación.

3.1. Mejora generalizada de la red de distribución de agua de riego y desarrollo de sistemas comunitarios de distribución y entrega presurizada.

3.2. Mejora generalizada de la red de distribución de agua de riego y desarrollo de sistemas acordados o a la demanda para la entrega de agua

La alternativa 1 evalúa los efectos positivos, en términos de aumento de la eficiencia de conducción, del revestimiento de la red de la red de riego.

En la alternativa 2, desarrollada en tres sub alternativas, se evalúa la mejora en la eficiencia de aplicación mediante la implementación de una entrega a la demanda y sistemas acordados. La infraestructura fundamental son los reservorios, tanto comunitarios como en unidades menores o propiedades, y la entrega presurizada, flexibilización de la red de distribución, y aplicación de riegos tecnificados de baja presión, según sea el caso. Esta alternativa solo evalúa la mejora en la conducción cuando se plantean sistemas presurizados de entrega, no considera obras de revestimiento de canales.

La alternativa 3, al igual que la 2, desarrolla una mejora en la eficiencia de aplicación, a través de sistemas comunitarios presurizados y flexibilización de la red, desarrollando, además, el revestimiento de canales y la mejora generalizada de la distribución de agua.

El análisis anterior, se realiza para el escenario base o actual, donde se considera que la superficie cultivada actual no cambia. Para los escenarios descriptos en el reporte 4: *Toda la superficie con derechos cultivada* y la situación donde se *adiciona un 50% de la superficie no cultivada*, escenarios 2 y 3 respectivamente, se presenta una tabla con los resultados de las inversiones y el déficit que se presenta, expresado en volumen y en hectáreas de cultivo equivalente.

El análisis incluye la evaluación de la capacidad de pago del sector agrícola, así como modelos de gestión agrícola que vinculan la superficie cultivada con los costos de producción y los ingresos generados.

En conclusión, aunque se anticipa una disminución del 20% en la disponibilidad de agua para el año 2050 debido al cambio climático, en las cuencas de los ríos Tunuyán, Diamante, Atuel y Malargüe es posible mitigar los déficits proyectados mediante la aplicación de la alternativa más adecuada. Por otro lado, en la cuenca del río Mendoza, el déficit proyectado persiste en torno al 4%, lo que indica que mejorar la eficiencia en el sector agrícola no es suficiente para

eliminarlo por completo. Esto podría generar una reducción de la superficie cultivada o un mayor uso de fuentes subterráneas, opción no compatible con un uso sostenible del agua subterránea. No obstante, la situación mejora significativamente al considerar optimizaciones en la distribución del suministro de agua para la población. En la cuenca del río Mendoza, la cantidad de agua destinada al consumo humano es considerable. Reducir las pérdidas en la distribución de agua potable al 17% (más allá de lo planteado en las alternativas actuales) y combinarlo con las mejoras propuestas en la alternativa 3, permitiría eliminar el déficit hídrico en el sector agrícola.

2. RESUMEN EJECUTIVO

Partiendo de la estimación de las demandas hídricas de los diversos sectores de las cuencas bajo estudio, la evaluación de la oferta hídrica sostenible y la proyección de la demanda hídrica con sus respectivos déficits potenciales a futuro se procede a desarrollar alternativas de inversión que busquen su reducción.

La oferta hídrica sostenible[1] se define como la cantidad de agua disponible para su uso sin comprometer su disponibilidad futura. Este concepto es especialmente relevante para las reservas de agua subterránea. Los valores estimados se basan en el supuesto de que la cantidad de agua que puede utilizarse sin afectar el almacenamiento futuro depende del nivel de recarga. Este tema se desarrolla en profundidad en los reportes 2 y 4. En lo que respecta al agua superficial, el concepto de agua superficial sostenible está vinculado a los niveles de garantía con los que puede ser satisfecha la demanda, dependiendo de los derrames de los ríos y la infraestructura hídrica de regulación con la que cuente la cuenca.

El presente informe tiene por objeto la evaluación de diferentes alternativas de inversión que permitan la reducción del déficit hídrico actual y proyectado para las diferentes cuencas de la provincia de Mendoza. El análisis incluye una evaluación de la capacidad de pago e impacto de la inversión por parte del sector agrícola de Mendoza. Se presentan una serie de modelos de gestión agrícola, donde se vincula la superficie cultivada con modelos económicos desarrollados por el Instituto de Desarrollo Rural (IDR) permitiendo el cálculo de los costos de producción y los ingresos por ventas de los productores.

El análisis económico se desagrega en función del tamaño de las explotaciones, entendiendo al factor de escala y grado de tecnificación de las explotaciones como variables que poseen un efecto notable a la hora de estimar la rentabilidad de las mismas. Esta clasificación se realiza de manera dinámica ya que, para cada cultivo, los valores límite en las clasificaciones de tamaño pueden variar.

Como principales conclusiones del análisis de rentabilidad se puede expresar que las capacidades de generación de valor son diferentes entre las cuencas de Mendoza. Las más importantes a nivel agregado y en términos de rentabilidad relativa de las explotaciones son el río Mendoza y Tunuyán Superior e Inferior, generando prácticamente el 80% de los

[1] El término sostenible o sustentable es utilizado a lo largo del documento, en reiteradas oportunidades, haciendo referencia a aquella situación donde tanto los recursos económicos como hídricos son utilizados sin agotarlos ni causando un daño a los mismos a lo largo del tiempo.

ingresos, luego se encuentran las cuencas del río Atuel y Diamante prácticamente iguales, un 18% entre las dos y por último el río Malargüe con un 1.5% aproximadamente.

En lo que respecta al análisis de las alternativas de obras, analizando estas en términos de la eficiencia potencial, que se lograría, al aplicarlas, se tiene en cuenta el impacto que posibles mejoras tendrían en la recarga de los acuíferos. Bajo un paradigma de uso sostenible del agua, un cambio en la dinámica del balance hídrico de los acuíferos debido a una disminución en la recarga genera un cambio en los niveles de explotación sostenible de los mismos.

Para la evaluación de los costos de las obras, se consideran los de conducciones abiertas y cerradas, para los niveles primario, secundario y terciario de la red; costos de la aplicación de riegos tecnificados en las propiedades, la energía necesaria para el funcionamiento del sistema y la agregación de los mismos al ser aplicadas en las unidades administrativas de manejo y a nivel de cuencas. Para lograr las eficiencias potenciales que permitiría una infraestructura hídrica moderna, es necesario contar sistemas de gestión que permitan dotar a la misma de la flexibilidad necesaria para migrar hacia sistemas de entrega en función de la demanda de los cultivos, los costos de desarrollar e implementar estos sistemas, también se tienen en cuenta.

En lo que respecta al agua potable se presenta un estado de situación del sistema, las demandas actuales y perdidas del sistema, la estimación de los costos de inversión, en función del “Plan director de optimización y expansión de la provisión de agua potable en el gran Mendoza”, las proyecciones de la demanda y el régimen tarifario actual. Cada alternativa de mejora de la eficiencia de uso del agua contempla un nivel de inversión en la red de agua potable con el fin de estimar su impacto a nivel agregado en cada cuenca, tanto del monto de inversión como del volumen disponible para destinar a otros usos.

Las alternativas analizadas contemplan tres niveles de inversión: un primer nivel de mejora de la conducción, un segundo nivel de mejoras en la eficiencia de aplicación y un tercer nivel donde se produce una mejora generalizada tanto de la conducción y aplicación. Para cada cuenca se estima un nivel mínimo de inversiones para lograr la reducción o eliminación del déficit según el caso.

Las principales conclusiones giran en torno a los resultados de los análisis, estableciendo los montos de inversión necesarios para la eliminación del déficit hídrico a futuro, considerando el escenario donde se mantiene la superficie y los cultivos actuales. Para el caso de las cuencas donde no es factible eliminar el déficit, se expresa el mismo como cantidad de hectáreas que se verán afectadas siendo necesario la aplicación de mecanismos de reasignación del agua para amortiguar su impacto.

Por último, mediante una serie de comentarios y recomendación se expresa la importancia del rol del Departamento General de Irrigación (DGI). Si bien la captación y entrega del agua son responsabilidad del mismo, se señala que la eficiencia dentro de las propiedades requiere un enfoque más activo por parte de los usuarios y las inspecciones de cauce. Se destaca la importancia de mejorar la comunicación y la confiabilidad del servicio de entrega. Además, se menciona la necesidad de adaptar los sistemas de distribución y la escalabilidad en las inversiones para satisfacer las diversas necesidades de los usuarios, incluyendo el riego de alta frecuencia, sistemas gravitacionales de alta eficiencia y sistemas acordados de entrega de agua.

3. OBJETIVO DEL INFORME

EL objetivo del Informe es establecer una serie de alternativas y su impacto a nivel económico en el sector para eliminar o reducir el déficit hídrico en las cuencas de la provincia de Mendoza. Para ello se realiza un análisis económico que busca describir la capacidad de pago de las inversiones a nivel de explotación agrícola y de las cuencas. Los costos de inversión se abordan a través de alternativas donde las mejoras a nivel de conducción están en función de la longitud de canales revestidos y las mejoras en la aplicación, en función de la cantidad de hectáreas donde es necesario la aplicación de un riego tecnificado. Como objetivo secundario se evalúa el impacto de las mejoras en el balance hídrico del acuífero, generando diferentes niveles de explotación sostenible para cada grado de mejora.

4. RESUMEN DE LOS DÉFICITS EN LA SITUACIÓN ACTUAL

En el informe N° 2 - "Proyecciones De La Oferta", se presentó la oferta hídrica proyectada en la provincia de Mendoza con base en el estudio de cambio climático (Amir Givati, IANIGLA).

En el informe Nº 3 - "Proyecciones De La Demanda" se presentó la demanda proyectada, con base en los efectos del cambio climático y el crecimiento poblacional.

En el informe Nº 4 se presentó el valor sustentable de la oferta y el balance hídrico para 3 diferentes niveles de confiabilidad:

- 50% - no se alcanza el nivel deseado en 5 de cada 10 años - escenario medio.
- 80% - no se alcanza el nivel deseado en 2 de cada 10 años.
- 90% - no se alcanza el nivel deseado en 1 de cada 10 años.

Las siguientes tablas presentan el déficit proyectado según el nivel de confianza del 80%.

Tabla 4-1: Resumen de los déficits en la situación actual

Cuenca	Década	Demanda Total	Oferta Sostenible	Oferta recirculada	Oferta Tratada	GW MAX	Déficit
Mendoza	2020	2.152	1.370	50	102	317	-312
	2030	2.290	1.270	53	102	317	-548
	2040	2.326	1.230	53	102	316	-625
	2050	2.364	1.130	53	102	316	-764
Tunuyan	2020	2.521	1.590	820		128	17
	2030	2.599	1.550	844		129	-75
	2040	2.664	1.550	862		131	-121
	2050	2.730	1.510	880		132	-209
Diamante	2020	1.276	940	267		19	-50
	2030	1.370	866	287		19	-198
	2040	1.391	787	291		15	-298
	2050	1.411	658	295		14	-445
Atuel	2020	997	1.080			51	134
	2030	1.032	1.020			51	39
	2040	1.054	910			49	-94
	2050	1.076	790			49	-237
Malargüe	2020	153	240				87
	2030	159	230				71
	2040	162	190				28
	2050	165	150				-15

Fuente: Reporte 4 del Plan Hídrico

De la tabla se puede entender que sin llevar a cabo acciones para reducir el consumo (principalmente agrícola), para el año 2050, todas las cuencas llegarán a un estado en el que no podrán abastecer el consumo total de agua previsto.

5. ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

5.1 ASPECTOS GENERALES

Considerando que el potencial y la posibilidad de invertir en riego tecnificado está vinculado a la escala de la explotación agropecuaria y su rentabilidad, es necesario contar con información sobre el tamaño de las explotaciones y la cantidad de las mismas.
Se utiliza la base de datos de derechos y permisos de riego superficial activos, en adelante "padrón" provista por el Departamento General de Irrigación para la identificación de las propiedades.

5.2 FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA

Las explotaciones agropecuarias se pueden clasificar en función de su fuente de suministro hídrico en:

- Uso exclusivo de agua subterránea, no tienen concesiones de uso de fuentes superficiales.
- Uso exclusivo de agua superficial, propiedades que no poseen pozos.
- Uso mixto donde la principal fuente es el abastecimiento superficial, pero tienen posibilidad de utilizar agua subterránea.

Los datos relativos a agua de origen superficial se obtienen de los padrones de riego de la provincia de Mendoza. Estos cuentan con la siguiente información:

- nomenclatura catastral
- código de cauce
- código de cauce-padrón parcial
- titular
- cuit
- categoría de derecho
- uso
- número de plano
- superficie de la propiedad
- estado de la propiedad

Además, se agrega a la base de datos, columnas con información relativa a: Río, Inspección, Unidad Administrativa de Manejo, en función de la información del Balance Hídrico.

Con respecto al uso de agua subterránea, la información de los padrones de riego se vincula con los datos de propiedades con pozos activos que posee el Departamento General de Irrigación. Esto permite distinguir, propiedades que poseen sólo abastecimiento de agua superficial y propiedades con abastecimiento superficial y subterráneo.

Para las propiedades de uso exclusivo de agua subterránea, se realiza una vinculación espacial (a través de un Sistema de Información Geográfica) entre la superficie cultivada, detectada y clasificada mediante el uso de imágenes satelitales, y los datos cartográficos de propiedades de la Dirección de Catastro de la provincia que poseen pozos.
Las superficies estimadas a través de la información catastral y los datos de superficie cultivada pueden variar, debido a que los datos de superficie cultivada han sido ajustados mediante visitas a campo. La información recopilada se clasifica y procesa hasta obtener la distribución en función del tamaño de las propiedades en ciertos rangos y te trabaja en términos relativos.

5.3 CATEGORÍAS DE TAMAÑO

Las explotaciones se clasifican según categorías de tamaño que son dinámicas o que pueden cambiar. La variabilidad en el tamaño posibilita estimar el punto a partir del cual las explotaciones se vuelven rentables y pueden cubrir los costos de la modernización en la tecnificación del riego. El punto de partida responde al tamaño usual o más frecuente que se registra en el patrón de usuarios del Departamento General de Irrigación. El tratamiento de la información es dinámico, ya que la calificación está vinculada a la rentabilidad y cultivo que se produce.
Como punto de partida y a modo de ejemplo se consideran las siguientes categorías:

- **CLASIFICACIÓN N1:**
    A. Propiedades menores a 1 ha
    B. Propiedades mayores a 1 ha y menores a 5 ha
    C. Propiedades mayores a 5 ha y menores a 10 ha
    D. Propiedades mayores a 10 ha y menores a 50 ha
    E. Propiedades mayores a 50 ha

- **CLASIFICACIÓN N2:**
    A. Propiedades menores a 3 ha
    B. Propiedades mayores a 3 ha y menores a 7 ha
    C. Propiedades mayores a 7 ha y menores a 10 ha
    D. Propiedades mayores a 10 ha y menores a 15 ha
    E. Propiedades mayores a 15 ha

5.4 CANTIDAD DE PROPIEDADES

Para el ejemplo descripto, la cantidad de propiedades para cada cuenca en la siguiente:

5.4.1 CUENCA RÍO MENDOZA

Tabla 5-1: Cuenca Río Mendoza. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Antiguo	Forestal	Frutal	Hortícola	Uso Recreativo	Uso Público	Olivo	Vid	Pastura	Superficie Cultivada
Abastecimiento superficial	A	40215	7559	7%	2000	160	1643	561	1104	508	175	1483	35	5671
	B	8145	19738	18%	4642	413	3330	1881	1264	902	1104	4649	71	13614
	C	2302	16300	15%	3489	492	2620	1524	752	454	1383	4192	64	11482
	D	2063	41244	37%	9016	1640	5979	3655	1823	1160	3619	10616	337	28828
	E	247	26193	24%	6239	1362	3296	2963	806	710	3234	6181	219	18771
Abastecimiento subterráneo	A	470	142	0%	29	1	4	2	0	0	4	14	0	25
	B	515	1394	4%	290	5	36	20	0	0	40	129	0	231
	C	212	1513	4%	300	5	41	29	0	0	40	181	1	298
	D	528	12822	36%	1814	32	419	604	0	0	194	3450	37	4735
	E	192	20210	56%	2628	47	682	1065	0	0	258	6049	68	8169

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-2: Cuenca Río Mendoza. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Antiguo	Forestal	Frutal	Hortícola	Uso Recreativo	Uso Público	Olivo	Vid	Pastura	Superficie Cultivada
Abastecimiento superficial	A	46070	18148	16%	4564	351	3470	1573	1866	1057	658	3897	72	12945
	B	3519	16360	15%	3683	413	2654	1550	855	578	1192	4058	59	11358
	C	1073	9088	8%	1885	302	1468	844	399	230	812	2369	40	6463
	D	848	10315	9%	2201	308	1601	913	423	255	948	2779	49	7277
	E	1462	57122	51%	13054	2693	7673	5705	2206	1616	5905	14017	507	40322
Abastecimiento subterráneo	A	795	797	2%	167	3	21	11	0	0	23	72	0	130
	B	304	1400	4%	289	5	37	22	0	0	39	138	0	241
	C	98	852	2%	164	3	24	19	0	0	22	114	1	182
	D	142	1728	5%	274	5	53	67	0	0	32	386	4	547
	E	578	31304	87%	4168	74	1047	1602	0	0	419	9112	102	12357

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 CUENCA RÍO TUNUYÁN INFERIOR

Tabla 5-3: Cuenca Río Tunuyán Inferior. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Suelo no cultivado	Forestal	Frutal	Hortícolas	Olivo	Pasturas	Vid	Áreas Urbanas	Total
Abastecimiento superficial	A	6535	2411	3%	676	9	274	151	272	17	977	164	1863
	B	5849	15331	18%	4362	81	1651	927	1608	94	6320	949	11630
	C	1921	13647	16%	3983	97	1418	796	1376	77	5633	778	10175
	D	1751	34085	41%	10300	276	3429	1966	3356	214	13641	1846	24728
	E	193	18158	22%	6342	216	1684	973	1459	119	6805	778	12034
Abastecimiento subterráneo	A	92	33	0%	9	0	1	0	0	0	15	0	17
	B	70	199	1%	57	2	7	1	2	0	92	0	103
	C	102	749	2%	216	7	27	3	6	0	345	0	387
	D	521	12679	39%	3653	113	451	48	101	7	5834	0	6554
	E	139	18656	58%	5375	167	663	71	148	10	8584	0	9644

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-4: Cuenca Río Tunuyán Inferior. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Suelo no cultivado	Forestal	Frutal	Hortícolas	Olivo	Pasturas	Vid	Áreas Urbanas	Total
Abastecimiento superficial	A	10288	9407	11%	2651	43	1054	584	1040	61	3840	620	7241
	B	3119	14376	17%	4160	85	1499	858	1442	89	5960	843	10777
	C	898	7607	9%	2210	59	791	432	774	37	3130	427	5651
	D	765	9260	11%	2763	76	920	517	865	58	3828	494	6757
	E	1179	42983	51%	13879	416	4193	2422	3949	276	16619	2130	30005
Abastecimiento subterráneo	A	132	108	0%	31	1	4	0	1	0	50	0	56
	B	75	389	1%	112	3	14	1	3	0	179	0	201
	C	57	484	1%	140	4	17	2	4	0	223	0	250
	D	99	1204	4%	347	11	43	5	10	1	554	0	622
	E	561	30131	93%	8682	270	1071	114	240	16	13864	0	15575

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3 CUENCA RÍO TUNUYÁN SUPERIOR

Tabla 5-5: Cuenca Río Tunuyán Superior. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones	Suelo no cultivado		Forestal	Frutal	Hortícolas	Vid	Áreas Uso Recreativos	Total Superficie Cultivada
Abastecimiento superficial	A	10099	2101	3%	140	61	276	187	490	38	1051
	B	3209	8164	11%	674	195	1130	731	2182	142	4381
	C	1320	8511	11%	711	222	1202	776	2175	131	4506
	D	2391	25887	34%	2671	816	3548	2838	7040	369	14612
	E	761	30628	41%	3341	880	3608	4068	11180	256	19992
Abastecimiento subterráneo	A	61	18	0%	4	0	1	1	4	0	6
	B	44	117	0%	28	2	5	7	26	0	40
	C	64	479	1%	115	8	21	29	107	0	164
	D	555	15631	27%	3742	259	670	937	3488	0	5354
	E	275	42050	72%	10066	697	1802	2521	9382	0	14402

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-6: Cuenca Río Tunuyán Superior. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones	Suelo no cultivado		Forestal	Frutal	Hortícolas	Vid	Áreas Uso Recreativos	Total Superficie Cultivada
Abastecimiento superficial	A	12190	5905	8%	451	155	809	538	1487	105	3095
	B	1783	7979	11%	659	181	1091	673	2150	135	4230
	C	655	4893	6%	415	142	707	482	1211	71	2613
	D	686	6616	9%	704	200	945	745	1776	99	3765
	E	2466	49899	66%	5308	1496	6211	6161	16444	526	30838
Abastecimiento subterráneo	A	88	69	0%	16	1	3	4	15	0	24
	B	43	213	0%	51	4	9	13	47	0	73
	C	38	333	1%	80	6	14	20	74	0	114
	D	75	919	2%	220	15	39	55	205	0	315
	E	755	56763	97%	13588	941	2433	3403	12665	0	19441

Fuente: Elaboración propia.

5.4.4 CUENCA RÍO ATUEL

Tabla 5-7: Cuenca Río Atuel. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Suelo no cultivado	Barbecho	Uso Recreativo	Forestal	Frutal	Hortícola	Olivo	Pastura	Siembra	Uso Pecuario	Vid	Total
Abastecimiento superficial	A	2820	1014	1%	279	109	13	13	209	10	15	112	36	31	154	579
	B	3517	10913	11 %	3035	1096	114	110	2144	94	184	1177	367	318	1655	6048
	C	2727	20768	20 %	5982	1988	167	210	3762	145	328	2578	681	567	2727	10997
	D	2604	50428	49 %	16188	4350	324	581	6714	287	794	7176	2275	1667	4952	24446
	E	170	19469	19 %	6557	1580	163	353	2195	95	1142	2724	1887	598	1775	10769

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-8: Cuenca Río Atuel. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Suelo no cultivado	Barbecho	Uso Recreativo	Forestal	Frutal	Hortícola	Olivo	Pastura	Siembra	Uso Pecuario	Vid	Total
Abastecimiento superficial	A	4582	4456	4%	1245	465	51	47	890	43	85	469	158	136	705	2533
	B	2922	14398	14 %	4046	1415	135	144	2732	113	238	1649	472	404	2057	7809
	C	1560	13842	13 %	4005	1313	108	140	2493	93	204	1748	454	376	1774	7282
	D	1136	13952	14 %	4158	1326	102	139	2381	91	231	1830	477	393	1682	7225
	E	1638	55945	55 %	18588	4603	384	795	6528	291	1705	8070	3685	1872	5045	27991

Fuente: Elaboración propia.

5.4.5 CUENCA RÍO DIAMANTE

Tabla 5-9: Cuenca Río Diamante. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Aban Antiguo	Aban Reciente	Natural	Forestal	Frutal	Olivo	Pastura	Vid	Recreativo	Urbano	Total
Abastecimiento superficial	A	10527	3735	4%	1082	0	1	51	669	472	511	508	152	85	2448
	B	4857	14037	16%	4026	0	1	53	2701	1253	1641	1746	335	190	7918
	C	2164	16497	18%	4930	0	2	74	2936	1168	1861	1939	297	162	8437
	D	1458	31436	35%	9489	0	3	130	5219	1784	3486	3625	435	282	14961
	E	188	23833	27%	8357	0	3	112	3100	1815	2602	2756	388	406	11179
Abastecimiento subterráneo	A	167	3388	100 %	42	377	0	0	92	128	116	0	0	0	336
	B	0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D	0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-10: Cuenca Río Diamante. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Aban Antiguo	Aban Reciente	Natural	Forestal	Frutal	Olivo	Pastura	Vid	Recreativo	Urbano	Total
Abastecimiento superficial	A	13573	9912	11%	2869	0	2	79	1872	1109	1266	1315	323	191	6156
	B	2960	15074	17%	4267	0	1	58	2731	1126	1668	1748	299	158	7788
	C	1015	9284	10%	2901	0	1	41	1702	659	1079	1131	161	88	4860
	D	698	9192	10%	2752	0	1	40	1566	563	1031	1048	147	77	4473
	E	948	46078	51%	15095	0	5	201	6753	3036	5057	5333	676	611	21667
Abastecimiento subterráneo	A	167	3388	100 %	42	377	0	0	92	128	116	0	0	0	336
	B	0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D	0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	0	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

5.4.6 CUENCA RÍO MALARGÜE

Tabla 5-11: Cuenca Río Malargüe. Clasificación de padrones N°1. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Forestal	Hortícola	Papa	Pastura	Siembra	Total
Abastecimiento superficial	A	0	0	0%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0	0	0%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	1062	1349.3	0.17%	274.2	107.8	172.6	392.7	105.9	1053.2
	D	33	805.33	0.1%	151.2	78.0	133.7	219.7	88.4	671.0
	E	19	6021.7	0.74%	810.3	937.5	1794.4	1261.5	1311.0	6114.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-12: Cuenca Río Malargüe. Clasificación de padrones N°2. Superficie en hectáreas.

Fuente de abastecimiento	Categoría	Cantidad de padrones	Superficie de padrones		Forestal	Hortícola	Papa	Pastura	Siembra	Total
Abastecimiento superficial	A	0	0	0%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0	0	0%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	1062	1349.3	0.17%	274.2	107.8	172.6	392.7	105.9	1053.2
	D	8	96.551	0.01%	19.7	7.7	12.2	28.2	7.5	75.2
	E	44	6730.5	0.82%	941.8	1007.9	1916.0	1453.0	1391.9	6710.6

Fuente: Elaboración propia.

6. MODELOS DE RENTABILIDAD AGRÍCOLA

6.1 ALCANCE Y COBERTURA

En esta sección se presentan los modelos de gestión agrícola que posteriormente serán utilizados para estimar el impacto de inversiones destinadas al mejoramiento del uso del agua sobre la rentabilidad económica.

6.1.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes consultadas para integrar cada componente en los modelos económicos fueron:

- Superficie cultivada y participación relativa de cada destino agrícola por cuenca: Departamento General de Irrigación (DGI)
- Distribución de tamaños de explotación agrícola: registro de usuarios del DGI
- Participación de cada cultivo al interior de cada destino agrícola: Instituto de Desarrollo Rural de Mendoza (IDR)
- Rendimientos por ha y precios: IDR
- Costos operativos y de capital: modelos económicos desarrollados por IDR

6.1.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología de trabajo consistió en vincular la superficie cultivada para cada destino agrícola o cadena productiva registrada en el DGI (frutal, hortaliza, vid, olivo, etc.) con modelos económicos desarrollados por el IDR que permiten estimar los costos de producción y los ingresos por ventas del productor (valor bruto de producción).

6.1.2.1 Componentes de ingresos y costos

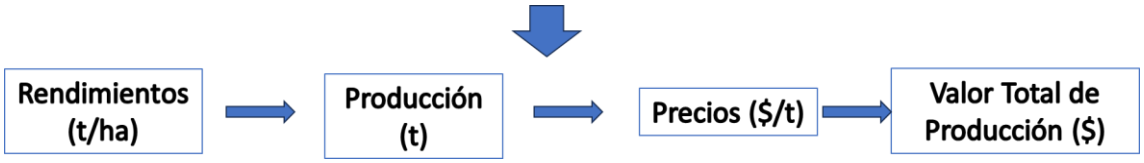
6.1.2.1.1 Obtención del valor bruto de producción

Metodológicamente se trabajó con los rendimientos por ha publicados por el IDR para cada tipo de cultivo, los cuales son multiplicados por la superficie cultivada para obtener la producción. Finalmente, para obtener el valor bruto de producción (VBP) ésta es valorizada a precios de productor:

Tabla 6-1: Destino agrícola del agua: superficies en hectáreas relevadas por el DGI

	Río Mendoza	Río Tunuyán Superior	Río Tunuyán Inferior	Río Diamante	Río Atuel	Malargüe
Frutal	18.049	14.007	9.496	14.834	15.024	
Olivo	10.050	165	8.106	6.750	2.463	
Vid	36.944	42.887	47.658	10.666	11.264	
Hortícolas	12.305	14.680	4.645		631	1.123
Forestal	4.158	3.775	968	417	1.266	1.236
Pastura	833		594	10.217	13.766	1.874
Urbana	5.447	329	4.393		622	232
Uso Pec					3.182	
Cultivada	87.786	75.842	75.860	42.884	48.218	8.071
No cultivada	30.448	22.195	29.884	28.303	32.041	1.779
Total	**118.234**	**98.037**	**105.744**	**71.187**	**80.259**	**9.850**

Fuente: DGI, año 2019.



A partir de las células de cultivo de cada cuenca es posible obtener el valor de producción de cada una de ellas. En detalle, la información provista por el IDR y utilizada de base en cada caso fue la siguiente:

- Producción de frutales:
  - Superficie total (en ha) y por oasis período 1994-2023 para durazno fresco e industria, ciruela fresca e industria, manzana, pera y olivo
  - Producción (base en pronósticos de cosecha y superficie estimada) 1998-2023 para durazno fresco e industria, ciruela fresca e industria, pera y manzana
  - Rendimientos por ha: a partir del cociente producción/superficie
  - Precios: precio al productor según destino para durazno fresco e industria, ciruela fresca e industria, pera y manzana
  - A partir de información del censo frutícola se asignó la superficie por oasis o región a departamentos

- Producción hortícola
  - Superficie (en ha): período 1993/4-2022/23 por oasis para ajo, cebolla, tomate industria, papa, zapallo, zanahoria
  - Rendimientos por ha: cuadro provisto por el IDR
  - Precios: precio al productor publicado por el IDR para el ajo morado, ajo colorado, tomate fresco, tomate industria, papa, zanahoria, cebolla y zapallo
  - A partir de información de relevamientos hortícolas se asignó la superficie por oasis o región a departamentos
- Producción vitícola
  - Superficie (en has.): período 1994-2023 para Bonarda, Cabernet Sauvignon, Cereza, Chardonnay, Chenin, Criolla Grande, Malbec, Merlot, Moscatel Rosado, Pedro Gimenez, Pinot Gris, Sauvignon, Syrah, Tempranillo, Torrontes Riojano, Valenci
  - Producción 1994-2023 para las 16 variedades
  - Rendimientos por ha: a partir del cociente producción/superficie
  - Precios: precio al productor para las 16 variedades
  - Se completó el archivo de canasta vitícola con datos del Observatorio Vitivinícola Argentino para acceder a la superficie cultivada por departamento

Por su significativa participación en las cuencas de los ríos Diamante y Malargüe, entre los productos agrícolas considerados también se incluyó a la alfalfa -como cultivo cuyo destino es el forraje- y la papa semilla.

6.1.2.1.2 El problema de la asignación de superficies

La información del IDR tiene base departamental mientras que el objetivo del trabajo de valorización productivo-económica tiene como referencia de localización a la cuenca hidrográfica.

Se asignó la información productiva (disponible por departamento, cadena y variedad) a cada cuenca (ríos Mendoza, Tunuyán Superior, Tunuyán Inferior, Diamante, Atuel, Malargüe) a partir de la información de superficies irrigadas y destinos, tomando como referencia las bases de usuarios de agua superficial y subterránea del Departamento General de Irrigación.

Tabla 6-2: Asignación de la superficie cultivada departamental a las cuencas hidrográficas de Mendoza

Departamento	Río Mendoza	Río Tunuyán inferior	Río Tunuyán superior	Río Diamante	Río Atuel	Río Malargüe
GENERAL ALVEAR					100%	
GODOY CRUZ	100%					
GUAYMALLÉN	100%					
JUNÍN		100%				
LA PAZ		100%				
LAS HERAS	100%					
LAVALLE	100%					
LUJÁN DE CUYO	100%					
MAIPÚ	100%					
MALARGÜE						100%
RIVADAVIA		100%				
SAN CARLOS			100%			
SAN MARTÍN	35.22%	64.78%				
SAN RAFAEL				53.73%	46.27%	
SANTA ROSA		100%				
TUNUYÁN			100%			
TUPUNGATO			100%			

Fuente: Elaboración propia.

El esquema gráfico a continuación ejemplifica el resultado en la asignación de superficies:

Tabla 6-3: Superficies de Uso Agrícola

SUPERFICIES DE USO AGRICOLA CONSIDERADAS COMO REFERENCIA PARA CADA CUENCA

	Forestal	Frutal	Hort.	Urbana	Olivo	Vid	Pastura	Papa	Siembra	Uso Pec	Cultivada	No cultivada	Total
Río Mendoza	4,158	18,049	12,305	5,447	10,050	36,944	833	-	-	-	87,786	30,448	118,234
Río Tunuyán Superior	3,775	14,007	14,680	329	165	42,887	-	-	-	-	75,842	22,195	98,037
Río Tunuyán Inferior	968	9,496	4,645	4,393	8,106	47,658	594	-	-	-	75,860	29,884	105,744
Río Diamante	417	14,834	-	-	6,750	10,666	10,217	-	-	-	42,884	28,303	71,187
Río Atuel	1,266	15,024	631	622	2,463	11,264	13,766	-	5,246	3,182	53,461	41,165	94,626
Malargüe	1,236	-	1,123	232	-	-	1,874	2,101	1,505	-	8,071	1,779	9,850

Cultivo	Río Mendoza	Río Tunuyán Superior	Río Tunuyán Inferior	Río Diamante	Río Atuel	Malargüe
Durazno fresco	4.974,2	2.216,4	3.196,4	1.241,6	1.799,1	-
Durazno Industria	3.514,1	7.585,4	954,9	1.173,3	935,9	-
Ciruela fresco	4.849,2	312,1	1.019,1	204,9	362,8	-
Ciruela industria	3.709,8	105,2	4.234,3	11.357,0	10.845,7	-
Manzana	27,4	1.658,3	-	26,7	24,3	-
Pera	974,3	2.129,5	91,3	830,6	1.056,2	-
SUPERFICIE TOTAL	18049	14007	9496	14834	15024	0
Olivo aceite	4.020,0	66,0	3.242,4	2.700,0	985,2	-
Olivo conserva	6.030,0	99,0	4.863,6	4.050,0	1.477,8	-
SUPERFICIE TOTAL	10050	165	8106	6750	2463	0
Vid vinificar espaldero	22.166,4	25.732,2	28.594,8	6.399,6	6.758,4	-
Vid vinificar parral	14.777,6	17.154,8	19.063,2	4.266,4	4.505,6	-
SUPERFICIE TOTAL	36944	42887	47658	10666	11264	0
Ajo morado	2.116,5	4.873,3	1.208,2	-	201,0	336,3
Ajo colorado	1.411,0	3.248,9	805,5	-	134,0	224,2
Tomate industria	491,1	970,6	108,1	-	2,5	281,3
Tomate fresco	491,1	970,6	108,1	-	2,5	281,3
Papa	3.323,7	1.388,6	1.266,5	-	211,3	-
Zanahoria	1.388,4	250,7	439,8	-	39,3	-
Cebolla	677,6	27,3	330,5	-	5,5	-
Zapallo	2.405,5	2.950,2	378,4	-	34,9	-
Papa (2)						
Siembra						
SUPERFICIE TOTAL	12305	14680	4645	0	631	1123

Esta asignación de superficies permitió determinar el valor bruto de producción de los siguientes destinos agrícolas:

- Frutícola (durazno industria y fresco, ciruela industria y fresco, pera y manzana);
- Olivícola;
- Hortícola (ajo, cebolla, tomate fresco, tomate industria, papa, zapallo, zanahoria)
- Vitícola (16 variedades)
- Forrajes (alfalfa)

Dados los valores de rendimientos por ha y precios, estos cálculos permiten obtener el valor bruto de producción (VBP) para una determinada superficie agrícola valorizando la producción de las distintas especies dentro de la cadena. La participación porcentual de cada variedad dentro de cada canasta (según sea su superficie cubierta relativa en la cuenca y/o departamento) permite valorizar diversas células de cultivo para cada sector o cadena (frutícola, vitícola, olivícola, hortícola, forraje). Este es el primer paso para poder estimar la rentabilidad de los destinos agrícolas; la etapa siguiente es la estimación de los costos de producción.

6.1.2.1.3 Obtención de los costos de producción

A continuación, y utilizando información provista por el Instituto de Desarrollo Rural (IDR), se ajustaron modelos microeconómicos de gestión agrícola para diversos cultivos con el objeto de estimar su rentabilidad económica.

Características generales y componentes considerados para los modelos utilizados:

- 20 cultivos agrícolas: 6 frutales, 2 olivos, 2 uva para vinificar, 8 hortícolas, alfalfa (forraje) y papa semilla.
- Dos tipos de productores con las siguientes características[2]:
  - Tradicional: el modelo de base considera un promedio de 7 ha., con riego superficial, baja tecnificación, y menores rendimientos relativos. Estos tamaños luego se desagregan en dos tipologías: productores tradicionales chicos (hasta 5 ha) y productores tradicionales grandes (entre 6 y 15 ha). Estos últimos incorporan la asistencia de un encargado de finca
  - Tecnificado o mediano: con un tamaño de explotación de 30 ha, riego con pozo, tecnificados o mecanizados, mayores rendimientos relativos
- Estimación de costos:
  - Costos de operación y gestión (por año o campaña),
  - Costos de capital (costos anuales equivalentes para 14 modelos: frutales industria, frutales frescos, uva parral, uva espaldero, ajo, tomate y olivo, cada uno considerando los dos tipos de productores -7 y 30 ha-

[2] Según consultas a publicaciones del IDR, y tomando como ejemplo el caso frutícola, la distinta naturaleza, características, localización, tecnificación, y gestión de cada cultivo motivó la construcción de dos modelos de producción por especie, uno denominado tradicional (de pequeña escala) y otro denominado tecnológico (de mayor escala). Según el Censo Frutícola 2010, …" *del total del área frutícola implantada, el 38 % de la superficie (28.700 has), corresponde a explotaciones de un tamaño menor a 10 hectáreas, representando al 88 % de los productores (10.100 fincas). En tanto que, el 21 % de la superficie (15.650 has), corresponde a explotaciones de un tamaño menor a 5 hectáreas, representando al 72 % de los productores (10.100 fincas). Claramente se observa que el número de explotaciones con una superficie menor a 5 hectáreas es proporcionalmente alto respecto al total de propiedades frutícolas…Por otra parte, el 12% de los productores (1.400) poseen explotaciones de más de 10 hectáreas, representando al 62% (46.600 has) de la superficie total frutícola de Mendoza. Con la intención de representar estos dos tipos de explotaciones, se construyeron los dos modelos, el tradicional (5 hectáreas) y el tecnológico (30 hectáreas)."*

La unidad de análisis es la ha ya que permite obtener un indicador de rentabilidad comparable para distintos tamaños de explotación (modelo económico), y asociar esta producción al consumo de agua (modelo hídrico).

Es importante enfatizar que las rentabilidades así calculadas son estimaciones en base a promedios, y deben entenderse como un ejercicio del "deber ser" de la gestión agrícola (que puede no necesariamente reflejarse en comportamientos concretos). A partir de modificaciones de los parámetros de base pueden considerarse nuevos escenarios de trabajo que cuantifican y valoran el impacto de tales ejercicios (por ej. capacidad de pago del productor individual frente a inversiones en tecnologías más eficientes de riego).

6.1.2.2 Modelos utilizados

6.1.2.2.1 Estructura y componentes de los costos operativos

Los modelos elaborados por el IDR tienen una estructura significativamente detallada y desagregada.

Considerando sus ítems principales se puede dar cuenta de los siguientes componentes:

1. Personal
   1.1. Permanente (encargado de finca en los casos del tradicional grande y tecnificado, tractorista, asesoramiento técnico, etc.)
   1.2. Transitorio (poda, raleo, fertilización, cosecha, etc.)
2. Agroquímicos (tratamiento fitosanitario, fertilización, etc.)
3. Energéticos (electricidad, combustibles)
4. Tareas de gestión (encargado/dueño)

Debe tenerse presente que el enfoque utilizado aquí corresponde al del análisis económico de proyectos. En ese sentido, se ha procurado que cada recurso identificado y cuantificado en la producción agrícola se valorice a su costo de oportunidad. Es por ello que la rentabilidad calculada incorpora la totalidad de costos económicos[3].

[3] Es importante tener en cuenta que, por ejemplo, en los casos de explotaciones pequeñas como las que se considerarán en secciones y capítulos siguientes, los ingresos del productor pequeño han sido considerados al contemplar en los costos operativos las tareas de gestión. Es en este sentido que, dada la metodología aquí aplicada, una rentabilidad nula es una situación económicamente sustentable.

MES	TAREAS	M. DE OBRA		INSUMOS				GASTO	GASTO
		Jornal/ha	$/ha	Descripción	Unid.	Cant.	$/ha	MENS.	ACUMUL.
MAY									
	TOTAL		0				$ -	$ -	$ -
JUN									
	TOTAL		$ -				$ -	$ -	$ -
JUL	Poda	10.42	$ 168,255.4						
	Resto de poda	0.38	$ 7,995.0	Tractor-acoplado de tiro	hs	3	$ 25,394.8		
	TOTAL		$ 176,250.4				$ 25,394.8	$ 201,645.2	$ 201,645.2
AGO	Riego	0.50	$ 11,374.2						
	TOTAL		$ 11,374.2				$ -	$ 11,374.2	$ 213,019.4
SEP	Riego	0.50	$ 11,374.2						
	Sembrar vicia	0.38	$ 8,530.6	Semilla vicia	kg	15	$ 19,440.0		
	Preparación manual de riego	0.50	$ 11,374.2	Inoculante	kg	0	$ 907.2		
	Preparación mecánica de riego	0.13	$ 2,665.0						
	Surcar para riego	0.38	$ 7,995.0	Tractor- rastra	hs	4	$ 33,859.7		
	Tratamiento Fitosanitario	0.25	$ 5,687.1	Tractor-pulverizadora	hs	2	$ 16,929.9		
	Tratamiento Fitosanitario Obrero	1.50	$ 34,122.5	Azufre Micronizado 80%	kg	2	$ 5,184.0		
				Oxicloruro de Cobre WP 87%	kg	3	$ 26,127.4		
				Methoxyfenozide 24%	lts	0	$ 8,455.1		
	Control Hormigas	0.13	$ 2,843.5	Sulfuramida GB 0,45%	kg	2	$ 4,320.0		
				Tractor-acoplado de tiro	hs	3	$ 25,394.8		
	Fertilización Obrero	0.30	$ 6,824.5	Urea N 46 %	Kg.	100	$ 102,320.0		
	Tratamiento con herbicidas	0.75	$ 15,989.9	Tractor-pulverizadora	hs	3	$ 25,394.8		
				Glifosato 48%	lts	3	$ 20,720.0		
	Atar	1.30	$ 29,572.9	Cinta plástica	rollo	10	$ 16,066.1		
	Atar obreros	6.67	$ 151,654.2						
	TOTAL		$ 288,633.7				$ 305,118.9	$ 593,752.6	$ 806,771.9
OCT	Riego	1.00	$ 22,748.4						
	Tratamiento Fitosanitario	1.75	$ 39,809.6	Tractor-pulverizadora	hs	2	$ 16,929.9		
	Tratamiento Fitosanitario Obrero	1.50	$ 34,122.5	Azufre Micronizado 80%	kg	2	$ 5,184.0		
				Oxicloruro de Cobre WP 87%	kg	4	$ 34,836.5		
				Sulfuramida GB 0,45%	kg	0	$ 518.4		
				Tractor-acoplado de tiro	hs	3	$ 25,394.8		
	Fertilización Obrero	0.30	$ 6,824.5	Urea N 46 %	Kg.	100	$ 102,320.0		
	TOTAL		$ 103,505.0				$ 185,183.5	$ 288,688.6	$ 1,095,460.5
NOV	Riego	1.00	$ 22,748.4						
	Tratamiento con herbicidas	0.75	$ 15,989.9	Tractor-pulverizadora	hs	6	$ 50,789.6		
				Glifosato 48%	lts	1	$ 6,879.0		
	Control Hormigas	0.13	$ 2,843.5	Sulfuramida GB 0,45%	kg	2	$ 4,320.0		
	Raleo	0.00	$ -						
	Acomodar Brotes	3.50	$ 74,619.7						
	TOTAL		$ 116,201.6				$ 61,988.6	$ 178,190.2	$ 1,273,650.7
DIC	Riego	1.00	$ 22,748.4						
	Acomodar Brotes	3.50	$ 74,619.7						
	Tratamiento Fitosanitario	1.75	$ 39,809.6	Tractor-pulverizadora	hs	2	$ 16,929.9		
	Tratamiento Fitosanitario Obrero	1.50	$ 34,122.5	Azufre Micronizado 80%	kg	2	$ 5,184.0		
				Oxicloruro de Cobre WP 87%	kg	4	$ 34,836.5		
	TOTAL		$ 171,300.3				$ 56,950.3	$ 228,250.6	$ 1,501,901.3
ENE	Riego	0.50	$ 11,374.2						
	Tratamiento con herbicidas	0.75	$ 15,989.9	Tractor-pulverizadora	hs	6	$ 50,789.6		
				Glifosato 48%	lts	3	$ 20,720.0		
	Despuntar brotes	1.00	$ 22,748.4						
	TOTAL		$ 50,112.5				$ 71,509.6	$ 121,622.1	$ 1,623,523.4
FEB	Riego	0.50	$ 11,374.2						
	TOTAL		$ 11,374.2				$ -	$ 11,374.2	$ 1,634,897.5
MAR	Riego	0.50	$ 11,374.2						
				Tractor-acoplado de tiro	hs	3	$ 25,394.8		
	Fertilización Obrero	0.30	$ 6,824.5	Urea N 46 %	Kg.	75	$ 76,740.0		
	Tratamiento con herbicidas	0.75	$ 15,989.9	Tractor-pulverizadora	hs	6	$ 50,789.6		
				Glifosato 48%	lts	1	$ 6,879.0		
	Sembrar vicia	0.13	$ 2,843.5	Semilla vicia	kg	15	$ 19,440.0		
				Inoculante	kg	0	$ 907.2		
	Rastreada	0.50	$ 10,660.0	Tractor- rastra	hs	4	$ 33,859.7		
	Cosecha obreros	765	$ 38,235.3						
	Corresponsabilidad Gremial	13,000	$ 3,380.0						
	Preparación manual de riego	0.50	$ 11,374.2						
	Preparación mecánica de riego	0.13	$ 2,665.0						
	TOTAL		$ 103,346.6				$ 214,010.3	$ 317,356.9	$ 1,952,254.4
ABR	Riego	0.50	$ 11,374.2						
	TOTAL		$ 11,374.2				$ -	$ 11,374.2	$ 11,374.2

PRODUCTOR TRADICIONAL	$ 1,963,628.6
PRODUCTOR TECNIFICADO	$ 1,934,173.5

Ahorro mano de obra por mecanización	-$ 29,455.1

Figura 6-1: Ejemplo – Estimación de costos de operación por ha de vid en espaldero para el caso de un productor tradicional y un productor tecnificado

En los modelos utilizados también se incluyeron otros costos complementarios de los costos operativos, como los costos de gestión (management), los de capital fundiario y los de capital de explotación.

En el primer caso, se incluyeron como costos de gestión los asociados al pago de impuestos, servicios[4], seguros, el costo del asesoramiento contable y agronómico, y la remuneración del encargado de finca (que en el caso de pequeñas producciones podría reflejar el costo de oportunidad del pequeño productor), etc. Estos se trabajaron como costos corrientes por ha.

En el capital fundiario se consideraron el terreno con derecho de riego, la infraestructura (vivienda, galpón, pozo – en el caso del productor tecnificado-), el capital implantado, etc.

Y para el capital de explotación se incluyó la maquinaria y equipo disponible.

Estos últimos dos casos -capital fundiario y capital de explotación- incluyen la valoración de activos a precios de mercado; a fin de contemplar sus servicios económicos se calculó para cada caso el costo anual equivalente. Para ello, con asistencia del IDR, se consideraron los precios de mercado en dólares estadounidenses y, contemplando la vida útil del activo[5] y una rentabilidad anual del 10%, se calculó el costo anual equivalente (CAE) de cada uno.

[4] En el caso del riego superficial se consideró el canon anual por ha promedio por cuenca. En el caso de los productores tecnificados se agregó el mayor canon (de todas las cuencas) del agua subterránea correspondiente a un pozo de 9 pulgadas, que es aproximadamente el diámetro promedio de todas las cuencas. En este último caso también se consideró el costo de la energía eléctrica a partir del consumo por tipo de cultivo provisto por el IDR.

[5] Por ejemplo se consideraron 20 años de vida útil para tractores y acoplados; entre 10 y 15 años para implementos, 50 años para viviendas, 30 años para galpones, etc. El valor del dólar fue el vigente al momento del cálculo (alrededor de $870/U$S).

TAREAS DE GESTION

Categorías	Factores	Cantidad períodos	Costo unitario del período	Costo total anual	Por ha
Impuestos, Tasas, Servicios	Impuesto Inmobiliario + Municipal	1		$ 12,070	$ 12,070
	Canón de Riego	1	$ 31,719	$ 31,719	$ 31,719
	Canón Perforación	-	$ 2,331	$ -	$ -
	Energía cargo fijo	-	$ 188,880	$ -	$ -
	Uso red energia	-	$ 23,508	$ -	$ -
Seguros y patentes	Seguro y patente Auto / camioneta	1	$ 290,000	$ 290,000	$ 41,429
	Seguro Tractor	-	$ 111,634	$ -	$ -
Mantenimiento	Mantenimiento Capital fundiario	1	$ -	$ 2,042,678	$ 291,811
	Mantenimiento Capital de Explotación	1	$ -	$ 2,225,685	$ 317,955
	Mantenimiento Equipo de riego	1	$ -	$ -	$ -
Comunicación	Servicio de celular	1	$ 4,500	$ 4,500	$ 643
Asesoramiento	Asesoramiento contable e impositivo	12	$ 15,000	$ 180,000	$ 25,714
	Asesoramiento agronómico	12	$ 40,000	$ 480,000	$ 68,571
Trabajo de encargado	Trabajo de encargado	12	$ 250,232	$ 3,002,784	$ 428,969
					$ 1,218,881
				Capital	$ 609,766.2
				Gestión	$ 609,115.1

CAPITAL FUNDIARIO

Categorías	Rubros	Componentes	Cantidad	Valor unitario	CAE
Capital Fundiario	Terreno	Terreno con derecho a riego FRUTAL	7	$ 257,114	$ 1,799,799
		Galpón 50 m2	1	$ 242,879	$ 242,879
		Vivienda 100 m2	-	$ 1,154,636	$ -
		Pozo	-	$ 5,184,376	$ -
CAE Capital Fundiario (Tierra + Mejoras)				**$**	**2,042,678**

CAPITAL DE EXPLOTACION

Categorías	Componentes	Cantidad	Valor unitario	CAE
Capital Explotación	Tractor viñatero 40 HP (usado)	1	$ 1,116,336	$ 1,116,336
	Tractor frutal 65 HP (usado)	-	$ 2,232,673	$ -
	Acoplado 1 eje	1	$ 224,774	$ 224,774
	Rastra de discos	1	$ 113,593	$ 113,593
	Atomizadora - Pulverizadora	-	$ 1,160,049	$ -
	Pulverizadora de herbicida	1	$ 386,683	$ 386,683
	Niveleta	-	$ 126,856	$ -
	Bordeador	-	$ 79,515	$ -
	Desmalezadora	-	$ 283,983	$ -
	Pala tractor (guanera)	1	$ 60,891	$ 60,891
	Herramientas menores	1	$ 323,408	$ 323,408
CAE Capital de Explotación				**$ 2,225,685**

Figura 6-2A: Ejemplo – Estimación de costos de gestión y capital en el caso de productores de vid en espaldero. Productor tradicional

TAREAS DE GESTION

Categorías	Factores	Cantidad períodos	Costo unitario del período	Costo total anual	Por ha
Impuestos, Tasas, Servicios	Impuesto Inmobiliario + Municipal	1	-	$ 12,070	$ 12,070
	Canón de Riego	1	31,719	$ 31,719	$ 31,719
	Canón Perforación	1	231,002	$ 231,002	$ 7,700
	Energía (cargo fijo y consumo)	1	5,163,675	$ 5,163,675	$ 172,123
	Uso red energia	1	23,508	$ 23,508	$ 784
Seguros y patentes	Seguro y patente Auto / camioneta	1	580,000	$ 580,000	$ 19,333
	Seguro Tractor	1	179,819	$ 179,819	$ 5,994
Mantenimiento	Mantenimiento Capital fundiario	1	-	$ 13,212,841	$ 440,428
	Mantenimiento Capital de Explotación	1	-	$ 3,312,204	$ 110,407
	Mantenimiento Equipo de riego	1	-	$ -	$ -
Comunicación	Servicio de celular	1	10,000	$ 10,000	$ 333
Asesoramiento	Asesoramiento contable e impositivo	12	40,000	$ 480,000	$ 16,000
	Asesoramiento agronómico	12	80,000	$ 960,000	$ 32,000
Trabajo de encargado	Trabajo de encargado	12	685,935	$ 8,231,225	$ 274,374
					$ 1,123,265
				Capital	$ 550,834.8
				Gestión	$ 572,429.8

CAPITAL FUNDIARIO

Categorías	Rubros	Componentes	Cantidad	Valor unitario	CAE
Capital Fundiario	Terreno	Terreno con derecho a riego FRUTAL	30	$ 221,032	$ 6,630,950
		Galpón 50 m2	1	$ 242,879	$ 242,879
		Vivienda 100 m2	1	$ 1,154,636	$ 1,154,636
		Pozo	1	$ 5,184,376	$ 5,184,376
	Subtotal MEJORAS				$ 6,581,891
	CAE Capital Fundiario (Tierra + Mejoras)			**$**	**13,212,841**

CAPITAL DE EXPLOTACION

Categorías	Componentes	Cantidad	Valor unitario	CAE
Capital Explotación	Tractor viñatero 45 HP (usado) 4x4	1	$ 1,798,191	$ 1,798,191
	Tractor frutal 65 HP (usado)	-	$ 2,232,673	$ -
	Acoplado 2 ejes	1	$ 411,015	$ 411,015
	Rastra de discos	1	$ 113,593	$ 113,593
	Atomizadora - Pulverizadora	-	$ 1,160,049	$ -
	Pulverizadora de herbicida	1	$ 386,683	$ 386,683
	Niveleta	-	$ 126,856	$ -
	Bordeador	1	$ 79,515	$ 79,515
	Desmalezadora	-	$ 283,983	$ -
	Cincel	1	$ 199,799	$ 199,799
	Herramientas menores	1	$ 323,408	$ 323,408
	CAE Capital de Explotación			**$ 3,312,204**

Figura 6-2B: Ejemplo – Estimación de costos de gestión y capital en el caso de productores de vid en espaldero. Productor tecnificado

6.1.2.3 Descripción de indicadores económicos utilizados

Como se adelantó, se utilizaron veinte modelos productivos, uno para cada variedad de cultivo, los que a su vez consideraron dos tipologías según paquete tecnológico y escala de producción.

Esto permitió realizar un cálculo de rentabilidad por ha para cada uno de ellos, lo que al agregar según superficie cultivada por cuenca, permitió estimar la rentabilidad por ha de cada cuenca[6].

La secuencia seguida fue la siguiente:

- Cálculo de la rentabilidad por ha: para cada modelo considerado se calculó a través de la diferencia entre el ingreso por ventas: rendimiento (kg/ha) valorizado a precio de mercado y los costos de producción por ha: tanto los costos de gestión, como los de capital fundiario y de explotación se trabajaron como costos medios, esto es, por ha. Téngase en cuenta que en este ejercicio de estimación se obtiene una rentabilidad antes de impuestos (en caso de corresponder, Monotributo/Ganancias, e Ingresos Brutos, por ejemplo)
- Cálculo de la rentabilidad de la explotación: a partir del cálculo de la rentabilidad por ha, se estimó la rentabilidad total para diferentes tamaños de explotación.

Una vez obtenida la rentabilidad de la explotación, se calcularon los indicadores agregados a nivel de cuenca utilizando las participaciones relativas de cada cultivo en cada destino del uso agrícola del agua según la célula de cultivo de cada cuenca, y conforme a las participaciones relativas de productores tradicionales y tecnificados -según distribución de tamaños de cada cuenca-. Esto permitió calcular la rentabilidad promedio por ha por cuenca, indicador que sirve de base para determinar la capacidad de pago de las inversiones.

[6] A partir de los registros administrativos del IDR, con la información del tamaño de las explotaciones se determinó la participación relativa de productores tradicionales y productores tecnificados en cada cuenca y se calcularon promedios ponderados.

6.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA CÉLULA DE CULTIVO DE CADA CUENCA

El resultado de la asignación de cultivos a destinos agrícolas según participación relativa en la superficie cultivada de cada cuenca se muestra en la tabla siguiente[7]:

Tabla 6-4: asignación de cultivos según participación relativa en la superficie cultivada

Uso agrícola	Cultivo	Río Mendoza	Río Tunuyán Superior	Río Tunuyán Inferior	Río Diamante	Río Atuel	Malargüe
Frutal	Durazno fresco	4,974.2	2,216.4	3,196.4	1,241.6	1,799.1	-
	Durazno Industria	3,514.1	7,585.4	954.9	1,173.3	935.9	-
	Ciruela fresco	4,849.2	312.1	1,019.1	204.9	362.8	-
	Ciruela industria	3,709.8	105.2	4,234.3	11,357.0	10,845.7	-
	Manzana	27.4	1,658.3	-	26.7	24.3	-
	Pera	974.3	2,129.5	91.3	830.6	1,056.2	-
	SUPERFICIE TOTAL	**18,049.0**	**14,007.0**	**9,496.0**	**14,834.0**	**15,024.0**	**-**
Olivo	Olivo aceite	4,020.0	66.0	3,242.4	2,700.0	985.2	-
	Olivo conserva	6,030.0	99.0	4,863.6	4,050.0	1,477.8	-
	SUPERFICIE TOTAL	**10,050.0**	**165.0**	**8,106.0**	**6,750.0**	**2,463.0**	
Vid	Vid vinificar espaldero	22,166.4	25,732.2	28,594.8	6,399.6	6,758.4	-
	Vid vinificar parral	14,777.6	17,154.8	19,063.2	4,266.4	4,505.6	-
	SUPERFICIE TOTAL	**36,944.0**	**42,887.0**	**47,658.0**	**10,666.0**	**11,264.0**	**-**
Hortícolas	Ajo morado	2,116.5	4,873.3	1,208.2	-	201.0	336.3
	Ajo colorado	1,411.0	3,248.9	805.5	-	134.0	224.2
	Tomate industria	491.1	970.6	108.1	-	2.5	281.3
	Tomate fresco	491.1	970.6	108.1	-	2.5	281.3
	Papa	3,323.7	1,388.6	1,266.5	-	211.3	-
	Zanahoria	1,388.4	250.7	439.8	-	39.3	-
	Cebolla	677.6	27.3	330.5	-	5.5	-
	Zapallo	2,405.5	2,950.2	378.4	-	34.9	-
	SUPERFICIE TOTAL	**12,305.0**	**14,680.0**	**4,645.0**	**-**	**631.0**	**1,123.0**
	Papa semilla	-	-	-	-	-	2,101.0
	Pastura	833.0	-	594.0	10,217.0	13,766.0	1,874.0
	SUPERFICIE TOTAL CONSIDERADA PARA RENTABILIDAD	**78,181.0**	**71,739.0**	**70,499.0**	**42,467.0**	**43,148.0**	**5,098.0**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa una significativa importancia de la vid para vinificar en todas las cuencas (excepto en la del río Malargüe), alcanzando participaciones relativas entre 50% y 65% en las del río Mendoza, Tunuyán superior e inferior. En el Atuel y Diamante el share alcanza al 25-26%.
Los frutales siguen en el orden de prelación, con una cuota cercana al 35% de la superficie en la cuenca del Atuel y del Diamante. En los ríos del centro y norte la participación es importante, aunque menor (entre 13% y 23%).
El olivo participa con entre el 12% y 16% en las cuencas del río Mendoza, Tunuyán inferior y Diamante.

[7] La asignación de cultivos específicos a cada destino agrícola para el uso del agua cubre más del 90% del total de la superficie cultivada de la Provincia, y entre el 90 y 98% del total de la superficie cultivada relevada por el DGI para las cuencas de los ríos Mendoza, Tunuyán superior e inferior, y Diamante. En el caso del Atuel se cubre el 80% de la superficie y en el Malargüe el 63% (como no se trabajaron modelos de rentabilidad económica para el caso de la silvicultura, esta exclusión significa 15,3% de la superficie cultivada en Malargüe, aunque no supera el 5% del total en el resto de las cuencas).

Finalmente, las hortalizas ocupan entre 16% y 20% en el río Mendoza y Tunuyán superior. La cuenca del río Malargüe es un caso de composición particular de la célula de cultivo: de la superficie considerada para el cálculo de rentabilidad (5.000 ha), las forrajeras y la papa semilla participan en conjunto con el 78%, seguidas por las hortalizas, que lo hacen con el 22%.

6.2.1 CÁLCULO DE RENTABILIDAD ECONÓMICA

En el modelo de la línea de base, el valor promedio del excedente económico por ha alcanza a $731.670, considerando todos los destinos agrícolas y cuencas hidrográficas.

PROMEDIO	DESVÍO ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
$ 731,669	$ 176,976	24.2%

Se observa una importante dispersión entre cuencas, que arroja un coeficiente de variación del 24%. Este excedente promedio también es muy sensible al tamaño de explotación, como se analizará en una sección siguiente.

Cuando se desagrega en función del destino agrícola del agua, el panorama de rentabilidad por ha es el siguiente:

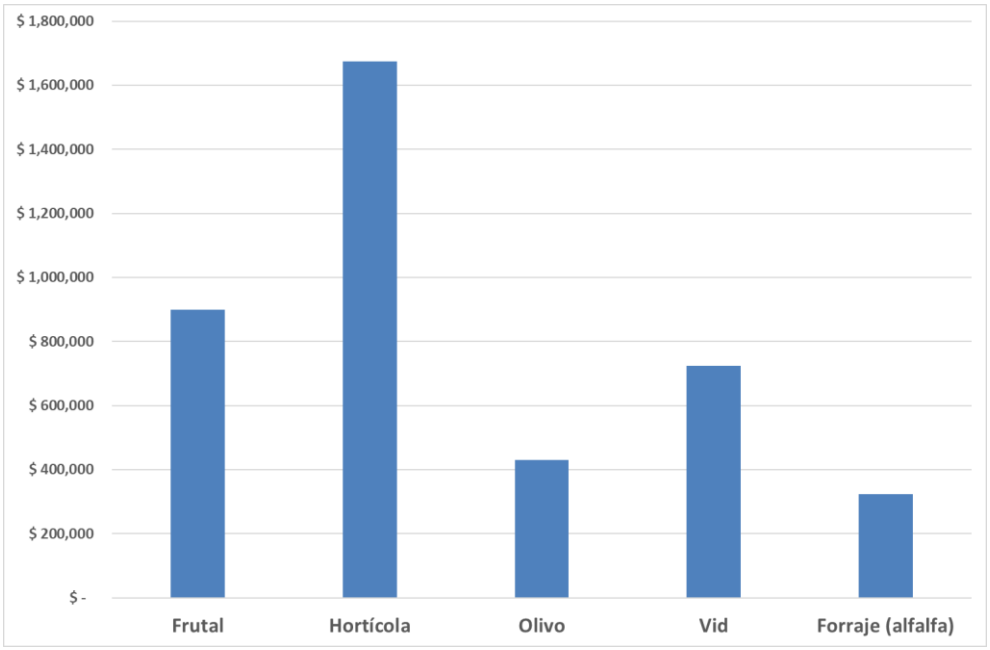


Figura 6-3: Ejemplo – Rentabilidad por ha (promedio todas las cuencas, en $/ha)

La mayor rentabilidad relativa en los modelos de la línea de base la exhiben los productos hortícolas, que en promedio prácticamente duplican el excedente por ha de los frutales, el

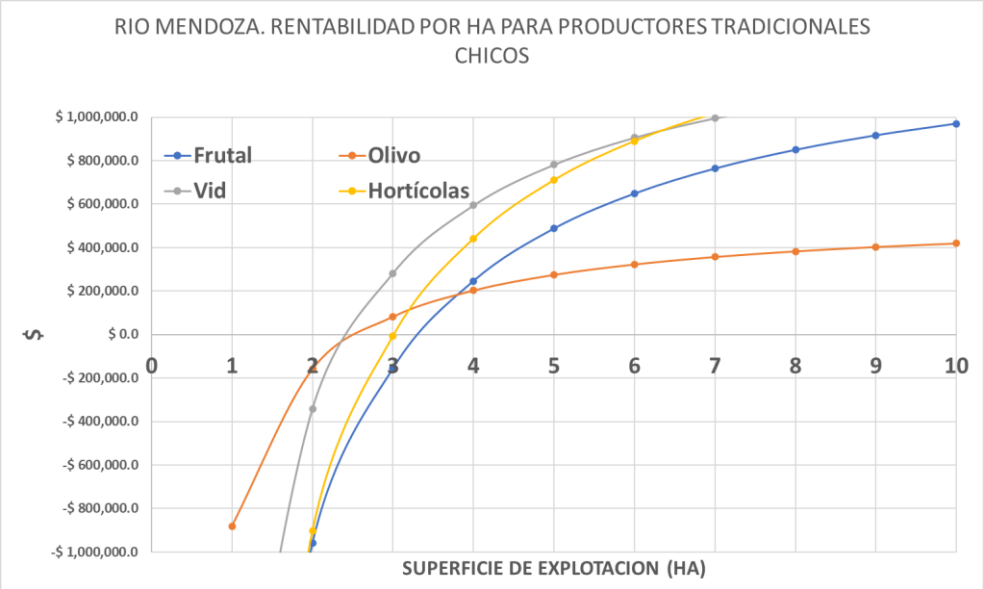
caso inmediato siguiente en magnitud. Éstos, por su parte, poseen mayor rentabilidad (25% mayor) que la vid. El olivo y los productos destinados a forraje ocupan los últimos lugares del ranking.

6.2.2 ESCALA DE PRODUCCIÓN: EFECTOS SOBRE LA RENTABILIDAD DEL TAMAÑO DE LA PROPIEDAD (CATEGORIZACIÓN POR TAMAÑO)

Como se adelantó, a partir de los modelos aplicados se concluye que la rentabilidad por ha es muy sensible al tamaño de explotación.

En los gráficos a continuación se analizará el impacto de la superficie cultivada de explotación sobre la rentabilidad promedio en la línea de base.

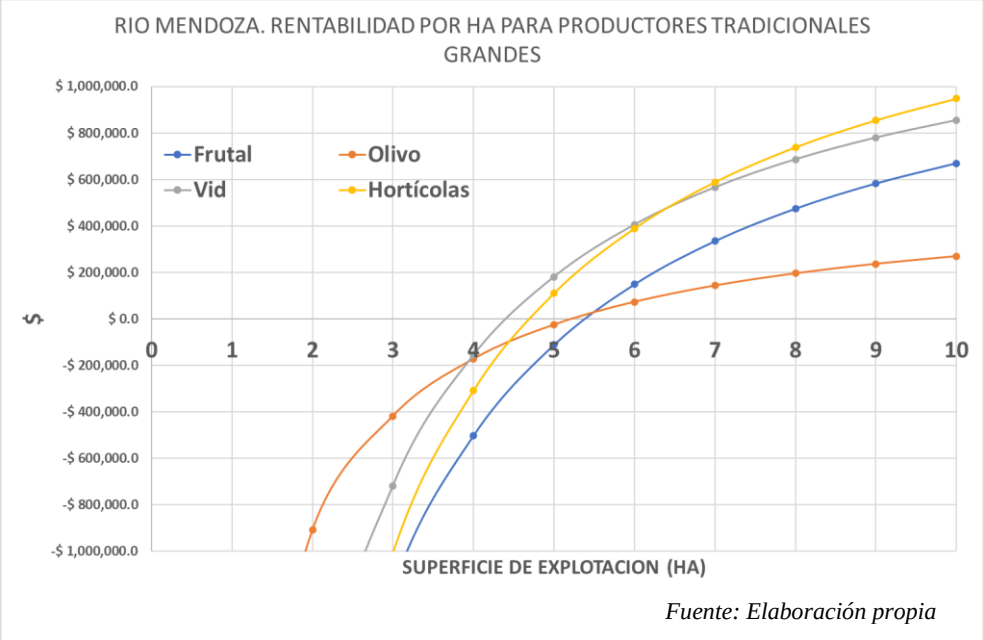
Tomando como ejemplo el caso de los productores tradicionales chicos del Río Mendoza, se observa que los tamaños de explotación relativamente bajos (menos de 3 ha) resultan no ser rentables.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-4: Rio Mendoza, Rentabilidad por Ha para Productores Tradicionales chicos

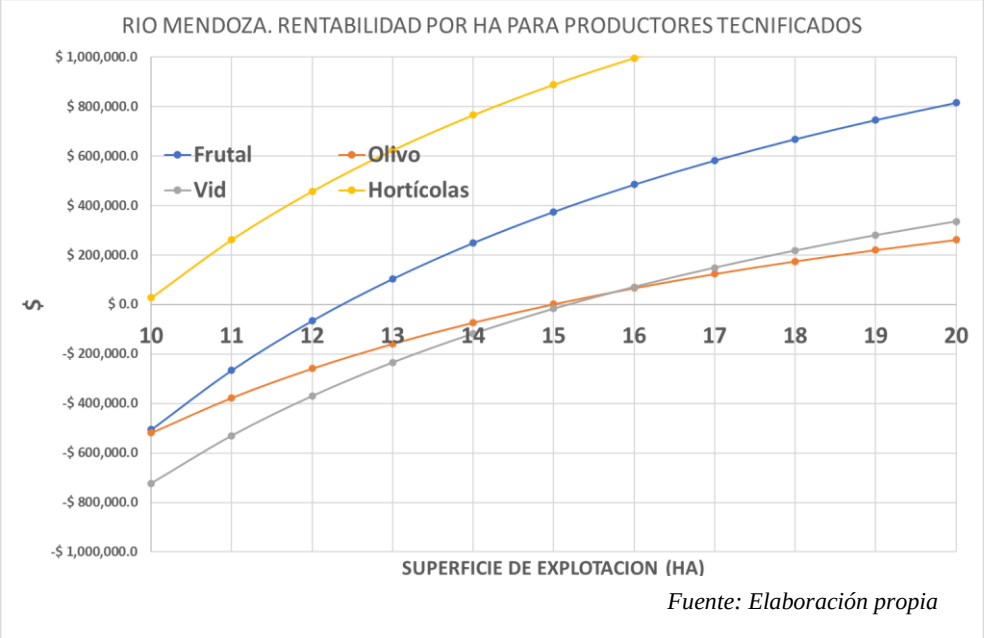
La superficie límite crece hasta las 5 ha para los tradicionales grandes:



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-5: Rio Mendoza, Rentabilidad por Ha para Productores Tradicionales grandes

Por su parte, en el caso de los tecnificados, el tamaño mínimo de explotación presenta mayor diversidad: en todas las superficies incluidas en la escala del gráfico siguiente (desde 10 ha) las explotaciones hortícolas son rentables; le siguen los frutales, cuya rentabilidad comienza a las 12,5 ha. Finalmente, las explotaciones dedicadas al olivo y a la vid para vinificar tienen su límite en las 15,5 ha.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-6: Rio Mendoza, Rentabilidad por Ha para Productores Tecnificados

Para el resto de las cuencas y cultivos, la tabla a continuación muestra los tamaños límites (ejemplo Río Mendoza):

Tabla 6-5: Tamaños límites de rentabilidad

Tipología de producción	Frutal	Olivo	Vid	Hortícolas
Prod. tradicionales chicos	3.3	2.6	2.4	3.0
Prod. tradicionales grandes	5.4	5.2	4.4	4.7
Prod. tecnificados	12.4	15.0	15.2	9.9

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la estrategia metodológica empleada consiste en utilizar los mismos modelos de costos económicos por cultivo para todas las cuencas, la única diferencia entre los valores límites corresponde a la composición de la célula de cultivo propia de cada cuenca, esto es, a la participación relativa de cada tipo de cultivo en cada destino del agua para uso agrícola. Es por ello que no hay diferencias significativas entre los valores límite de cada cuenca. Estos límites constituyen la línea de base para los análisis de rentabilidad de capítulos posteriores de este informe.

6.2.3 SENSIBILIDAD DE LOS MODELOS A OTROS PARÁMETROS CLAVE (RENDIMIENTOS, PRECIOS, COSTOS OPERATIVOS, ETC.)

La rentabilidad económica resulta muy sensible a parámetros claves en la determinación de ingresos y costos, lo cual queda en evidencia en los siguientes ejercicios realizados sobre el modelo de línea de base.

En el caso de ingresos por ventas la tabla a continuación es un ejercicio de sensibilización que muestra que el beneficio económico es muy elástico a los cambios en precios promedio al productor: frente a aumentos y disminuciones de 10% en los precios promedio, la rentabilidad por ha reacciona cerca del 60%, arrojando una elasticidad de 5,9 a partir de los valores del escenario base.

Tabla 6-6: Análisis de sensibilidad de la rentabilidad por ha al precio promedio al productor y a los rendimientos

		RENDIMIENTOS		
		90%	**100%**	**110%**
PRECIOS	**90%**	$ 19,277.4	$ 301,993.6	$ 584,709.9
	100%	$ 414,543.8	$ 731,669.1	$ 1,048,794.4
	110%	$ 812,390.2	$ 1,164,211.2	$ 1,516,032.2

Fuente: Elaboración propia

Algo menor es la elasticidad-rendimientos, que alcanza a 4,3.

La tabla a continuación muestra el grado de dependencia de la rentabilidad a cambios en los tamaños de explotación de los modelos de base.

Tabla 6-7: Análisis de sensibilidad de la rentabilidad por al tamaño promedio de explotación

		PROD. TRADICIONAL (HA)		
		6.3	7	8
PROD. TECNIFICADO (HA)	27	$ 641,755.0	$ 674,340.7	$ 701,001.8
	30	$ 699,083.4	$ 731,669.1	$ 758,330.2
	33	$ 745,988.4	$ 778,574.2	$ 805,235.2

Fuente: Elaboración propia

Como se enfatizó en secciones anteriores, el tamaño de explotación también resulta un parámetro clave de rentabilidad. Frente a cambios en el tamaño de explotación del modelo de productor tradicional a partir del valor de referencia (7 ha), la elasticidad calculada resulta aproximadamente de 0,4. En el caso de los productores tecnificados (cuyo tamaño de referencia es 30 ha) la elasticidad es algo superior, alcanzando 0,71.

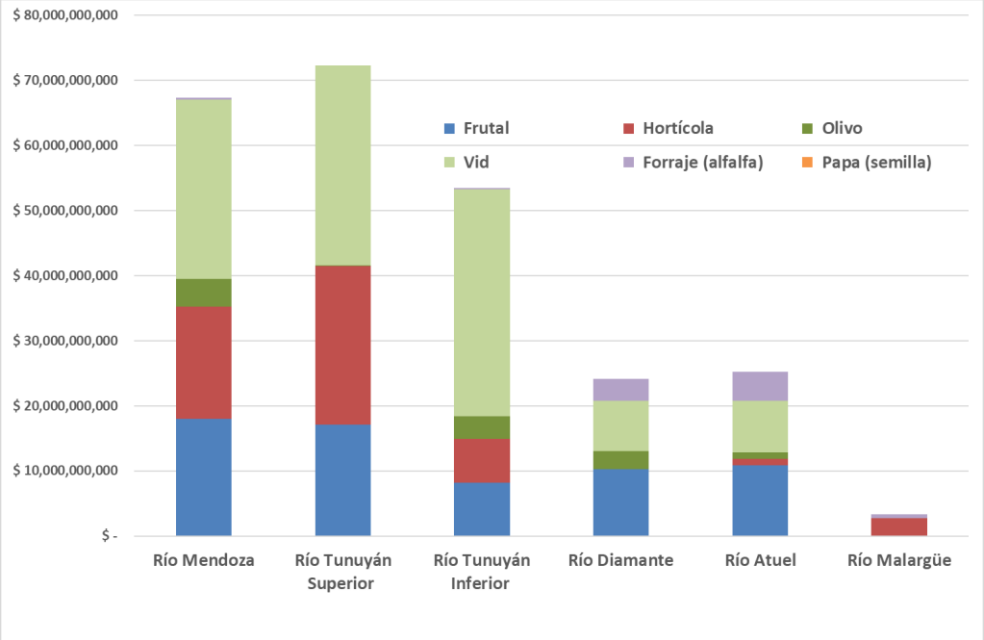
Finalmente, como se verá en mayor detalle en la sección siguiente, la rentabilidad se ve impactada frente a incrementos de costos operativos.

6.3 IDENTIFICACIÓN/ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE FINANCIAMIENTO DE INVERSIONES

6.3.1 PRINCIPALES RESULTADOS POR CUENCA

A partir de los modelos de rentabilidad económica por cultivo se puede obtener una estimación del margen económico para la explotación promedio y, extrapolando en función de la célula de cultivo y la superficie cultivada, se puede obtener el excedente económico para la totalidad de la cuenca.

El siguiente gráfico muestra los resultados de la estimación del excedente por tipo de destino agrícola y por cuenca.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-7: Excedente económico total por destino agrícola y por cuenca (en $)

Como se observa, las capacidades de generación de valor son diferentes entre cuencas: las tres más importantes son la del río Mendoza y Tunuyán superior e inferior. Cada una de ellas exhibe un excedente que representa entre 20% y 30%, generando prácticamente el 80% del total. El 20% restante lo absorben prácticamente en partes iguales las cuencas de los ríos Diamante y Atuel (el río Malargüe apenas participa con el 1,5%).

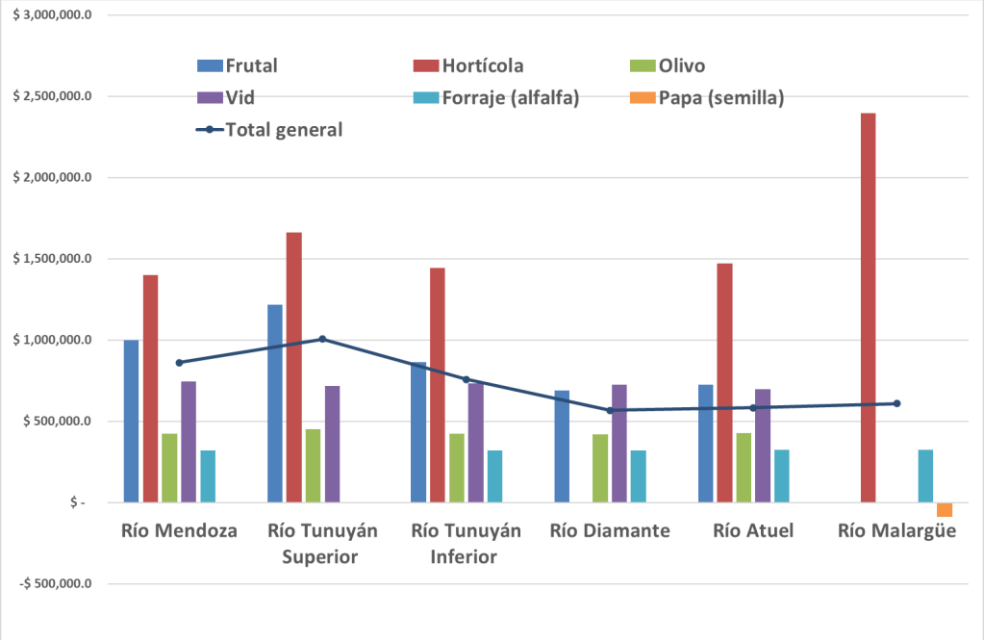
El resultado de los cálculos de la rentabilidad promedio por ha, distinguiendo destino agrícola del agua y por cuenca es el siguiente:

Tabla 6-8: Margen por ha por cuenca ($/ha)

	Río Mendoza	Río Tunuyán Superior	Río Tunuyán Inferior	Río Diamante	Río Atuel	Río Malargüe
Frutal	$ 999,230.8	$ 1,217,561.7	$ 864,296.3	$ 688,934.5	$ 724,798.5	
Hortícola	$ 1,399,974.8	$ 1,664,086.8	$ 1,445,609.8		$ 1,470,671.1	$ 2,397,173.7
Olivo	$ 425,680.1	$ 452,101.0	$ 424,726.3	$ 421,345.1	$ 429,907.5	
Vid	$ 744,440.1	$ 716,170.0	$ 732,684.5	$ 725,964.6	$ 698,232.1	
Forraje (alfalfa)	$ 320,922.1		$ 322,001.1	$ 321,996.4	$ 326,911.1	$ 324,328.5
Papa (sem.)						-$ 88,748.8
Total, general	**$ 860,948.5**	**$ 1,007,431.9**	**$ 758,515.6**	**$ 567,422.0**	**$ 584,995.2**	**$ 610,701.5**

Fuente: Elaboración propia

Recuérdese que la rentabilidad promedio por ha para todos los cultivos y cuencas resulta ser de aproximadamente $730.000. Este indicador económico es muy sensible al tamaño de explotación, como se analizó en una sección anterior.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-8: Rentabilidad por ha por cuenca y destino agrícola del agua (en $/ha)

Se observa que el sector hortícola y el frutal poseen las mayores rentabilidades relativas en todas las cuencas, alcanzando valores superiores al promedio de la cuenca (la línea continua del gráfico anterior). En el ranking siguen el sector vitícola, el olivícola y el correspondiente a forraje (alfalfa).

Por su parte, el promedio general por cuenca permite corroborar que las cuencas Tunuyán superior y Mendoza son las que evidencian también mayores rentabilidades relativas.

Si bien en los capítulos siguientes de este informe se realizan los respectivos análisis de rentabilidad para diferentes alternativas de inversión, y con el objeto de cuantificar la capacidad relativa de reembolso de inversiones de las diferentes cuencas sobre la línea de base, a continuación, se realiza un ejercicio de sensibilización sobre los costos de producción agrícolas.

El costo operativo promedio del modelo agrícola de base (productores tradicionales) alcanza a $3,04 millones por ha. Si se consideran sucesivos incrementos equivalentes al 5% (aproximadamente $152.000 adicionales en cada paso sucesivo) la rentabilidad del sistema -medida a través del excedente total por cuenca-, presenta los siguientes resultados:

Tabla 6-9: Impacto sobre el excedente total por cuenca frente a incremento de costos operativos

	Río Mendoza	Río Tunuyán Superior	Río Tunuyán Inferior	Río Diamante	Río Atuel	Río Malargüe
BASE	67,309,814,768.0	72,272,159,566.5	53,474,590,548.5	24,096,709,181.2	25,241,372,943.4	3,113,356,353.8
5%	57,900,922,429.6	63,638,546,189.1	44,990,208,141.5	18,985,909,486.5	20,048,616,562.5	2,499,824,509.3
10%	46,012,215,540.6	52,729,451,351.4	34,269,675,698.0	12,528,103,683.9	13,487,253,509.6	1,724,589,762.7
15%	34,123,508,651.7	41,820,356,513.7	23,549,143,254.6	6,070,297,881.3	6,925,890,456.6	949,355,016.2
20%	22,234,801,762.8	30,911,261,676.1	12,828,610,811.1	- 387,507,921.2	364,527,403.7	174,120,269.6
25%	10,346,094,873.9	20,002,166,838.4	2,108,078,367.7	- 6,845,313,723.8	- 6,196,835,649.3	- 601,114,476.9
30%	- 1,542,612,015.0	9,093,072,000.7	- 8,612,454,075.8	- 13,303,119,526.4	- 12,758,198,702.2	- 1,376,349,223.5

Fuente: Elaboración propia

Aunque pareciera observarse una interesante capacidad del sector agrícola para absorber aumentos de costos -ya que hasta un 15% de incremento los excedentes totales no reflejan problemas de rentabilidad en ninguna cuenca-, esta percepción puede ser errónea ocultando **importantes asimetrías que sólo son visibles al considerar cada emprendimiento agrícola de forma individual**; tal como se analiza en los capítulos siguientes, es necesario contemplar el impacto de las alternativas de inversión sobre las explotaciones individuales.

7. RELACIÓN ENTRE LA EFICIENCIA DE LA APLICACIÓN Y EL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

7.1 FUNDAMENTACIÓN

Los modelos de simulación WEAP para cada cuenca, contemplan valores de eficiencia tanto de aplicación como de conducción del Balance Hídrico edición 2019. La eficiencia es uno de los aspectos más importantes en materia de uso sostenible del agua, tanto desde la demanda hídrica donde un incremento en la eficiencia impacta directamente en la disminución de la demanda bruta de agua; como también siendo los volúmenes de agua que infiltran en la cuenca, recargando los acuíferos, parte integrante del balance hídrico.

Una mejora en los valores de eficiencia, disminuyen los volúmenes de agua que se infiltran en las zonas de cultivo, afectando el componente de recarga de los acuíferos. Considerando las limitaciones que el modelo WEAP presenta en cuando a la no distinción entre acuíferos freáticos y profundos, y en no contemplar el componente de calidad, se realiza un balance hídrico, identificando el aporte de la ineficiencia de riego a la recarga de cada acuífero se estiman los volúmenes de extracción sostenibles bajo cada situación de aumento de la eficiencia global en la cuenca.

Los escenarios elaborados para cada río poseen distintos valores de eficiencia global. Se cuenta con una situación base, donde los valores de eficiencia son los actuales, un escenario prospectivo con un aumento moderado de la eficiencia global y un tercer escenario donde se considera una tecnificación y mejora generalizada de la eficiencia del sistema.

Se presentan los resultados para cada cuenca, con las particularidades que posee cada una.

7.2 PROPIEDADES CON FUENTE SUBTERRÁNEA Y SUPERFICIAL

El uso de agua subterránea para el riego de cultivos está ampliamente difundido en Mendoza. Hay propiedades cuya única fuente de agua es la subterránea, consideradas capaces de satisfacer toda su demanda con este recurso. También existen propiedades que disponen de concesiones para el uso tanto de agua superficial como subterránea. Para estas últimas, se prioriza el uso del agua superficial, recurriendo al agua subterránea solo para cubrir cualquier déficit hídrico. Dado que la cuenca se toma como unidad de agregación en el análisis, se contabilizan los volúmenes totales de agua bombeada siguiendo los criterios previamente descritos.

7.3 RESUMEN DE RESULTADOS

7.3.1 CUENCA RÍO MENDOZA

El modelo de agua subterránea del río Mendoza considera como fuentes de recarga la infiltración del río Mendoza en el tramo comprendido entre Potrerillos y el Dique Cipolletti, la infiltración de precordillera y la infiltración en las zonas de cultivo, producto de la ineficiencia de riego y conducción. Una mejora en la eficiencia de uso del agua, tanto en la eficiencia de conducción, genera una disminución en la recarga del acuífero y por ende afecta al volumen sostenible de explotación del acuífero.

El análisis se realiza aplicando la metodología expuesta en el informe 2, defiendo al volumen sostenible de explotación como aquel que no afecta la variación en el almacenamiento de agua del mismo. Al simular escenarios de mejora de la eficiencia global, los valores de recarga del acuífero disminuyen afectando directamente al volumen de explotación sostenible.

La tabla 7-1 expresa los resultados de la modelación y el cálculo del volumen de explotación sostenible para cada eficiencia a lo largo del período de modelación.

Tabla 7-1: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 50%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Salidas del acuífero (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en (hm^3/año)
2021 - 2030	10013	6841	3171	317
2031 - 2040	9898	6738	3160	316
2041 - 2050	9849	6694	3156	316

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-2: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 75%

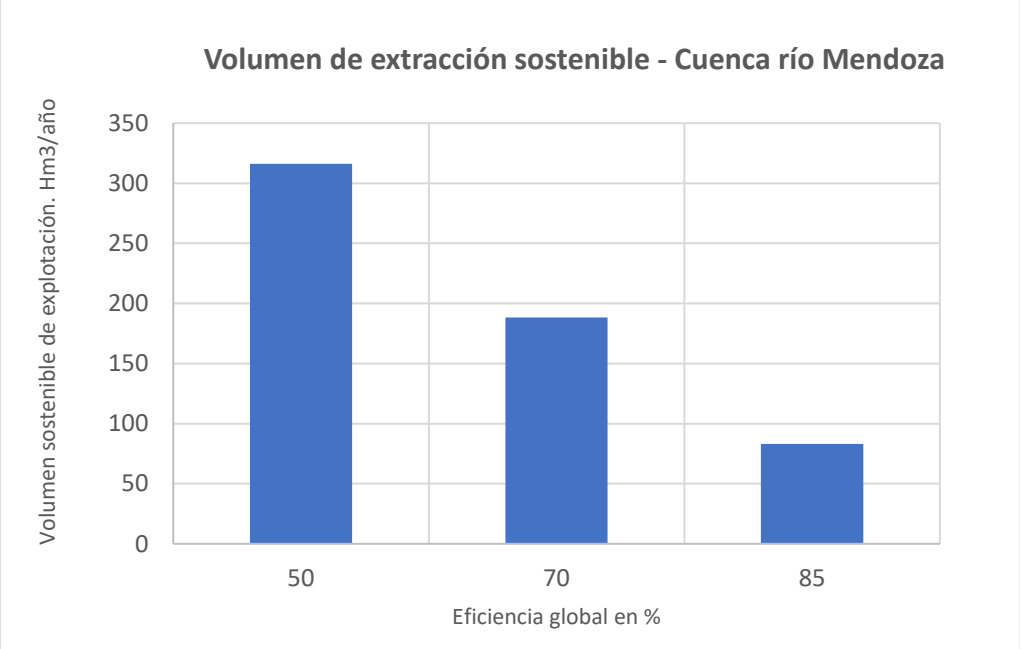
Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Salidas del acuífero (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en (hm^3/año)
2021 - 2030	6515	4685	1830	183
2031 - 2040	6431	4615	1816	182
2041 - 2050	6592	4586	2006	201

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-3: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 85%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Salidas del acuífero (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en (hm^3/año)
2021 - 2030	4429	3559	871	87
2031 - 2040	4330	3509	820	82
2041 - 2050	4287	3488	799	80

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 7-1: Volumen sostenible de explotación del agua subterránea – Mendoza

La variación del volumen de explotación puede expresarse como función de la diferencia entre la demanda bruta de la cuenca y la demanda neta.

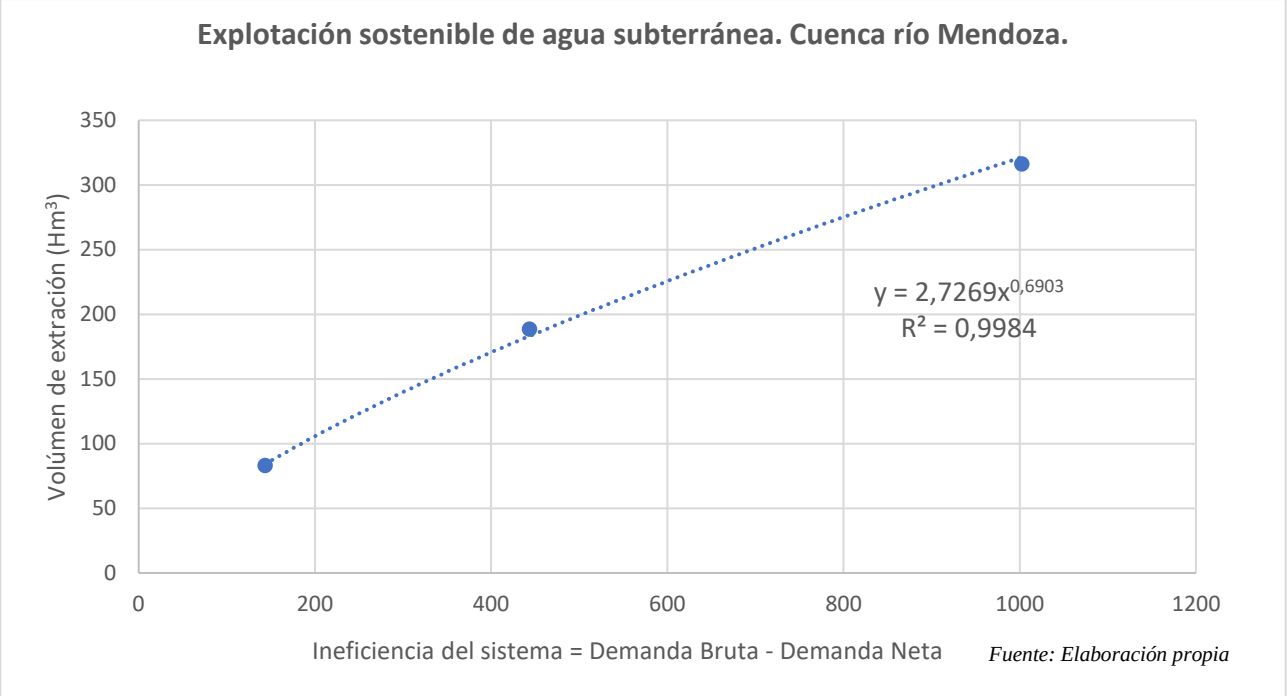


Figura 7-2: relación entre la Ineficiencia de la demanda (Bruta - Neta) con la Extracción Máxima Permitida de Agua Subterránea – Mendoza

7.3.2 CUENCA RÍO TUNUYÁN SUPERIOR E INFERIOR

7.3.2.1 Tunuyán Superior

El modelo de agua subterránea del río Tunuyán Superior considera como fuentes de recarga la infiltración de la escorrentía de los arroyos de cordillera frontal, la infiltración en las zonas de cultivo, producto de la ineficiencia de riego y conducción y la precipitación que infiltra en la cuenca. Una mejora en la eficiencia de uso del agua, tanto en la conducción como aplicación, genera una disminución en la recarga del acuífero y por ende afecta al volumen sostenible de explotación del acuífero.

El análisis se realiza aplicando la metodología expuesta en el informe 2, defiendo al volumen sostenible de explotación como aquel que no afecta la variación en el almacenamiento de agua del mismo. Al simular escenarios de mejora de la eficiencia global, los valores de recarga del acuífero disminuyen afectando directamente al volumen de explotación sostenible.

La tabla 7-4 expresa los resultados de la modelación y el cálculo del volumen de explotación sostenible para cada eficiencia a lo largo del período de modelación.

Tabla 7-4: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 40%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Arroyos de manantial (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en hm^3/año
2021 - 2030	8373	3373	5000	500
2031 - 2040	8056	3112	4944	494
2041 - 2050	7449	2612	4838	484

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-5: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 65%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Arroyos de manantial (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en hm^3/año
2021 - 2030	6233	2977	3256	326
2031 - 2040	5857	2771	3086	309
2041 - 2050	5139	2377	2762	276

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-6: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 85%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Arroyos de manantial (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en hm^3/año
2021 - 2030	5416	2748	2668	267
2031 - 2040	5035	2516	2519	252
2041 - 2050	4306	2074	2232	223

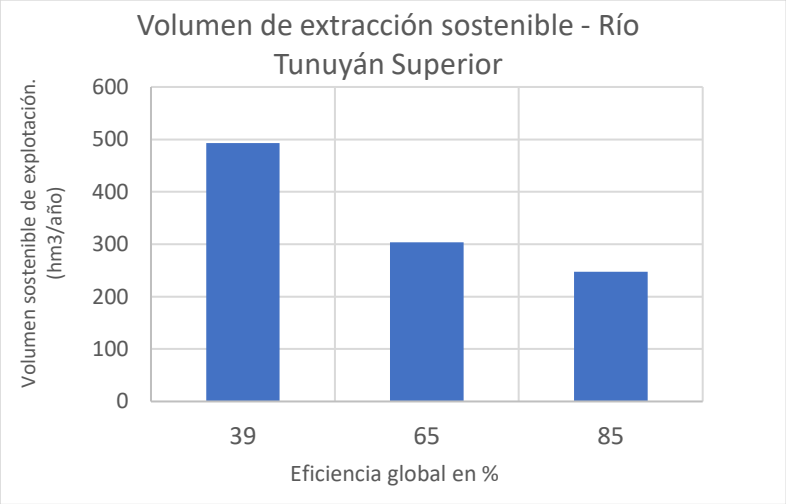


Figura 7-3: Volumen sostenible de explotación del agua subterránea – Tunuyán Superior

Al analizar el balance hídrico del Tunuyán Superior, se observa que una mejora en la eficiencia del riego (sin modificar la superficie de riego) impacta en la recarga del acuífero, lo

que resulta en un cambio en el volumen de explotación sostenible. Sin embargo, en términos generales, el balance del río Tunuyán completo (Superior e Inferior) permanece inalterado. Una mejora en la eficiencia global conlleva una disminución en la recarga del acuífero, lo que afecta sus salidas (arroyos de manantial), pero simultáneamente genera un volumen adicional positivo de agua en la cuenca que, al considerarlo en el balance global, genera que el mismo no cambie. Esto se debe a que la diferencia entre el volumen de demanda bruta y neta se considera, en su totalidad, como agua recirculada en el sistema, un concepto explicado y desarrollado en el reporte número 4.

7.3.2.2 Tunuyán Inferior

El modelo de agua subterránea del río Tunuyán Inferior considera como fuentes de recarga la infiltración del río Tunuyán y Mendoza, y la infiltración en las zonas de cultivo, producto de la ineficiencia de riego y conducción. Una mejora en la eficiencia de uso del agua, tanto en la conducción como aplicación, genera una disminución en la recarga del acuífero y por ende afecta al volumen sostenible de explotación del acuífero. Las salidas del modelo son las transferencias entre las zonas homogéneas definidas para el Tunuyán Inferior y las ubicadas hacia el este de la cuenca.

El análisis se realiza aplicando la metodología expuesta en el informe 2, defiendo al volumen sostenible de explotación como aquel que no afecta la variación en el almacenamiento de agua del mismo. Al simular escenarios de mejora de la eficiencia global, los valores de recarga del acuífero disminuyen afectando directamente al volumen de explotación sostenible.

La tabla 7-7 expresa los resultados de la modelación y el cálculo del volumen de explotación sostenible para cada eficiencia a lo largo del período de modelación.

Tabla 7-7: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 47%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Salidas del acuífero (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en hm^3/año
2021 - 2030	5799	3392	2407	241
2031 - 2040	5840	3436	2403	240
2041 - 2050	5713	3298	2415	241

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-8: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 65%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Salidas del acuífero (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en hm^3/año
2021 - 2030	4244	3395	849	85
2031 - 2040	4356	3439	917	92
2041 - 2050	4255	3300	955	96

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-9: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 75%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Salidas del acuífero (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en hm3/año
2021 - 2030	3956	3394	562	56
2031 - 2040	3978	3439	539	54
2041 - 2050	3909	3299	610	61

Fuente: Elaboración propia

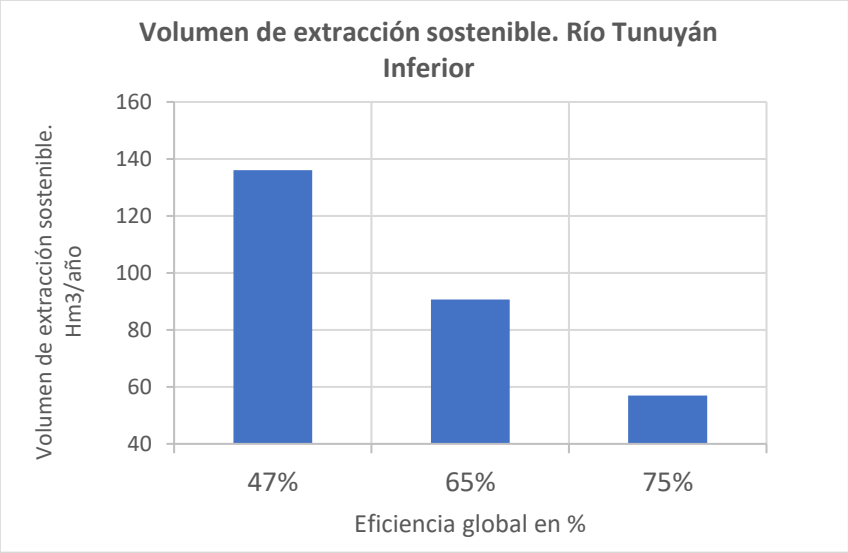


Figura 7-4: Volumen sostenible de explotación del agua subterránea – Tunuyán Inferior

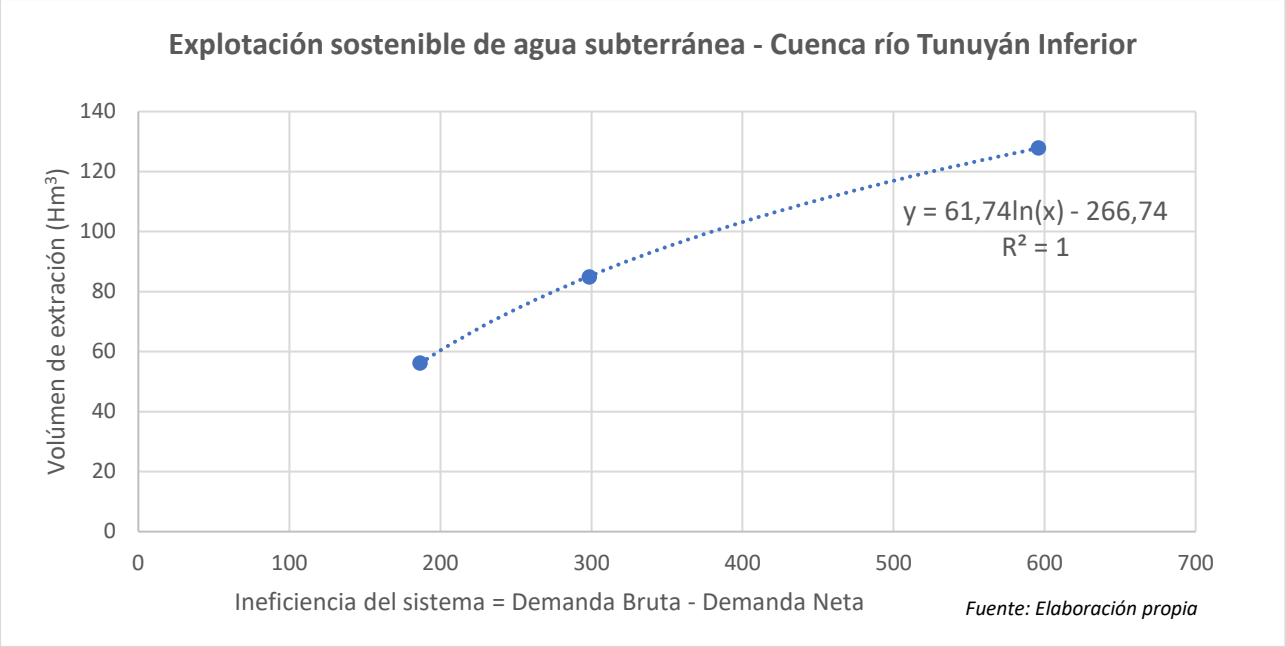


Figura 7-5: relación entre la Ineficiencia de la demanda (Bruta - Neta) con la Extracción Máxima Permitida de Agua Subterránea – Tunuyán Inferior

7.3.3 CUENCA DEL RÍO ATUEL

El modelo de agua subterránea del Río Atuel considera que la recarga de acuíferos se produce principalmente a través de 3 procesos: la infiltración en las parcelas regadas (siendo el de mayor influencia), la infiltración en los canales de riego (principales, secundarios y terciarios) y una recarga natural proveniente de la zona irrigada del río Diamante.

El análisis se realiza replicando la metodología expuesta en informe 2. Se define el volumen sostenible de explotación como aquel que no afecta la variación en el almacenamiento de agua del mismo. Por esto, se simulan escenarios de mejora de la eficiencia global y en ellos puede observarse que los valores de recarga del acuífero disminuyen afectando directamente al volumen de explotación sostenible, al realizar aumentos de eficiencia global en los modelos.

El modelo del río Atuel simula los desagües, colectores y el tramo del río Atuel que gana caudal proveniente de las napas freáticas en su tramo inferior. Un cambio en la recarga del acuífero, como el aumento de la eficiencia de conducción y aplicación, genera una depresión de los niveles freáticos. Esto genera que disminuya el caudal de los colectores al punto de "secarse". Esto genera la necesidad de considerar la variación en el almacenamiento del acuífero en los escenarios futuros como parte de los egresos de la cuenca, no se considera válido cuantificar esta disminución de las erogaciones de los desagües y colectores, como volumen sustentable a extraer del acuífero. Debido a que una sobreexplotación del mismo

puede llevar a degradar la calidad de las aguas subterráneas si los colectores y desagües, que "extraen" aguas con alto contenido de sales de las zonas de cultivo, dejan de cumplir con su función y se extinguen. Este análisis, debe ser validado con hidroquímica, medición del caudal en los colectores a lo largo de un período de tiempo que permita entender su dinámica y la relación con el riego de la zona.

A continuación, se exponen estos valores en tablas.

Tabla 7-10: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 49%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Arroyos (10 años)	Salida del acuífero (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en hm3/año
2021 - 2030	7838	889	6437	513	51
2031 - 2040	7710	783	6431	495	50
2041 - 2050	7655	738	6429	488	49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-11: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 65%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Arroyos (10 años)	Salida del acuífero (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en hm3/año
2021 - 2030	7764	212	6179	454	45
2031 - 2040	7694	201	6163	376	38
2041 - 2050	7664	196	6156	418	42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-12: Explotación sostenible del agua subterránea. Eficiencia Global del 85%

Año	Ingresos al acuífero (10 años)	Arroyos (10 años)	Salida del acuífero (10 años)	Ingresos - Egresos (10 años)	Explotación sostenible en hm3/año
2021 - 2030	6633	206	5801	229	23
2031 - 2040	6681	209	5833	263	26
2041 - 2050	5220	160	4583	111	11

Fuente: Elaboración propia

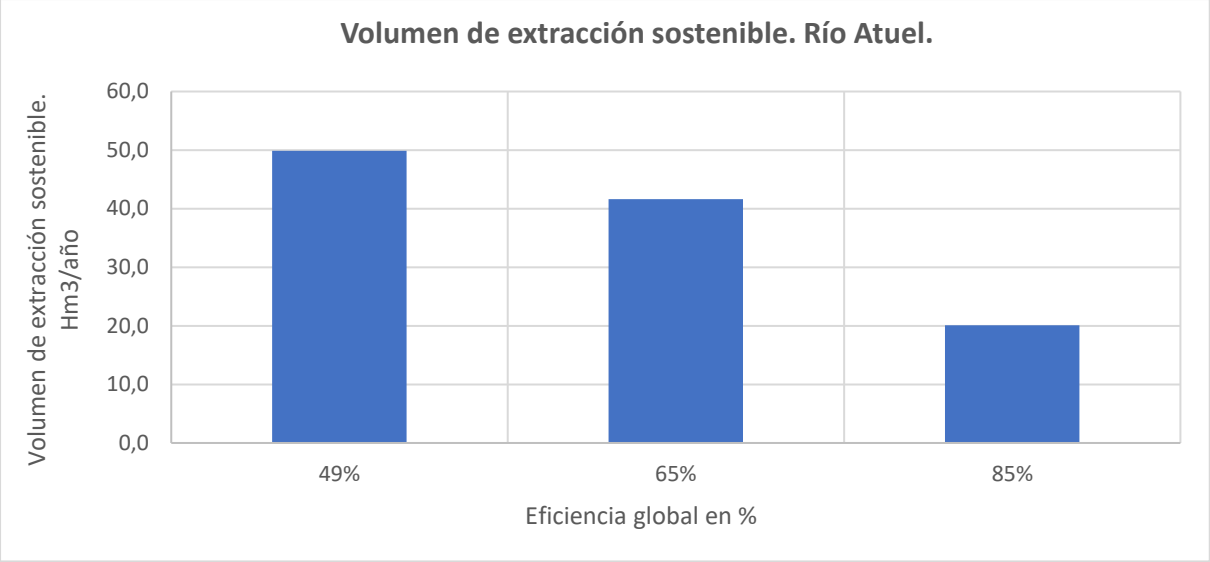


Figura 7-6: Volumen sostenible de explotación del agua subterránea – Atuel

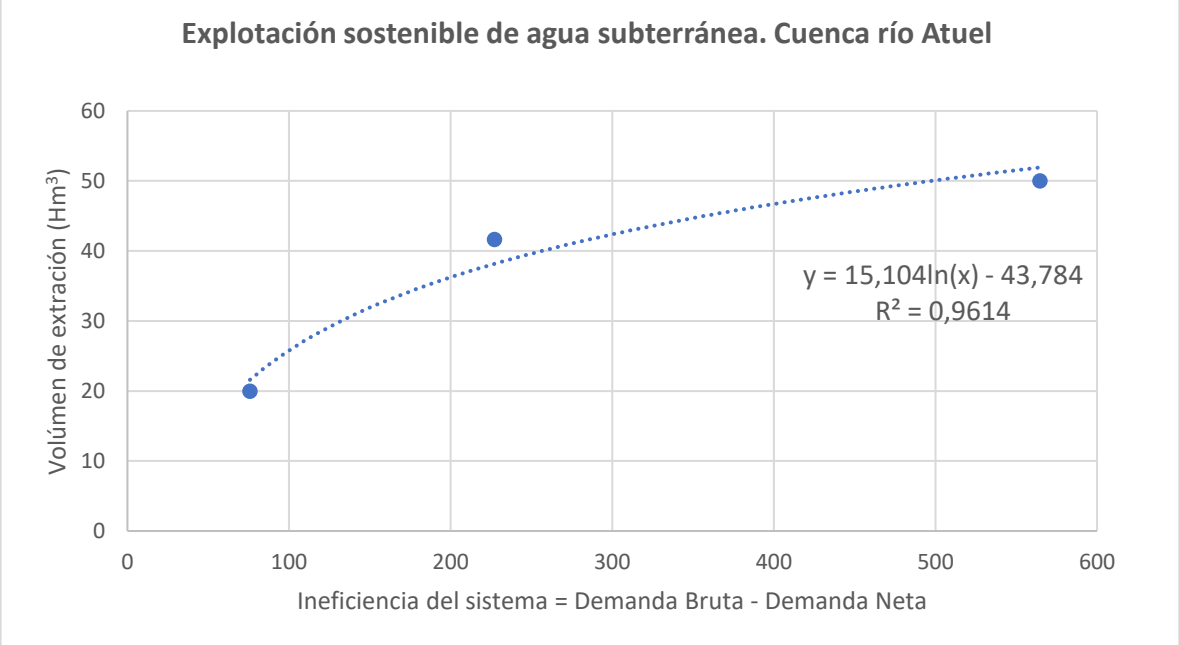


Figura 7-7: relación entre la Ineficiencia de la demanda (Bruta - Neta) con la Extracción Máxima Permitida de Agua Subterránea – Atuel

7.3.4 CUENCA RÍO DIAMANTE

El modelo conceptual del agua subterránea en el Río Diamante considera la principal fuente recarga la ineficiencia en canales y en las parcelas, siendo la eficiencia global en torno a los 30%. Las salidas del sistema de acuíferos son los desagües (siendo estos la fuente hídrica de una importante área de riego en las zonas periféricas a la cuenca), la salida por la extracción de agua subterránea y el flujo subsuperficial tanto hacia el sur como hacia el este. Con el objetivo de exponer la magnitud de estos volúmenes, se expresan en la tabla 7-13 los valores medios, máximos y mínimos de las variables para el período 2000 a 2020.

Tabla 7-13: Valores de las principales variables del balance del agua subterránea. Para una eficiencia global del 30%

Valores	Recarga Acuífero (hm3/año)	Extracciones (hm3/año)	Derrame de manantiales y desagües (hm3/año)	Salidas hacia el Sur (hm3/año)	Salidas hacia el Este (hm3/año)
Máximo	1270	70	686	285	277
Medio	549	11	241	197	117
Mínimo	871	34	400	239	179

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de sensibilidad del modelo a cambios en la eficiencia global de uso del agua, se afecta de manera considerable la principal recarga del acuífero. El modelo no solamente es incapaz de representar un comportamiento lógico en los valores de las variables, sino que arroja resultados absurdos como ser, la caída a cero en los flujos de transferencia de un acuífero a otro o una abrupta disminución en el almacenamiento del acuífero. En la tabla 7-14 se presentan los valores que el modelo arroja para un escenario donde se duplica la eficiencia de uso global del agua, pasando de un valor de 30% a 60%. Solamente este efecto genera una importante disminución en los flujos de ingreso, en torno al 53%.

Tabla 7-14: Valores de las principales variables del balance del agua subterránea. Para una eficiencia global del 60%

Valores	Recarga Acuífero (hm3/año)	Extracciones (hm3/año)	Derrame de manantiales y desagües (hm3/año)	Salidas hacia el Sur (hm3/año)	Salidas hacia el Este (hm3/año)
Máximo	574	19	354	167	126
Medio	291	3	190	14	31
Mínimo	331	5	280	37	106

Fuente: Elaboración propia

Debido a que se reconoce que se exceden los niveles donde el modelo es confiable, es recomendable una evaluación integral del modelo WEAP de agua subterránea de la cuenca del Río Diamante, revisando tanto el modelo conceptual que lo genera, identificando los principales sitios de recarga y el origen del agua, estudiando la variación estacional de los niveles tratando de identificar la vinculación de estos con la dinámica del agua superficial en la cuenca, la variación en el almacenamiento del agua subterránea y la continua medición de los caudales en los desagües y arroyos de manantial de la cuenca.

8. EVALUACIÓN DE COSTOS PARA OBRAS DE MEJORAS

8.1 INTRODUCCIÓN

La evaluación de los costos de inversión es un paso clave para la mejora y actualización de infraestructuras en proyectos hídricos que afectan, no solo a la gestión del agua, también al desarrollo económico y social de una región. En este apartado, se presentarán las estimaciones de costos asociadas con diversas obras y mejoras previstas para optimizar la eficiencia y la funcionalidad del sistema hídrico en la provincia de Mendoza.

Estos costos incluyen las obras necesarias para alcanzar los objetivos del Plan Hídrico, como la construcción y mejora de conducciones, impermeabilización de canales, instalación de tuberías, construcción de reservorios y la implementación de sistemas de riego tecnificados, como el riego por goteo. Se buscará brindar una visión general del presupuesto total necesario para llevar a cabo estas mejoras, así como alternativas de inversión según el nivel de eficiencia que se desee alcanzar o la disponibilidad de recursos financieros.

A lo largo de esta sección, se presentan los costos unitarios para cada tipo de obra, discriminando en obras de conducción, tanto a nivel secundario como terciario y costos de mejora en el riego intraparcelario.

8.2 OBRAS DE REGULACIÓN, CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Se detallan los costos asociados a obras de regulación, impermeabilización y mejora en la conducción y distribución. Se consideran canales abiertos de hormigón como, sistemas de tuberías a presión, considerando la integración de la red de conducción con reservorios que permitan la regulación de los volúmenes de entrega. Los mismos son provistos por el Departamento General de Irrigación en función de obras ejecutadas por el organismo.

8.2.1 CANALIZACIONES ABIERTAS

Se consideran desarrolladas en canales de hormigón, siendo utilizadas tanto a nivel primario, secundario como terciario. La distinción entre cada nivel de la red se basa en criterios administrativos con una correlación en su capacidad de conducción, si bien esta puede variar según las circunstancias específicas de cada caso.

A los fines de evaluar los costos de la construcción, se estandarizan parámetros como rangos de capacidad de conducción y se toman valores medios de pendiente y rugosidad del material.

Parámetros de cálculo hidráulico:

- Pendiente: 0,2%
- Coeficiente de Manning: 0,015
- Secciones transversales: Las canalizaciones terciarias se consideran en sección trapecial sin acero estructural, lo mismo para la canalización primaria de 30 m^3/s. Las canalizaciones secundarias se desarrollan en sección rectangular de hormigón armado.

Tabla 8-1: Resumen de los costos de materiales y construcción para canales de hormigón.

Tipo de red	Caudal		Costo 1	Costo 2	Costo 3
	l/s	m³/s	US$/m	US$/m	US$/m
Terciaria	50	0,05	69.56	58.16	11.40
	150	0,15	106.54	89.55	16.99
	500	0,5	156.21	132.17	24.04
Secundaria	700	0,7	291.04	264.46	26.58
	2.000	2	484.12	450.54	33.59
Primaria	4.000	4	696.17	650.88	45.29
	7.000	7	1 013.04	940.65	72.39
	15.000	15	1 315.44	1 221.01	94.43
	30.000	30	1 251.24	1 157.92	93.32
Costo 1: Canalizaciones de hormigón incluyendo estructuras de derivación					
Costo 2: Canalizaciones de hormigón sin estructuras de derivación					
Costo 3: Costo de las estructuras de derivación					

Fuente: Elaboración propia con información del DGI

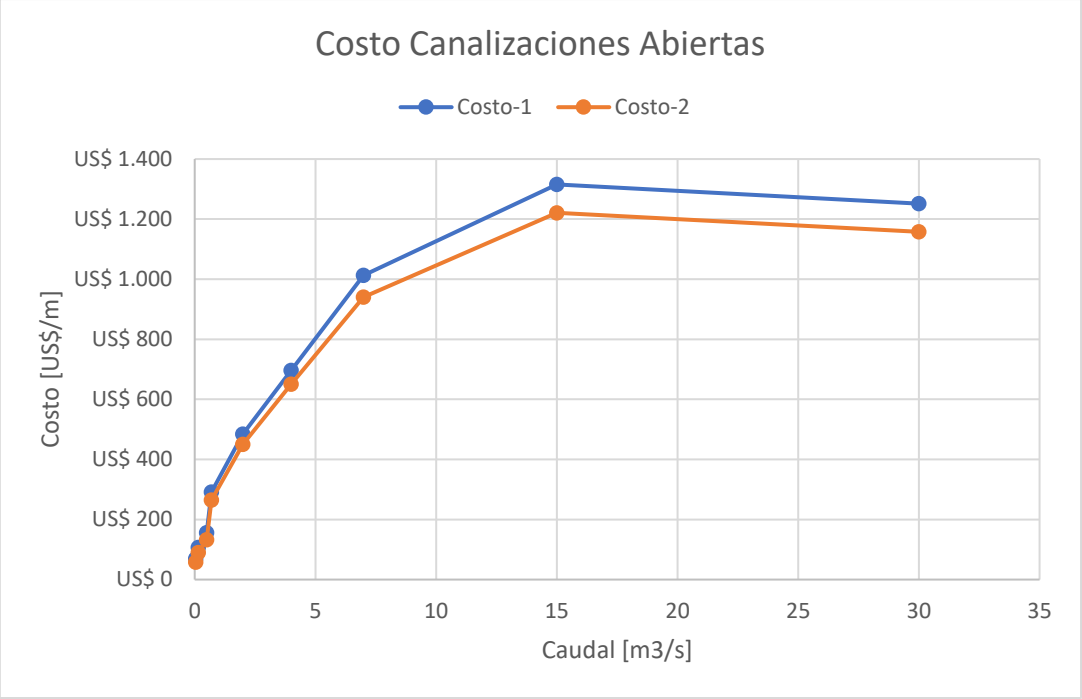


Figura 8-1: Costo Canalizaciones Abiertas

Los ítems para considerar son:

- Limpieza y preparación de terreno
- Plan de Manejo Ambiental
- Excavación Canal
- Relleno Lateral
- Terraplén de Canal
- Base de apoyo
- Hormigón de Limpieza
- Hormigón para Armar H-20 Canal
- Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte
- Acero ADN 420 para Hormigón Canal
- Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte
- Compuerta Planas de Ataje
- Módulos de Máscaras
- Inspección de Obra
- Estudio y Proyecto

8.2.2 CANALIZACIONES CERRADAS

Se consideran desarrolladas en tuberías de PVC agua y PRFV, siendo utilizadas tanto a nivel secundario como terciario. La distinción entre cada nivel de la red se basa en su capacidad de conducción, si bien esta puede variar según las circunstancias específicas de cada caso.

A los fines de evaluar los costos de la construcción en función de la capacidad de conducción de la tubería, se consideran los siguientes parámetros:

Parámetros de cálculo hidráulico:

- Perdida de carga m/m: 0,002
- Coeficiente de Hazen - William: 150

Tabla 8-2: Resumen de los costos de materiales y construcción para tuberías de PVC y PRFV.

Tipo de red	Denominación	Diámetro (DN)	Caudal	Caudal	Costo
		Pulgadas	m3/h	l/s	[US$/m]
Terciaria	Tubería PVC - DN 160 - K6	6"	36	10	144.85
	Tubería PVC - DN 200 - K6	8"	54	15	163.61
	Tubería PVC - DN 250 - K10	10"	72	20	227.07
	Tubería PVC - DN 315 - K6	12"	180	50	234.12
	Tubería PVC - DN 450 - K6	18"	540	150	353.34
	Tubería PRFV - DN 600 - K6	24"	1080	300	398.06
	Tubería PRFV - DN 700 - K6	28"	1800	500	485.39
Secundaria	Tubería PRFV - DN 800 - K6	32"	2520	700	557.35
	Tubería PRFV - DN 900 - K6	36"	3600	1000	642.41
	Tubería PRFV - DN 1200 - K6	48"	7740	2150	780.19

Fuente: Elaboración propia con información del DGI

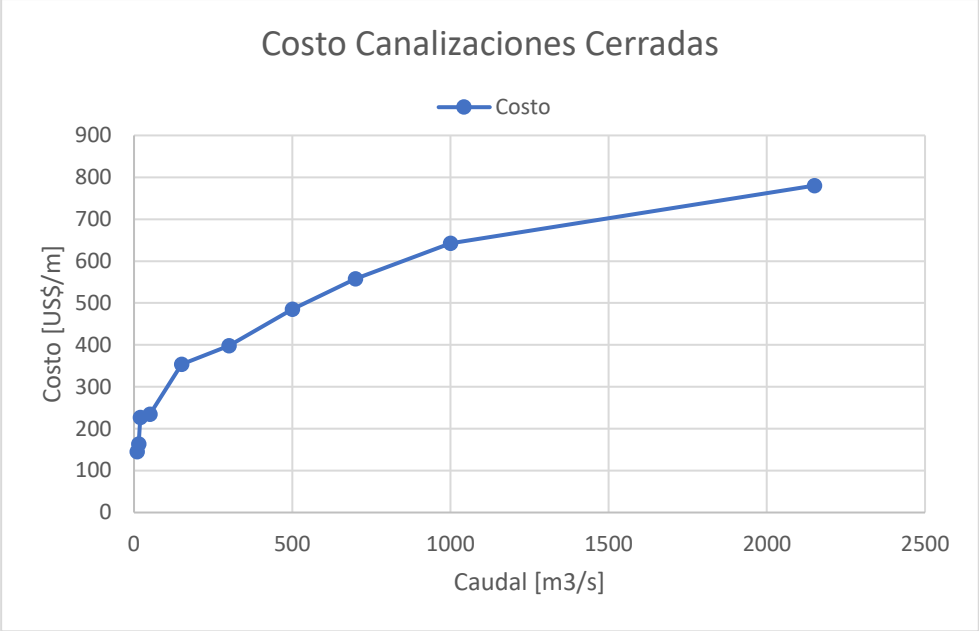


Figura 8-1a: Costo Canalizaciones Cerradas y caudal

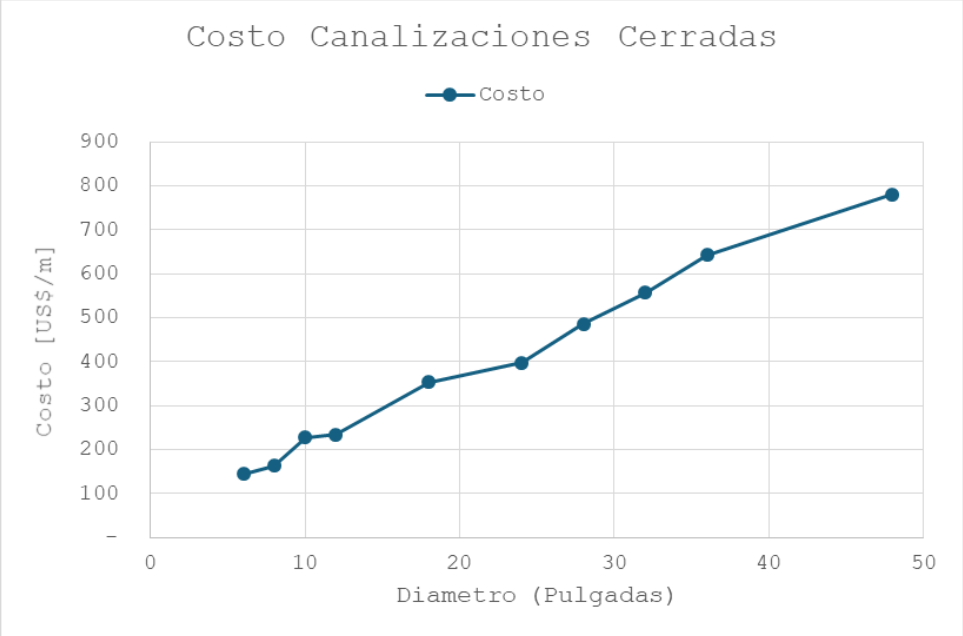


Figura 8-1b: Costo Canalizaciones Cerradas

Los ítems considerados en el cálculo de los costos de construcción y materiales son:

- Limpieza y preparación de terreno
- Plan de Manejo Ambiental
- Excavación Tubería
- Arena de asiento
- Relleno de 1a etapa para tubería

- Relleno de 2a etapa para tubería
- Tubería PRFV - DN 1200 - K6
- Piezas Especiales
- Anclajes de Hormigón
- Bornas de Riego
- Válvulas Seccionadoras
- Válvulas de Aire
- Válvulas Desagüe
- Inspección de Obra
- Estudio y Proyecto

8.2.3 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS RESERVORIOS

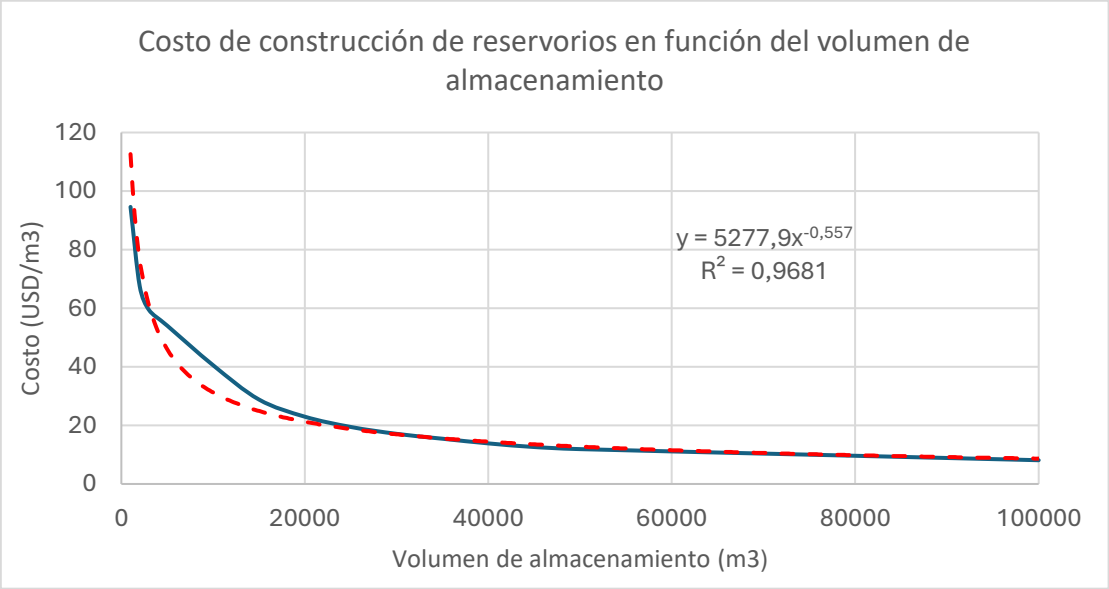
Para la estimación de los costos de construcción de reservorios se cuenta con información provista de la autoridad de aguas de Israel. Los mismos se expresan en función del volumen de almacenamiento previsto. Los mismos consideran los trabajos de movimiento de suelo, impermeabilización y obras de conexión de entrada y salida.

Tabla 8-3: Costos de construcción de reservorios en función de su capacidad.

Volumen (m3)	Costo (US$/m3)	Volumen (m3)	Costo (US$/m3)
1000	94.59	87500	9.05
2000	67.57	93750	8.58
3000	59.46	100000	8.11
5000	54.05	200000	6.76
10000	40.54	300000	6.76
15000	28.83	500000	5.95
20000	22.97	1000000	5.41
25000	19.46	1500000	4.5
30000	17.12	2000000	4.05
35000	15.44	2500000	3.89
40000	13.85	3000000	3.83
45000	12.61	3500000	3.67
50000	11.89	4000000	3.58
75000	10	4500000	3.51
81250	9.53	5000000	3.46

Fuente: Compañía Nacional de Agua de Israel.

Se restringen los volúmenes a niveles usuales para las explotaciones en Mendoza, en función de los sistemas tomados como referencia. La relación obtenida entre el volumen de almacenamiento y el costo de construcción es el siguiente:



Fuente: Compañía nacional de agua de Israel.

Figura 8-2: Costo de construcción de reservorios

Para la estimación del volumen de almacenamiento necesario en las alternativas 2 y 3, con las particularidades de cada una de las subalternativas, se toma de referencia una zona de riego de 1000 ha[8]. Se pretende que el volumen de reserva cubra un día completo del requerimiento de riego, tomando este como 80 m3/ha o 8 mm. El sistema deberá contar con 80000 m3 de reserva. Las dos subalternativas almacenan la misma cantidad de agua, pero distribuidas de diferente manera. La alternativa 2.1 y 3.1 centralizan el almacenamiento en un solo reservorio, con un costo de construcción de 9.8 US$/m3 o 720 US$ por hectárea. En cambio, la alternativa 2.2 y 3.2 agrupa solo la mitad del volumen necesario, unos 40000 m3, siendo el costo de construcción 14.4 US$/m3 o 529 US$ por hectárea; el resto del volumen necesario es absorbido por reservorios menores (en promedio de 8000 m3) ubicados en las propiedades, con un costo de construcción mayor por unidad de volumen, unos 37 US$/m3 o 1361 US$ por hectárea.

[8] El proyecto de referencia cuenta con 1090 ha, a los fines de simplificar la explicación se considera 1000 ha.

8.2.4 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

A los fines de estimar los costos de construcción de las estaciones de bombeo se toma de referencia una serie de datos provistos por Mekorot donde se especifica en función del caudal (m3/hora) y la presión de trabajo del sistema, la potencia requerida y los costos de construcción desagregados en: Equipos electromecánicos y tuberías, obra civil e instalación eléctrica.

Tabla 8-4: Costos de construcción expresados en miles de US$ de estaciones de bombeo

Características de la estación de bombeo.			Valores expresados en miles de US$				
Caudal (m3/h)	Presión de trabajo (m.c.a)	Potencia (HP)	Equipos electromecánicos y tuberías.	Obra civil	Instalación eléctrica	Costo Total	Costo por HP
50	60	25	36	18	22	76	3.03
100	60	35	50	18	27	95	2.70
200	75	90	95	30	54	178	1.98
300	75	130	134	41	73	247	1.90
400	75	165	192	50	81	323	1.96
500	75	220	238	62	103	403	1.83
750	75	320	303	69	135	507	1.58
1000	75	400	389	88	184	661	1.65
1500	75	650	505	101	400	1007	1.55
2000	75	850	678	119	446	1243	1.46
3000	75	1300	976	142	519	1636	1.26
4000	75	1600	1438	168	570	2176	1.36
5000	75	2000	1877	189	595	2661	1.33
6000	75	2400	2086	208	676	2970	1.24

Fuente: Compañía nacional de agua de Israel.

En las alternativas donde se considera que la presurización de la red, mediante equipos de bombeo, se trabaja con el rango de presiones entre 60 m.c.a. a 75 m.c.a. La relación entre la potencia, expresada en HP y el costo en miles de US$ por unidad de potencia es la siguiente:

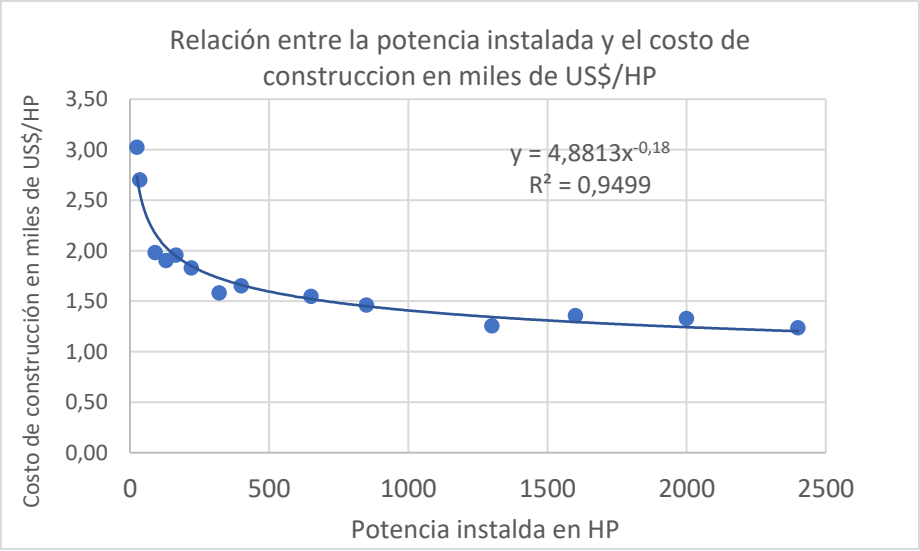


Figura 8-3: Relación entre la potencia instalada y costo de construcción de la estación.

Existen situaciones donde se aprovecha la topografía del lugar para presurizar la red. Estas situaciones deberán ser analizas con detalle en la formulación de los proyectos.
A los fines de evaluar el costo de construcción del sistema de presurización de la red, para cada sub alternativa, se considera la situación (subalternativas 2.1 y 3.1) donde una sola estación de bombeo presuriza todo el sistema colectivo de distribución, (se toman de referencia 1000 ha) y una situación donde la presurización se realiza en unidades menores, una propiedad o un grupo reducido de propiedades (5 subunidades de 200 ha cada uno).

Tabla 8-5: Costos por hectárea de presurización del sistema

Subalternativa	Potencia necesaria (HP)	Caudal necesario (m3/hora)	Costo de construcción US$/ha	Observaciones
2.1 y 3.1	1187	2600	1620	Presurización del sistema de distribución colectivo
2.2 y 3.2	222	1040	2046	Presurización en unidades menores o propiedades

Los costos expresados en la Tabla 8-4 se utilizan como referencia para estimar costos relativos entre las alternativas, los mismos contemplan costos de equipos electromecánicos, tuberías, instalaciones eléctricas y obra civil.

8.2.5 COSTOS DE MEJORA EN OBRAS DE DISTRIBUCIÓN

Las mejoras en el revestimiento de tramos impactan positivamente en los valores de eficiencia de conducción. Las obras de derivación y distribución, aunque se realizan sobre la red de riego existente, permiten alcanzar el nivel de flexibilidad necesaria para obtener las eficiencias de aplicación que cada alternativa pretende.
En todas las alternativas que contemplan la mejora en la gestión del recurso, ya sea mediante la construcción de reservorios para riego por goteo o riego acordado, se incluye un ítem con los costos de mejora de la red, independientemente de si se consideran obras de revestimiento de canales.
A continuación, se presentan los costos correspondientes a las obras de distribución y derivación necesarias para lograr dicho nivel de flexibilidad. También se ofrece un resumen de las alternativas y los supuestos asociados a cada una. En función de la diferencia entre el costo total de mejora de la red de conducción y el costo del revestimiento de la misma, se calcula el costo de las estructuras de derivación y distribución, en 35 US$/m en la Red Secundaria y 17 US$/m en la Red Terciaria.

Tabla 8-6: Costos de mejora en estructuras de derivación por hectárea

Cuenca	Superficie Cultivada (ha)	Longitud de la Red (km)	Red Secundaria (m/ha)	Red Terciaria (m/ha)	Costo de estructuras de derivación de red secundaria (US$/ha)	Costo de estructuras de derivación de red terciaria (US$/ha)
Mendoza	91823	4440	7.3	41.1	254	699
Tunuyan Inferior	77135	2025	3.9	22.3	138	379
Tunuyan Superior	64507	1289	3.0	17.0	105	289
Diamante	45280	2239	7.4	42.0	260	715
Atuel	53620	1947	5.4	30.9	191	525
Malargüe	7839	88	1.7	9.5	59	162

Fuente: Elaboración propia.

En la Alternativa 1, únicamente se incluyen los costos relacionados con el revestimiento de la red, sin contemplar obras destinadas a mejorar la gestión de la distribución. Esto coincide con el supuesto de que la eficiencia de la aplicación se mantiene en los niveles actuales.
Por otro lado, en la Alternativa 2, se omiten los costos de revestimiento de la red, pero se consideran las obras destinadas a mejorar la distribución. Dentro de la Subalternativa 2.1, no se contempla el revestimiento de la red secundaria, aunque se evalúan las obras necesarias para flexibilizar la distribución. En el caso de la red terciaria, al considerar un sistema de distribución presurizada, las entregas son a demanda y los costos están incluidos en la construcción de las tuberías. Por su parte, la Subalternativa 2.2 y 2.3 no incluye ni el revestimiento de la red secundaria ni de la red terciaria, pero sí las obras destinadas a mejorar la distribución para permitir una entrega acordada.
En contraste, la Alternativa 3 abarca los costos asociados al revestimiento de los canales y la mejora de las estructuras de derivación y distribución. La Subalternativa 3.1 considera un sistema presurizado en la red terciaria, por lo que los costos ya están incluidos en ello. Mientras que la Subalternativa 3.2 contempla una red revestida en los niveles secundario y que permita riegos acordados o a demanda.

Tabla 8-7: Afectación de la mejora en la distribución en cada alternativa.

Alternativas		Revestimiento de red secundaria	Revestimiento de red terciaria	Costo de estructuras de derivación de red secundaria	Costo de estructuras de derivación de red terciaria
1	-	Si	Si	No	No
2	2.1	No	Sist. Presurizado	Si	Sist. Presurizado
	2.2	No	No	Si	Si
	2.3	No	No	Si	Si
3	3.1	Si	Sist. Presurizado	Si	Sist. Presurizado
	3.2	Si	No	Si	Si

8.3 TECNIFICACIÓN DEL RIEGO

8.3.1 COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN RIEGO POR GOTEO

Las acciones para la tecnificación del riego se dividen en dos partes. En primer lugar, la adquisición de infraestructura moderna que reduzca los tiempos de respuesta de la red y las pérdidas internas, adaptación de la frecuencia de los riegos al tipo de suelo y cultivo, y permita gestionar los volúmenes de agua de manera adecuada, entre otros aspectos. Por otro lado, es necesario adquirir herramientas, sistemas o procesos relacionados con el riego y la conducción del agua para mejorar y optimizar la infraestructura hídrica actual y la coordinación de las entregas de agua con la inspección de cauce.

A continuación, se presenta una breve exposición sobre la tecnificación del riego intrafinca, utilizando el riego por goteo como referencia para la estimación de costos y la exposición de los escenarios prospectivos.

Existen una amplia gama de sistemas tecnificados para la aplicación del riego, donde la capacidad de inversión y adaptación juegan un papel fundamental. Desde sistemas de baja presión con métodos de aplicación superficial que optimizan la distribución interna y el manejo de los tiempos de riego, hasta sistemas más complejos que requieren una inversión considerable y permiten, a través del manejo de la frecuencia (normalmente elevada) y los volúmenes de riego (normalmente más bajos), lograr una alta eficiencia en el uso del agua.

Con el propósito de estimar el costo de inversión necesario para alcanzar una alta eficiencia en la aplicación del riego, se considera un sistema de riego por goteo como referencia, siendo este uno de los más difundidos en la zona, con una considerable capacidad de adaptación a los cultivos de Mendoza. Es necesario aclarar que no todos los cultivos pueden ser regados con este sistema, siendo necesario un análisis específico para cada situación particular.

Los costos asociados a la implementación de un sistema de riego por goteo para cultivos de vid o frutales varían entre 3000 y 3500 dólares por hectárea, y pueden alcanzar los 5000 dólares por hectárea si se incluye la construcción de reservorios. Estas cifras no incluyen la fuente de abastecimiento, como la perforación de pozos para agua subterránea, cuyos costos pueden variar según su tamaño. Además, dichos costos pueden aumentar si se opta por implementar sistemas de defensa contra heladas, considerando el tamaño del terreno y la calidad de los materiales.

Para los propósitos de este trabajo, se ha tomado como referencia un costo de 3000 dólares por hectárea. En el caso de abastecimiento a través de fuentes superficiales como canales o arroyos, se debe tener en cuenta que la regulación de los volúmenes de entrega se realiza en la red de distribución, lo que implica la construcción de reservorios, mejoras en la red de distribución y la adopción de sistemas de gestión modernos.

8.3.2 ENERGÍA CONSUMIDA EN EQUIPOS DE RIEGO POR GOTEO

Para calcular el valor de la energía consumida por unidad de volumen de un equipo de riego por goteo, se parte de una explotación agrícola de referencia con una superficie de 18 hectáreas y una demanda hídrica anual de 898 mm. El sistema de riego se divide en 6 sectores de 3 hectáreas cada uno. Con una tasa de precipitación del equipo de 1 mm/h (equivalente a 10 m^3/ha h) y una presión de trabajo de 35 metros de columna de agua. Durante el riego, se activan simultáneamente 3 sectores, generando un caudal total de 90 m^3/h.

Para satisfacer la necesidad de agua de 8.980 m^3 por hectárea a lo largo del año en las 18 hectáreas, se requieren 1.796 horas. La potencia necesaria para la bomba es de aproximadamente 24 KW (equivalentes a 37 CV). Como resultado, la energía consumida por la bomba se estima en alrededor de 1630 KWh por hectárea. En términos de volumen de agua, esto equivale a 0,18 KWh/m^3.

8.3.3 COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN RIEGO POR MANGAS

La alternativa 2.3 propone implementar un sistema de riego a baja presión basado en riego por mangas, que son tubos plásticos flexibles con orificios controlados por compuertas. Este método es popular entre los agricultores por su bajo costo, facilidad de instalación y traslado, y la capacidad de alcanzar eficiencias de riego moderadas a altas. El sistema funciona con el desnivel del terreno o pequeñas estaciones de bombeo. Aunque el sistema requiere más mano de obra comparado con el riego por goteo y tiene una vida útil limitada si no se protege adecuadamente, su diseño sencillo permite su adaptación a diferentes caudales y pendientes

del terreno. Se presentan estimaciones de costos que pueden variar según el cultivo y la configuración del terreno:

Tabla 8-8: Costos de materiales para un sistema de riesgo por mangas

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total US$	Sub Total ARS
Manga 12	3	131.5	394.6	353 158
Compuertas bg50	100	2.2	216.0	193 320
Salida bribada 12	6	26.7	160.2	143 379
Niple 12	2	22.3	44.6	39 917
Insertor bg50	1	30.0	30.0	26 850
Total			845	756 624

Tipo de cambio de referencia: 1 US$ = 895 ARS. Fuente: Elaboración propia.

Un sistema de riego por mangas, donde se reducen las pérdidas de conducción internas, se controlan los caudales de riego, reduciendo los tiempos de respuesta del sistema, sumado a una gestión de las entregas orientada a la demanda de los cultivos, puede alcanzar eficiencias de aplicación en torno al 70%.

8.4 AGREGACIÓN DE COSTOS EN REDES DE CONDUCCIÓN

8.4.1 RELACIÓN ENTRE LA RED SECUNDARIA Y TERCIARIA

La infraestructura de conducción de agua en las inspecciones de cauce mayoritariamente esta desarrollada en canales abiertos. La red secundaria de distribución se compone, normalmente, de un canal principal que alimenta a los canales menores, cuyas estructuras de derivación son operadas por la inspección de cauce. Desde esta red secundaria se ramifican los cauces menores, conocidos como red terciaria (y en algunos casos cuaternarios), los cuales transportan el agua hasta las propiedades y pueden ser gestionados tanto por la inspección de cauce como por los usuarios directamente.

Para determinar los costos de mejora de la red, es crucial identificar la proporción de cada nivel de red, ya que esto afecta la estimación de los costos de mejora. Se estima que una gran parte de la red terciaria requerirá rectificación y unificación. A modo de referencia, se calcula que el 85% del total de cauces corresponde a la red terciaria, mientras que el 15% restante corresponde a la red secundaria de distribución.

8.4.2 ESTUDIO DE CASO DE REFERENCIA

Sistema Yaucha – Presurización Rama Dumas

El proyecto "Sistema Yaucha – Presurización Rama Dumas" es un ejemplo de mejora de la infraestructura hídrica en el Valle de Uco. Con una superficie de 1,090 ha, está ubicado en el departamento de San Carlos, en la cuenca del Río Tunuyán. Realizado por El Departamento General de Irrigación, la Subdelegación de Aguas del Río Tunuyán Superior y la Inspección de cauce Yaucha Aguanda, este proyecto tiene como objetivo el aumento en la eficiencia de conducción y posibilitar la implementación de un sistema de riego por goteo, a través del aprovechamiento de la presurización natural lograda por la topografía de la zona.

El sistema de riego está constituido por cauces de tierra sin revestir con importantes pérdidas de conducción. Con estas obras, se implementan mejoras que incluyen un sistema de riego presurizado gravitacional, permitiendo un control más preciso del agua y reduciendo las pérdidas del sistema. Desde la gestión de los turnos de riego, se pretende la aplicación de un riego acordado que permita la flexibilización de las entregas de agua.

Una parte fundamental del proyecto es el reservorio en la cabecera del sistema, que permite regular los volúmenes de agua hacia las dos ramas principales, Dumas y Yaucha. Con este reservorio, se puede almacenar el agua proveniente del canal principal para su uso en momentos de mayor demanda, proporcionando mayor flexibilidad en el sistema de riego.

La infraestructura incluida en este caso permite a los usuarios del sistema gestionar mejor sus necesidades de riego, evitando las limitaciones de los antiguos sistemas de turnos rígidos. El proyecto también incluye sistemas de control y medición en tiempo real, con tecnologías de telemetría y mejoras en las compuertas, lo que aumenta la capacidad de monitoreo y gestión del agua.

El proyecto "Sistema Yaucha – Presurización Rama Dumas" demuestra cómo las mejoras en la infraestructura hídrica pueden transformar la manera en que se distribuye el agua para riego, haciéndola más eficiente, equitativa y adaptable a las necesidades variables de los usuarios. Desde una inversión en infraestructura y mejora de los sistemas de gestión de la distribución.

A continuación, se incluye una tabla resumen de los costos por hectárea del proyecto.

Tabla 8-9: Resumen de los costos por hectárea del proyecto

Sistema Yaucha - Presurización Dumas (1,090 has)				
Ítem	**Cantidad**		**USD**	**Precio por ha (USD/ha)**
Red Presurizada	54.506	m	$8.565.956,00	$7.858,68
Reservorio	80.000	m^3	$1.834.726,65	$1.683,24
Telemetría automatización y control	1	global	$72.257,28	$66,29
Estación de filtrado	1	global	$173.010,28	$158,73
Red eléctrica	1	global	$65.642,17	$60,22
Operación y puesta a punto	1	global	$23.407,29	$21,47
Costo Total / Costo por Hectárea			**$10.735.000**	**$9.848,63**

Fuente: Departamento General de Irrigación.

Consideraciones al caso de referencia

El "Sistema Yaucha – Presurización Rama Dumas" se considera de referencia a la hora de presentar una situación donde, mediante una robusta inversión en infraestructura hídrica, se posibilita la aplicación de un riego tecnificados intraparcelario. Se estima que la eficacia de aplicación factible de lograr al implementar un sistema como el presentado, se eleva al 85%, ya que se genera un incentivo a tecnificar las propiedades, disminuyendo la inversión en reservorios internos, costos de energía y posibilita una gestión de las entregas orientadas a la demanda hídrica de los cultivos.

Si bien, existen situaciones donde el potencial de uso del desnivel topográfico permite un ahorro de energía, para la gran mayoría de las situaciones de la provincia, no es el caso. Es por ello que, en el desarrollo de las alternativas, el costo de presurización se tiene en cuenta. Otra modificación al caso presentado es el costo del reservorio, estimado en unos 8 US$ por m^3. Los costos de inversión en el sistema de referencia serían los siguientes:

Tabla 8-10: Costos estimados de inversión para posibilitar una eficiencia de aplicación del 85%

Ítem	**Precio por ha (USD/ha)**
Red Presurizada	$7.858,68
Reservorio	$585,12
Telemetría automatización y control	$66,29
Estación de filtrado	$158,73
Red eléctrica	$60,22
Operación y puesta a punto	$21,47
Costo por hectárea*	**$8.750**

**** Los valores no contemplan la inversión intraparcelaria en riego por goteo, estimada en unos 3000 US$ por hectárea***

Fuente: Elaboración propia.

Los valores presentados en la tabla se utilizan únicamente para estimar de manera general los costos de inversión en este tipo de redes de distribución. Es necesario analizar los costos específicos y evaluar la viabilidad de implementar el sistema en cada situación particular. Es posible que se den casos donde los valores de inversión difieran considerablemente.

8.5 INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN

En el uso eficiente del agua, no solo es importante la inversión en infraestructura, sino también la mejora de los procesos de gestión de la distribución, permitiendo contabilizar el agua asignada y entregada a cada usuario, esto permite evaluar de manera continua la eficiencia en la distribución, posibilitando mecanismos de mejora continua.

La integración de los sistemas, respetando la división administrativa y descentralizada de la gestión del agua en Mendoza, es crucial para asegurar un suministro equitativo y sostenible, tanto entre las inspecciones de cauce como entre los usuarios finales del sistema. En el siguiente apartado se desarrollan los costos asociados a la implementación de un sistema de gestión de la entrega del agua en las inspecciones de cauce, que no solo mejora los canales de comunicación, sino que permite obtener y gestionar el padrón real de usuarios del sistema y su ubicación en la red de riego.

La propuesta se basa en la programación de las entregas de agua, respetando las demandas de los distintos cultivos de la zona, la integración de reservorios a la red de riego, la contabilización de la cuenta de agua por padrón, la asistencia técnica del mismo y la capacitación a los operadores el sistema (por parte del Departamento General de Irrigación),

Los costos asociados se consideran para una inspección hipotética de 750 padrones, los costos pueden variar en función del tamaño y nivel de información de cada inspección. Los mismos se componen de una asistencia técnica externa para su implementación, un mantenimiento anual del software, una contraparte por parte del Departamento General de Irrigación, con profesionales en el territorio y un mantenimiento de servidores externos a la institución.

La estructura de costos, tomando como fuente la experiencia y desarrollo de sistemas por parte del Departamento General de Irrigación y las Asociaciones de inspecciones de cauces es:

Tabla 8-11: Estructura de costos implementación de un sistema de gestión de la distribución minorista.

Costo por Inspección	
1 US$ =	875
Asistencia Externa	
Pesos Arg	1.500.000
Dólares US	1.714
Mantenimiento del software (anual)	
Pesos Arg	1.100.000
Dólares US	1.257
Contraparte de Irrigación (Personal contratado y propio)	
Pesos Arg	1.400.000
Dólares US	1.600
Costo total Implementación	
Pesos Arg	2.900.000
Dólares US	3.314

Fuente: Departamento General de Irrigación

Costos de implementación para todas las cuencas:

Tabla 8-12: Costos estimados en dólares para la implementación de un sistema de gestión de la distribución (en USD).

Cuenca	Cantidad de Inspecciones	Costo Implementación	Mantenimiento del software por año	Mantenimiento del servidor por año	Costo Total Primer año	Costo Total anual
Rio Mendoza	52	172.343	65.371	62.400	300.114	127.771
Rio Tunuyán Superior	26	86.171	32.686	31.200	150.057	63.886
Río Tunuyán Inferior	20	66.286	25.143	24.000	115.429	49.143
Rio Diamante	19	62.971	23.886	22.800	109.657	46.686
Rio Atuel	23	76.229	28.914	27.600	132.743	56.514
Río Malargüe	2	6.629	2.514	2.400	11.543	4.914
Total	**142**	**470.629**	**178.514**	**170.400**	**819.543**	**348.914**

Fuente: Departamento General de Irrigación

8.6 CAUDALÍMETROS

El costo estimado de los caudalímetros es de 700 USD por unidad, lo cual incluye tanto el dispositivo como la infraestructura necesaria para su instalación. Se prevén, además, 700 USD en costos asociados a la transmisión de los datos que estos dispositivos generan.

Para calcular el costo total de inversión en caudalímetros para el sistema, se debe considerar el número de usuarios en cada cuenca.

8.7 USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El uso del agua subterránea es un factor crítico en la evaluación de los costos de operación, especialmente en lo que respecta a la energía requerida para su extracción. A modo de ejemplo, consideremos que el nivel medio del agua en los pozos es de 40 metros, con un caudal promedio de aproximadamente 150 m^3/h. La potencia necesaria para extraer este caudal a esa profundidad se estima en alrededor de 62 CV o 45 KW.

Supongamos que para un cultivo con una demanda anual de aproximadamente 8.980 m^3 por hectárea, el tiempo de funcionamiento de la bomba es de unas 60 horas al año por ha. En este escenario, la energía consumida se calcula en aproximadamente 2.716 KWh por hectárea al año. Esto resulta en un valor de energía consumida de alrededor de 0.302 KWh/m^3 o de 302.469 KWh/hm^3.

En el caso de que la profundidad del agua subterránea varía, la potencia necesaria para extraer el mismo caudal también cambiará, lo que afectará la cantidad total de energía requerida. Este análisis se lleva a cabo para cada una de las cuencas, definiendo el valor medio al que se encuentran los niveles de agua en los pozos.

9. ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL DÉFICIT PROYECTADO

9.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta una descripción de las alternativas para reducir el déficit hídrico en relación con la oferta sostenible. Para cada cuenca se presentan 3 alternativas generales.

- Alternativa 1: mejora en la eficiencia de conducción
- Alternativa 2: mejora en la eficiencia de aplicación, a través de la tecnificación
- Alternativa 3: mejora en la eficiencia de conducción y aplicación.

La primera alternativa consiste en la impermeabilización de la red de riego para el año 2050 para de esta forma lograr un aumento de eficiencia en el sistema, manteniendo las eficiencias de aplicación actuales. La segunda alternativa, considera la mejora de la eficiencia de aplicación de agua de riego. La tercera y última alternativa resulta de la combinación de las planteadas anteriormente. Busca una mejora generalizada en la red de riego en conjunto con un sistema presurizado de aplicación de agua de riego.
Todas las propuestas analizadas tienen como finalidad eliminar el déficit proyectado a futuro.

9.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En el siguiente apartado, se detallan los criterios y costos unitarios empleados para cada una de las distintas alternativas y subalternativas relacionadas con la eficiencia de conducción y aplicación.

9.2.1 ALTERNATIVA NO. 1: MEJORA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CONDUCCIÓN

La primera alternativa que se evalúa propone una mejora de la red de distribución y conducción, mediante la impermeabilización de los cauces de riego. El supuesto es que para el año 2050, toda la red de distribución estará impermeabilizada. Al mantener la eficiencia de aplicación actual, se puede evaluar en términos relativos, los costos de impermeabilización y la eficiencia global pretendida, frente a las demás alternativas.
Desde lo metodológico, se cuenta con la longitud de canales de tierra e impermeabilizados por cuenca y la eficiencia media por unidad de longitud de cada uno.

Se estima la longitud de canales que es necesario revestir hasta lograr la eficiencia de conducción pretendida. A modo de ejemplo, para el río Mendoza se tienen 4.440 km de canales de tierra con una eficiencia de conducción de 84,6%; la eficiencia de conducción deseada es del 86% y la eficiencia de canales revestidos es del 97%.
Como resultado se obtiene que para lograr la eficiencia de conducción del 86% se requiere impermeabilizar 511 Km de canales de tierra, 77 Km de red secundaria y 434 de red terciaria.

9.2.2 ALTERNATIVA NO. 2: MEJORA DE LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN

La segunda alternativa considera la mejora de la eficiencia de aplicación de agua de riego, bajo 3 posibilidades o subalternativas en función del grado de intervención en la red de distribución de agua y del grado de tecnificación del riego en las propiedades. Las tres situaciones contemplan dotar a las unidades administrativas de manejo[9] de un volumen de regulación que permita satisfacer la demanda diaria de riego de un sistema tecnificado de riego. En lo que respecta a la mejora en la red de distribución, la Subalternativa 2.1, propone un sistema comunitario de entrega de agua presurizada, se interviene la red terciaria, ya que necesita de tuberías para la distribución del agua a la presión que requieren los equipos. Para el resto de las situaciones, se considera la red de distribución en su estado actual, con mejoras en obras de distribución que permitan entregas ajustadas a la demanda de los cultivos.

9.2.2.1 Alternativa 2.1 - Desarrollo de sistemas comunitarios de distribución y entrega presurizada

Se considera la construcción de un reservorio central en las unidades administrativas de manejo, la presurización del sistema y entrega del agua través de tuberías en las condiciones necesarias para la implementación de sistemas de riego por goteo. Se pretende una eficiencia de aplicación del sistema del 85%.
Se requiere inversiones intrafinca y en el sistema de conducción. Las mismas se detallan en la siguiente tabla:

[9] Las mismas pueden abarcar una o más inspecciones de cauce o una fracción de las mismas. Para los cálculos se considera una unidad de referencia de 1000 ha.

Tabla 9-1: Costos de los componentes unitarios para alternativa 2.1

Ítem	Precio por ha (USD/ha)
Red Presurizada	7 859
Reservorio (80,000 m³)	720
Telemetría automatización y control	66
Estación de filtrado	159
Red eléctrica	60
Operación y puesta a punto	21
Estación de presurización	1620
Costo de estructuras de derivación sobre Red Secundaría	Variable según cuenca
Inversión Intrafinca	3 000

Los costos de estructuras de derivación sobre la red secundaria varían para cada cuenca ya que fueron calculados en función de la longitud y superficie cultivada de cada cuenca.

Tabla 9-2: Costos en de la alternativa 2.1 por cuenca administrativa

Cuenca	Inversiones Red Riego (US$/ha)	Inversiones Intrafinca (US$/ha)	Total (US$/ha)
Mendoza	10 759	3 000	13 759
Tunuyán Inferior	10 643	3 000	13 643
Tunuyán Superior	10 610	3 000	13 610
Diamante	10 765	3 000	13 765
Atuel	10 696	3 000	13 696
Malargüe	10 564	3 000	13 564

La implementación de un sistema comunitario de entrega de agua presurizada no solo mejora en la aplicación del agua de riego, sino que aumenta la eficiencia de conducción del sistema, en la medida que necesita de una red de tuberías de distribución. Para poder cuantificar la mejora, se estima la longitud de red terciaria que se impermeabiliza por cada hectárea donde se implementa la mejora. Para la cuenca del río Mendoza, se considera que existen 41 metros de conducción terciaria por hectárea cultivada. Valor que surge de dividir la longitud de red por la superficie cultivada de la cuenca. Se asume lineal la relación entre la longitud impermeabilizada de red terciaria y la eficiencia de conducción de toda la red de riego.

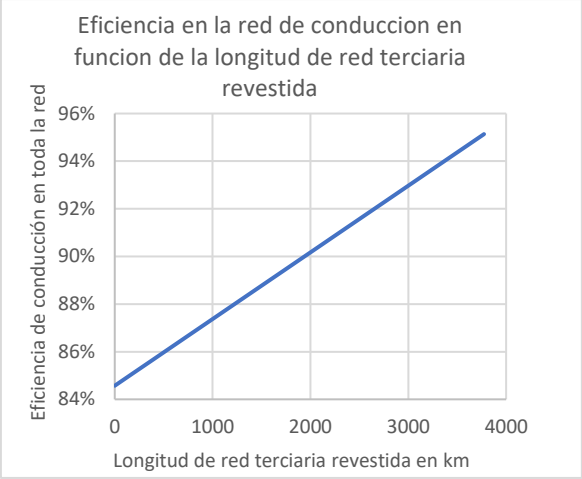


Figura 9-1: Eficiencia en la red de conducción en función de la longitud de red terciaria revestida

9.2.2.2 Alternativa 2.2 - Mejora del sistema actual de distribución, permitiendo entregas acordadas o a la demanda, con métodos de riego tecnificados de alta frecuencia (goteo).

En la situación planteada conviven unidades de riego con sistemas de aplicación tecnificados y tradicionales, con potencialidad de ser escalable hasta llegar a implementar riegos tecnificados en la totalidad del área cultivada.

Se cuenta con un reservorio central con capacidad de dotar, mediante canales de riego, a reservorios menores ubicados en las propiedades.

Se considera la aplicación de riego por goteo en las propiedades, donde la presurización y filtrado se realiza en cada propiedad o unidad de riego menor. La eficiencia de aplicación pretendida es del 85%. No se plantean cambios en el valor de eficiencia de conducción actual.

Las inversiones en la red de riego incluyen el reservorio central, elementos de medición, trasmisión de la información y obras de distribución que permitan dotar al sistema de la flexibilidad necesaria para operar los reservorios.

Las inversiones intrafinca incluyen los reservorios en las propiedades y los equipos de riego por goteo. La siguiente tabla presenta las inversiones requeridas:

Tabla 9-3: Costos de los componentes unitarios para alternativa 2.2

Ítem	Precio por ha (USD/ha)
Reservorio en red de riego (40,000 m³)	529
Telemetría automatización y control	66
Red eléctrica	60
Operación y puesta a punto	21
Costo de estructuras de derivación	Variable según cuenca
Manguera y goteros	3 000
Reservorio en las propiedades (≈7,400 m³)	1 361
Estación de presurización	2 046
Estación de filtrado	360

Los costos de estructuras de derivación sobre la red secundaria y terciaria varían para cada cuenca ya que fueron calculados en función de la longitud y superficie cultivada de cada cuenca.

Tabla 9-4: Costos de la alternativa 2.2 por cuenca administrativa

Cuenca	Inversiones Red Riego (US$/ha)	Inversiones Intrafinca (US$/ha)	Total (US$/ha)
Mendoza	1 630	6 767	8 397
Tunuyán Inferior	1 195	6 767	7 964
Tunuyán Superior	1 071	6 767	7 840
Diamante	1 651	6 767	8 420
Atuel	1 393	6 767	8 162
Malargüe	898	6 767	7 667

9.2.2.3 Alternativa 2.3 - Mejora del sistema actual de distribución, permitiendo entregas acordadas o a la demanda, con métodos de riego tecnificados de baja presión (mangas)

Se presenta como una mejora a los sistemas de distribución actuales. Es compatible con los sistemas tradicionales de entrega y considera la aplicación de riegos tecnificados de baja presión en una mayor cantidad de propiedades, que las otras alternativas.

Con capacidad de ser escalable a la alternativa 2.1, mientras se pretende una menor inversión por hectárea. Se cuenta con un reservorio central, que implementando sistemas acordados de entrega, y riegos por mangas permitiendo la disminución las pérdidas de conducción Internas del agua en las propiedades, un mayor control de los caudales y tiempos de los riegos por surcos. La eficiencia de aplicación pretendida es del 65%. La misma responde a una mejora en la gestión de los turnos de riego, permitiendo una distribución flexible en función de la demanda hídrica estacional de los mismos. La eficiencia de conducción es la que actualmente posee el sistema.

Las inversiones en la red de riego incluyen el reservorio central, elementos de medición, trasmisión de la información y obras de distribución. La inversión intrafinca incluye el costo de implementación de un riego por mangas.

La siguiente tabla presenta las inversiones requeridas:

Tabla 9-5: Costos de los componentes unitarios para alternativa 2.3

Ítem	Precio por ha (USD/ha)
Reservorio en la red de riego (80,000 m³)	720
Costo de estructuras de derivación	Variable según cuenca
Inversión Intrafinca	845

Tabla 9-6: Costos de la alternativa 2.3 por cuenca administrativa

Cuenca	Inversiones Red Riego	Inversiones Intrafinca	Total
Mendoza	1 672	845	2 517
Tunuyán Inferior	1 237	845	2 082
Tunuyán Superior	1 113	845	1 958
Diamante	1 694	845	2 539
Atuel	1 435	845	2 280
Malargüe	941	845	1 786

9.2.3 ALTERNATIVA 3: MEJORA DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN Y APLICACIÓN

La tercera alternativa representa la combinación de las alternativas 1 y 2. Se pretende una mejora generalizada en la red de riego y el desarrollado de sistemas presurizados de aplicación de agua de riego. Estos últimos desarrollados en dos subalternativas: la primera partiendo de un reservorio comunitario ubicado en cabecera de la unidad de manejo, distribuyendo el agua a través de tuberías con la presión necesaria para implementar un sistema de riego por goteo en las propiedades. La segunda, también cuenta con un riego por goteo, pero la presurización se realiza en unidades menores o directamente en las propiedades. El proceso de cálculo comienza con la mejora en la aplicación del agua de riego y, en los casos que no es cubierto el déficit hídrico, se procede a estimar los costos de revestimiento de los canales.

9.2.3.1 Alternativa 3.1 - Mejora generalizada de la red de distribución de agua de riego y desarrollo de sistemas comunitarios de distribución y entrega presurizada

Situación análoga a la descripta en 2.1, pero con revestimiento de cauces secundarios. El proceso de cálculo comienza mejorando la eficiencia de la aplicación del agua en las propiedades, mediante la implementación de sistemas comunitarios de entrega. Al introducir sistemas presurizados con tuberías, se minimizan las pérdidas en red terciaria y se optimiza la entrega a las propiedades. Si, después de esta mejora, persiste un déficit hídrico, se procede a revestir la red secundaria. Es importante señalar que la magnitud del déficit y las soluciones pueden variar entre las diferentes cuencas.

Tabla 9-7: Costos de los componentes unitarios para alternativa 3.1

Ítem	Precio por ha (USD/ha)
Red Presurizada	7 859
Reservorio (80,000 m³)	720
Telemetría automatización y control	66
Estación de filtrado	159
Red eléctrica	60
Operación y puesta a punto	21
Estación de presurización	1 620
Costo de estructuras de derivación sobre Red Secundaría	Variable según cuenca
Inversión Intrafinca	3 000

Tabla 9-8: Costos de la alternativa 3.1 por cuenca administrativa

Cuenca	Inversiones Red Riego (US$/ha)	Inversiones Intrafinca (US$/ha)	Total (US$/ha)
Mendoza	9 139	3 000	13 759
Tunuyán Inferior	9 023	3 000	13 643
Tunuyán Superior	8 990	3 000	13 610
Diamante	9 145	3 000	13 765
Atuel	9 076	3 000	13 696
Malargüe	8 944	3 000	13 564

La mejora combinada en la eficiencia de conducción en las redes terciarias y secundarias influye en la eficiencia de conducción general del sistema. Para evaluar los impactos de estas mejoras, se presenta una tabla que resume los valores calculados para las diferentes combinaciones de longitud de revestimientos.

Tabla 9-9: Variación de la eficiencia de conducción y sus componentes

			Longitud revestida en red terciaria y eficiencia de conducción										
			84.6%	85.8%	87.1%	88.3%	89.5%	90.8%	92.0%	93.3%	94.5%	95.8%	97.0%
			0	377	755	1132.2	1507	1887	2264	2642	3020	3397	3774
Longitud de canales revestidos en red Secundaria y eficiencia de	84.6%	0	84.6%	85.6%	86.7%	87.7%	88.8%	89.9%	90.9%	92.0%	93.0%	94.1%	95.1%
	85.8%	67	84.8%	85.8%	86.9%	87.9%	89.0%	90.0%	91.1%	92.2%	93.2%	94.3%	95.3%
	87.1%	133	84.9%	86.0%	87.1%	88.1%	89.2%	90.2%	91.3%	92.3%	93.4%	94.5%	95.5%
	88.3%	200	85.1%	86.2%	87.2%	88.3%	89.4%	90.4%	91.5%	92.5%	93.6%	94.6%	95.7%
	89.5%	266	85.3%	86.4%	87.4%	88.5%	89.5%	90.6%	91.7%	92.7%	93.8%	94.8%	95.9%
	90.8%	333	85.5%	86.6%	87.6%	88.7%	89.7%	90.8%	91.8%	92.9%	94.0%	95.0%	96.1%
	92.0%	400	85.7%	86.7%	87.8%	88.9%	89.9%	91.0%	92.0%	93.1%	94.1%	95.2%	96.3%
	93.3%	466	85.9%	86.9%	88.0%	89.0%	90.1%	91.2%	92.2%	93.3%	94.3%	95.4%	96.4%
	94.5%	533	86.1%	87.1%	88.2%	89.2%	90.3%	91.3%	92.4%	93.5%	94.5%	95.6%	96.6%
	95.8%	599	86.2%	87.3%	88.4%	89.4%	90.5%	91.5%	92.6%	93.6%	94.7%	95.8%	96.8%
	97.0%	666	86.4%	87.5%	88.5%	89.6%	90.7%	91.7%	92.8%	93.8%	94.9%	95.9%	97.0%

9.2.3.2 Alternativa 3.2: Mejora generalizada de la red de distribución de agua de riego y desarrollo de sistemas acordados o a la demanda para la entrega de agua

Situación equivalente a la descripta en 2.2, pero con revestimiento de cauces secundarios. Se dota a las áreas de riego con reservorios comunitarios con la capacidad de abastecer 12 horas de demanda de agua y en unidades menores, que pueden ser propiedades o un conjunto reducido de estas, se colocan reservorios menores que posibilitan la aplicación de un riego por goteo.

Tabla 9-10: Costos de los componentes unitarios para alternativa 3.2

Ítem	Precio por ha (USD/ha)
Reservorio en red de riego (40,000 m³)	529
Telemetría automatización y control	66
Red eléctrica	60
Operación y puesta a punto	21
Costo de estructuras de derivación	Variable según cuenca
Manguera y goteros	3 000
Reservorio en las propiedades (≈7,400 m³)	1 361
Estación de bombeo	2 046
Estación de filtrado	360

Tabla 9-11: Costos de la alternativa 3.2 por cuenca administrativa

Cuenca	Inversiones Red Riego	Inversiones Intrafinca	Total
Mendoza	1 630	6 767	8 397
Tunuyán Inferior	1 195	6 767	7 964
Tunuyán Superior	1 071	6 767	7 840
Diamante	1 651	6 767	8 420
Atuel	1 393	6 767	8 162
Malargüe	898	6 767	7 667

9.2.4 REPRESENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS A TRAVÉS DE ESQUEMAS

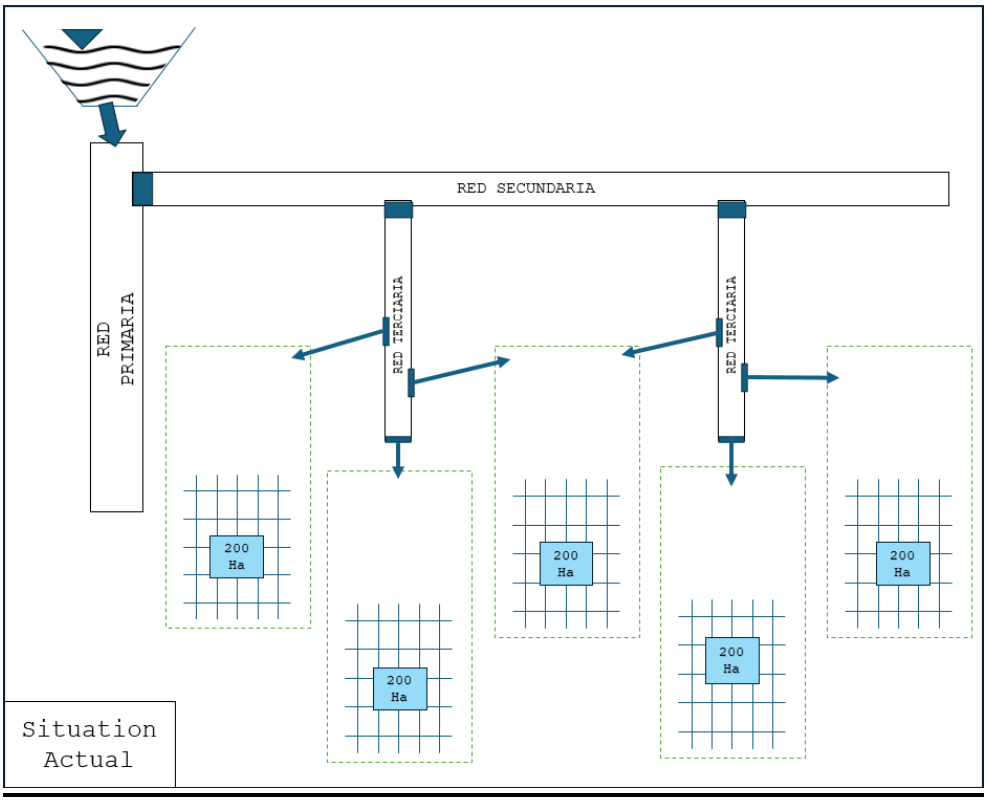


Figura 9-2: Esquema de la situación actual.

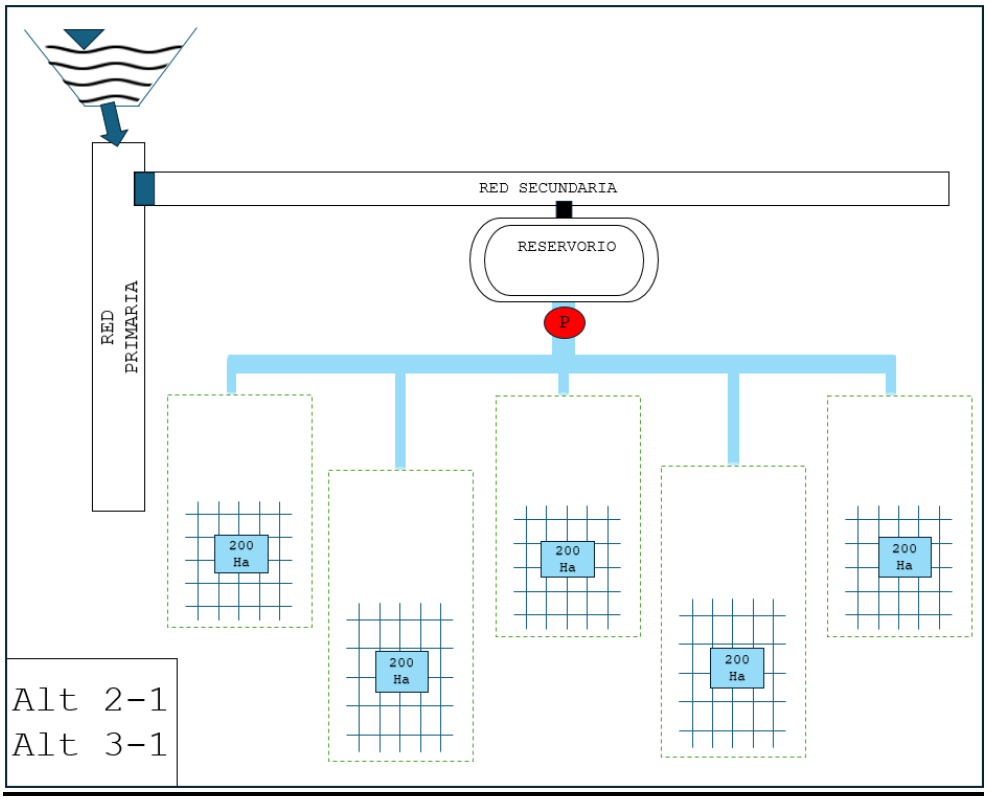


Figura 9-3: Esquema de las alternativas 2.1 y 3.1

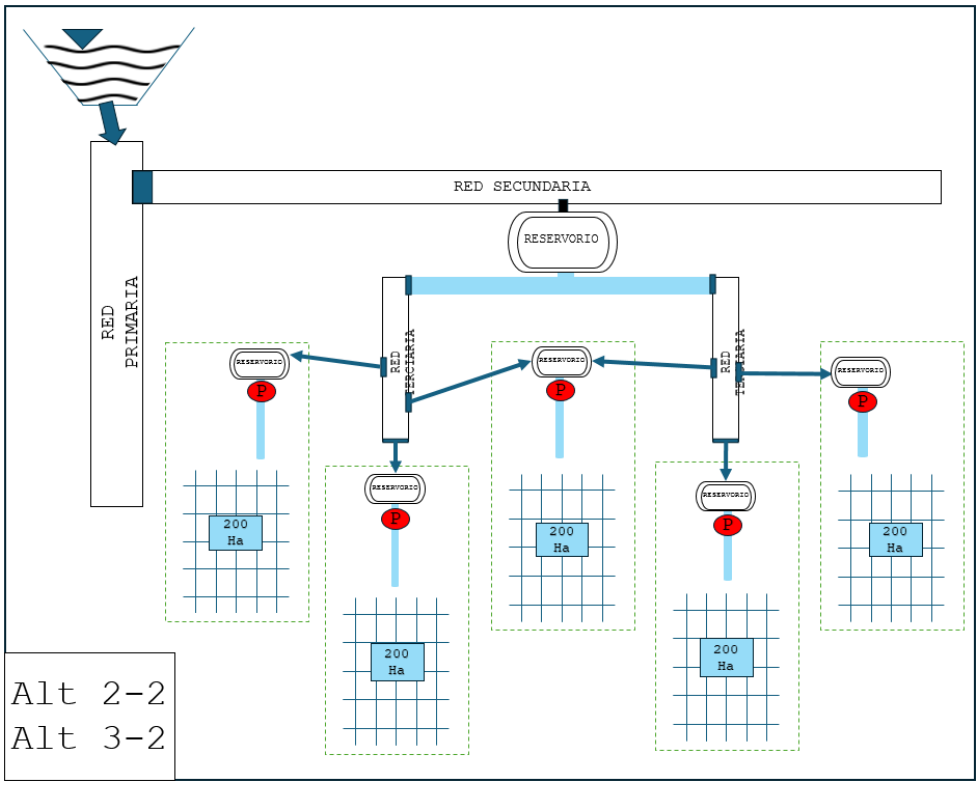


Figura 9-4: Esquema de las alternativas 2.2 y 3.2

9.3 METODOLOGÍA GENERAL DE CÁLCULO DE COSTOS

Las inversiones se consideran a lo largo de 30 años, donde el objetivo es llegar al déficit 0 al finalizar cada década, en función de la disminución de la disponibilidad hídrica y aumento de la demanda debido a condiciones de cambio climático.

9.3.1 SE ESTIMAN LOS COSTOS UNITARIOS DE LOS COMPONENTES PARA CADA ALTERNATIVA, EN DÓLARES POR HECTÁREA.

Para cada alternativa y sub alternativa, se cuenca con la estructura de costos. Expresados en dólares por hectárea. Los mismos se expresan en el apartado **9.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.**

9.3.1.1 Alternativa 2: Mejora en la Eficiencia de Aplicación mediante Riego por Goteo

Para determinar la extensión de superficie que necesita esta mejora y lograr una eficiencia global deseada, seguimos el siguiente método:

1. Determinación de la Eficiencia de Aplicación Global Deseada

Se establece un objetivo para la eficiencia global de aplicación de agua. Por ejemplo, si se desea alcanzar una eficiencia global del 65%, esta se establece como la meta.

2. Cálculo de la superficie a mejorar

Para calcular cuántas hectáreas deben mejorarse para alcanzar la eficiencia deseada, se considera la eficiencia actual y la eficiencia después de la mejora. Utilizamos una fórmula ponderada para calcular la eficiencia global combinada:

Fórmula Ponderada para la Eficiencia Global Combinada

$$\text{Eficiencia Global} = \left(\frac{49,796\,\text{ha} \times 51,75\%}{82,779\,\text{ha}}\right) + \left(\frac{32,983\,\text{ha} \times 85\%}{82,779\,\text{ha}}\right) = 65\%$$

Donde:

- 49.796 ha: Hectáreas con eficiencia actual de 51.75%.
- 32.983 ha: Hectáreas mejoradas con eficiencia aumentada a 85%.
- 82.779 ha: Total de hectáreas.

Esta fórmula pondera la contribución de cada grupo de hectáreas según su eficiencia respectiva para obtener una eficiencia global del 65%.

9.3.1.1.1 Sub alternativas en la Alternativa 2: Mejoras en la Eficiencia del Riego

Dentro de la Alternativa 2, se proponen varias estrategias para mejorar la eficiencia en la conducción y aplicación del agua en áreas agrícolas. Cada Subalternativa aborda diferentes enfoques para optimizar el uso del agua.

9.3.1.1.2 Subalternativa 2.1: Red presurizada con reservorio central

Se propone la instalación de una red presurizada que elimina las pérdidas de conducción en la red terciaria al reemplazarla. Esto implica la construcción de un reservorio central desde el cual el agua se distribuye de manera más eficiente. La evaluación del impacto se centrará en la mejora de la eficiencia de la conducción del agua.

La eficiencia de la conducción se determina combinando las eficiencias de las redes secundaria y terciaria. A continuación se presenta una tabla que ilustra diferentes escenarios de eficiencia combinada:

Tabla 9-12: Estimación de la eficiencia de conducción en la alternativa 2.1

Eficiencia de Conducción (%)	Red Terciaria 85%	Red Terciaria 87%	Red Terciaria 90%	Red Terciaria 93%	Red Terciaria 95%	Red Terciaria 97%
Red Secundaria 85%	85%	87%	89%	92%	93%	95%
Red Secundaria 87%	87%	89%	91%	94%	95%	97%
Red Secundaria 90%	89%	91%	93%	96%	97%	99%

1. Eficiencia de Conducción Red Secundaria: Es la eficiencia del sistema antes de entrar en la red terciaria.
2. Eficiencia de Conducción Red Terciaria: Es la eficiencia del sistema desde la red terciaria hasta el punto final de uso.
3. Eficiencia de Conducción Promedio: Se calcula combinando las eficiencias de las redes secundarias y terciaria para obtener un valor promedio representativo de la eficiencia total del sistema.

9.3.1.1.3 Subalternativa 2.2: Reservorio comunitario y menores en propiedades

Esta Subalternativa implica la construcción de reservorios centrales de tamaño mediano para uso comunitario, junto con reservorios más pequeños ubicados dentro de las propiedades agrícolas. Este enfoque aprovecha el sistema de canales terciarios existente, lo que puede resultar en una inversión menor en infraestructura, aunque se asocia con mayores pérdidas de conducción debido a la utilización del sistema de canales actual.

9.3.1.1.4 Subalternativa 2.3: Reservorio comunitario y menores en propiedades con riego tecnificado de baja presión

Además de los reservorios comunitarios y menores en las propiedades, esta Subalternativa introduce la implementación de sistemas de riego tecnificado de baja presión. Este sistema está diseñado para reducir aún más las pérdidas y mejorar la eficiencia del uso del agua, asegurando una aplicación más precisa y controlada.

9.3.1.2 Alternativa 3: Mejora de la Eficiencia de Conducción y Aplicación

Esta alternativa propone mejorar tanto la eficiencia de la conducción como la de la aplicación, evaluando nuevamente dos subalternativas similares a las de la Alternativa 2, pero añadiendo la posibilidad de impermeabilización de la red secundaria para reducir aún más las pérdidas.

9.3.1.2.1 Subalternativa 3.1: Red presurizada con reservorio central y posible impermeabilización

Similar a la Subalternativa 2.1 pero con la opción de impermeabilizar la red secundaria para mejorar la eficiencia de conducción si es necesario.

9.3.1.2.2 Subalternativa 3.2: Reservorio central de menor tamaño y periféricos con posible impermeabilización

Similar a la Subalternativa 2.2 pero también con la opción de impermeabilizar la red secundaria para aumentar la eficiencia de conducción.

9.3.2 COSTOS ADICIONALES DE INVERSIONES: MEDIDORES DE FLUJO Y INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN

El costo de los medidores de flujo se compone del costo de elementos de medición y de la trasmisión. Ambos estimados en 700 US$ cada uno, dando un total de 1400 US$. El total de la cuenca se considera multiplicando el valor por el número de usuarios que se ven intervenidos por las obras a lo largo de cada década.
El costo de integración de los sistemas de gestión está asociado al número de inspecciones de cauce. El costo se estima es 3314 US$ por inspección.

9.3.3 IMPREVISTOS

El costo de imprevistos se estima como el 20% de la suma entre: las inversiones (vinculadas a la red de riego y mejoras intrafinca), los medidores de flujo e integración de sistemas de gestión.

9.3.4 COSTOS ANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

El mismo se compone de los costos de mantenimiento y de energía.
Los costos de mantenimiento anual se estiman en un 0.75% del costo total de la inversión (inversiones, medidores de flujo, sistema de gestión y contingencia).
Los costos asociados a la energía consumida se dividen en el costo del bombeo de agua subterránea (presente en todas las alternativas) y los costos de presurización de los sistemas por goteo, según corresponda. Se utiliza un valor de energía de 128 $ARS / kWh.

9.3.5 COSTOS ANUAL TOTAL DE LA INVERSIÓN Y OPERACIÓN

Los costos de inversión se consideran escalables con un horizonte a 2050. Por ello el periodo de la inversión son 30 años. Las estimaciones consideran una tasa de interés real en US$ del

5%. Lo que permite calcular el monto que debe ser erogado por año en concepto de amortización de los costos de inversión.

A estos valores de amortización de la inversión, se suman los costos de operación del sistema ya sea de costos de presurización como de extracción de agua subterránea donde corresponda, obteniéndose el total anual a abonar.

9.4 RÍO MENDOZA. RESULTADOS

La demanda actual de la cuenca del río Mendoza es de 2.152 Hm^3 y la oferta sostenible es de 1.840 Hm^3 (ver Capítulo 4 - RESUMEN DE LOS DÉFICITS EN LA SITUACIÓN ACTUAL).

La superficie cultivada alcanza las 91.824 ha, siendo su demanda neta 776 Hm^3.

Para la situación actual, la demanda bruta es de 1.774 Hm^3. Se considera la eficiencia de conducción del 84,5% y la eficiencia de aplicación del 51,8%.

El suministro poblacional es de 312 Hm^3, de los cuales 145 Hm^3 son pérdidas (46%).

Se evaluaron dos situaciones diferentes para el Abastecimiento Poblacional. La primera considera pérdidas por el 46% de volumen. La segunda opción busca reducir las pérdidas al 30% (una reducción del 16%).

A continuación, se presenta el cuadro con las inversiones requeridas: (**con base en el PROYECTO N° 1751 - PLAN DIRECTOR OPTIMIZACIÓN Y EXPANSIÓN DE LA PROVISIÓN DE AGUA POTABLE EN EL GRAN MENDOZA, Aguas Mendocinas).**

Tabla 9-13: Río Mendoza - Inversiones en el sistema Poblacional

Δ Pérdidas (%)	Inversiones	Pagos Anuales	Mantenimiento	Costo Anual	Poblacional	Costo adicional de agua (ARS)
%	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Hm^3	Peso/m^3
10%	200	13,0	1,5	14,5		
Década	2030	13,0	1,5	14,5	282	46
	2040	13,0	1,5	14,5	305	43
	2050	13,0	1,5	14,5	330	39
16%	276	18,0	2,1	20,0		
Década	2030	18,0	2,1	20,0	258	69
	2040	18,0	2,1	20,0	279	64
	2050	18,0	2,1	20,0	301	59

La tabla anterior indica las inversiones requeridas para la reducción de pérdidas, en el costo adicional por m^3 no están considerados los costos de mantenimiento y operación del suministro existente.

Tabla 9-14: Río Mendoza – Balance Hídrico. Situación actual

Situación actual. Balance Hídrico. Río Mendoza.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Sin Cambio	2020	85%	52%	75.654	16.170	-312
	2030	85%	52%	65.059	26.765	-548
	2040	85%	52%	61.341	30.483	-625
	2050	85%	52%	54.587	37.237	-764

9.4.1 ALTERNATIVA 1 - MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN

Se definen cuatro niveles en la red de distribución de agua:

- Canales primarios - canales revestidos (bajo responsabilidad de la DGI).
- Canales secundarios - (bajo responsabilidad de las inspecciones)- en su mayoría revestidos.

Los canales terciarios y cuaternarios conducen el agua, desde los canales secundarios a los usuarios del recurso, bajo un esquema mixto de gestión y responsabilidades entre los usuarios y la inspección de cauce.

Según la información recibida del DGI, la longitud total de los canales secundarios-terciarios-cuaternarios es de 4.910 km, de los cuales 470 km son revestidos (eficiencia de conducción = 97%), y 4.440 km son canales de tierra (eficiencia de conducción promedio 84,5%).

Esta alternativa evalúa la extensión de canales de tierra que necesitan ser revestidos para reducir las pérdidas de agua, hasta llegar a una eficiencia de conducción del 95% en toda la cuenca.

En las siguientes tablas se presenta el balance hídrico para las dos situaciones:

- Mejora de la eficiencia de conducción + red poblacional sin mejora (46% pérdidas).
- Mejora de la eficiencia de conducción + mejora en la red poblacional (30% pérdidas).

Tabla 9-15: Alternativa 1 - Balance Hídrico. Río Mendoza.

Alternativa 1 - Balance Hídrico. Rio Mendoza.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha - Cancelar	Déficit (Hm^3)
Poblacional 46%	2020	85%	52%	75 654	16 170	-312
	2030	90%	52%	68 838	22 985	-440
	2040	93%	52%	65 948	25 876	-483
	2050	96%	52%	59 519	32 305	-586
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha.	Déficit (Hm^3)
Poblacional 30%	2020	85%	52%	79 443	12 381	-239
	2030	90%	52%	72 970	18 854	-361
	2040	93%	52%	70 527	21 297	-398
	2050	96%	52%	64 609	27 215	-494

Tabla 9-16: Montos de las inversiones. Río Mendoza. Alternativa 1.

ALTERNATIVA 1		Inversiones (Million USD)					Costos Anuales (Million USD)			
	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 46%	2030	0	312	27	68	**407**	26	3	8	**37**
	2040	0	125	27	30	**182**	38	4	8	**50**
	2050	0	146	27	35	**207**	52	6	7	**65**
			583	81	133	**796**				**51**
Poblacional 30%	2030	0	312	27	68	**407**	26	3	8	**37**
	2040	0	125	27	30	**182**	38	4	8	**50**
	2050	0	146	27	35	**207**	52	6	7	**65**
			583	81	133	**796**				**51**

9.4.2 ALTERNATIVA 2 - MEJORAR LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN

Como objetivo se busca incrementar la eficiencia de la aplicación de agua en las hectáreas cultivadas mediante la implementación de sistemas de riego tecnificados, alcanzando valores en la eficiencia de aplicación desde los 65% a los 85%.

La eficiencia de aplicación depende de los métodos de riego en las fincas, para un método de riego por inundación, en promedio, la eficiencia es del 50% lo que significa que para una demanda neta de 100 Hm^3, la demanda bruta es de 200 Hm^3, ya que la mitad del agua no es aprovechada por el cultivo.

Por otro lado, para un riego por goteo se estima un valor de eficiencia en torno al 85%, lo que significa que para una misma demanda neta de 100 Hm^3, la demanda bruta es de 118 Hm^3.
En definitiva, unos 82 Hm^3 menos respecto al riego por inundación.
La instalación de un sistema de riego por goteo requiere inversiones dentro de las propiedades e infraestructura de soporte y regulación de los volúmenes (reservorios, tuberías, bombas para presurizar, etc.)
Se presenta en las siguientes tablas el balance hídrico para 2 escenarios:

- Mejora de la eficiencia de aplicación + sin mejora en la red poblacional (46% pérdidas).
- Mejora de la eficiencia de aplicación + mejora en la red poblacional (30% pérdidas).

Tabla 9-17: Alternativa 2.1 - Balance Hídrico. Rio Mendoza.

Alternativa 2.1 - Balance Hídrico. Rio Mendoza.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha	Déficit (Hm^3)
Poblacional 46%	2020	85%	52%	75.654	16.170	-312
	2030	91%	63%	77.820	14.003	-219
	2040	93%	74%	81.714	10.109	-132
	2050	96%	85%	77.980	13.844	-153
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha.	Déficit (Hm^3)
Poblacional 30%	2020	85%	52%	79.443	12.381	-239
	2030	91%	63%	82.882	8.942	-140
	2040	93%	74%	88.266	3.557	-46
	2050	96%	85%	86.354	5.470	-60

Tabla 9-18: Montos de las inversiones. Rio Mendoza. Alternativa 2.1.

ALTERNATIVA 2.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 46%	2030	372	0	27	80	**478**	31	4	15	**49**
	2040	378	0	27	81	**486**	63	7	19	**89**
	2050	323	0	27	70	**420**	90	10	23	**123**
			0	81	231	**1 384**				**87**
Poblacional 30%	2030	396	0	27	85	**507**	33	4	15	**52**
	2040	414	0	27	88	**529**	67	8	20	**95**
	2050	379	0	27	81	**486**	99	11	25	**135**
			0	81	254	**1 522**				**94**

Tabla 9-19: Alternativa 2.2 - Balance Hídrico. Río Mendoza.

Alternativa 2.2 - Balance Hídrico. Río Mendoza.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha	Déficit (Hm³)
Poblacional 46%	2020	85%	52%	75.654	16.170	-312
	2030	85%	63%	74.362	17.462	-292
	2040	85%	74%	76.927	14.896	-214
	2050	85%	85%	72.864	18.960	-237
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 30%	2020	85%	52%	79.443	12.381	-239
	2030	85%	63%	79.087	12.737	-213
	2040	85%	74%	82.879	8.944	-128
	2050	85%	85%	80.251	11.573	-145

Tabla 9-20: Montos de las inversiones. Río Mendoza. Alternativa 2.2.

ALTERNATIVA 2.2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	**Inversiones totales**	Recup. de capital	Manten.	Energía	**Costo anual**
Poblacion al 46%	2030	217	0	27	49	**292**	19	2	12	**33**
	2040	214	0	27	48	**289**	38	4	17	**59**
	2050	181	0	27	42	**250**	54	6	20	**80**
			0	81	138	**831**				**57**
Poblacion al 30%	2030	230	0	27	51	**309**	20	2	13	**35**
	2040	233	0	27	52	**312**	40	5	17	**63**
	2050	210	0	27	47	**284**	59	7	22	**88**
			0	81	151	**905**				**62**

Tabla 9-21: Alternativa 2.3 - Balance Hídrico. Río Mendoza.

Alternativa 2.3 - Balance Hídrico. Río Mendoza.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha	Déficit (Hm³)
Poblacional 46%	2020	85%	52%	75 654	16 170	-312
	2030	85%	61%	72 285	19 539	-342
	2040	85%	65%	71 304	20 520	-333
	2050	85%	70%	65 380	26 444	-400
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	85%	52%	79 443	12 381	-239
	2030	85%	61%	76 807	15 017	-263
	2040	85%	65%	76 574	15 250	-247
	2050	85%	70%	71 481	20 343	-308

Tabla 9-22: Montos de las inversiones. Río Mendoza. Alternativa 2.3.

ALTERNATIVA 2.3		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 46%	2030	87	0	27	23	**137**	9	1	7	**17**
	2040	46	0	27	15	**87**	15	2	6	**23**
	2050	32	0	27	12	**70**	19	2	6	**27**
			0	81	49	**294**				**22**
Poblacion al 30%	2030	92	0	27	24	**143**	9	1	7	**17**
	2040	50	0	27	15	**92**	15	2	6	**23**
	2050	37	0	27	12	**77**	20	2	6	**28**
			0	81	51	**312**				**23**

9.4.3 ALTERNATIVA 3 - MEJORA EN LAS EFICIENCIAS DE APLICACIÓN Y CONDUCCIÓN

La alternativa 3 propone mejorar tanto la eficiencia de la conducción como la de la aplicación, revisando opciones similares a las planteadas anteriormente en la Alternativa 2. La novedad radica en la posibilidad de impermeabilizar la red de riego, lo cual permite reducir aún más las pérdidas en el sistema.

En función del tratamiento de las perdidas en la distribución de agua potable se evalúan dos escenarios:

- Mejora de la eficiencia de conducción y aplicación + red poblacional sin mejora (46% pérdidas).
- Mejora de la eficiencia de conducción y aplicación + mejora en la red poblacional (30% pérdidas).

Tabla 9-23: Alternativa 3.1 - Balance Hídrico. Río Mendoza.

Alternativa 3.1 - Balance Hídrico. Río Mendoza.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha - Cancelar	Déficit (Hm³)
Poblacional 46%	2020	85%	52%	75 654	16 170	-312
	2030	91%	63%	78 147	13 677	-213
	2040	94%	74%	82 448	9 375	-121
	2050	97%	85%	78 993	12 831	-139
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 30%	2020	85%	52%	79 443	12 381	-239
	2030	91%	63%	83 231	8 593	-134
	2040	94%	74%	89 067	2 757	-36
	2050	97%	85%	87 503	4 321	-47

Tabla 9-24: Montos de las inversiones. Río Mendoza. Alternativa 3.1.

ALTERNATIVA 3.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	**Inversiones totales**	Recup. de capital	Manten.	Energía	**Costo anual**
Poblacional 46%	2030	373	90	27	98	**588**	38	4	12	**55**
	2040	383	92	27	100	**602**	77	9	17	**104**
	2050	331	79	27	87	**524**	111	13	21	**146**
			261	81	286	**1 714**				**101**
Poblacional 30%	2030	397	95	27	104	**624**	41	5	13	**58**
	2040	420	101	27	109	**656**	83	10	18	**111**
	2050	387	93	27	101	**608**	123	14	23	**160**
			289	81	315	**1 888**				**110**

Tabla 9-25: Alternativa 3.2 - Balance Hídrico. Río Mendoza.

Alternativa 3.2 - Balance Hídrico. Río Mendoza.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha - Cancelar	Déficit (Hm³)
Poblacional 46%	2020	85%	52%	75 654	16 170	-312
	2030	89%	63%	76 801	15 023	-240
	2040	89%	74%	79 610	12 214	-166
	2050	90%	85%	75 293	16 531	-195
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 30%	2020	85%	52%	79 443	12 381	-239
	2030	89%	63%	81 759	10 065	-161
	2040	89%	74%	85 889	5 935	-81
	2050	90%	85%	83 121	8 703	-103

Tabla 9-26: Montos de las inversiones. Rio Mendoza. Alternativa 3.2.

ALTERNATIVA 3.2		Inversiones (Million USD)					Costos Anuales (Million USD)			
3.2	Década	Aplicac.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 46%	2030	367	88	27	96	**578**	38	4	13	54
	2040	363	87	27	96	**573**	75	9	17	101
	2050	306	73	27	81	**487**	107	12	21	140
		1.036	249	81	273	**1.638**	73	8	17	99
Poblacional 30%	2030	390	94	27	102	**613**	40	5	13	57
	2040	397	95	27	104	**624**	80	9	18	108
	2050	356	85	27	94	**562**	117	13	23	154
		1.144	274	81	300	**1.798**	79	9	18	106

9.4.4 RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE RÍO MENDOZA

Se analizaron tres alternativas, con sus correspondientes subalternativas, para Río Mendoza, cada una consta de dos situaciones en función de la mejora en eficiencia de la distribución de agua poblacional. El rango de inversiones para las alternativas varía y el déficit hídrico resultante se expresa como el número de hectáreas que deben cancelarse o salir del sistema, la siguiente tabla presenta un resumen de las inversiones requeridas, el déficit restante en hm^3 y el número de hectáreas que representa el déficit presentado para todas las alternativas.

En el Capítulo 10 se presenta un análisis de la capacidad del sector agropecuario para soportar las inversiones en función de la rentabilidad de las explotaciones agrícolas (según el

tipo de cultivo y tamaño de las propiedades), y con ello se brindan herramientas para la toma de decisiones.

Tabla 9-27a: Resumen de Alternativas de inversión Río Mendoza.

Pérdidas del 46% en el abastecimiento poblacional

Alternativa	Década	Inversiones totales (millones de USD)	Costo anual (millones de USD)	Canon adicional (ARS)
1	2050	796	51	496 742
2.1	2050	1 384	87	849 433
2.2	2050	831	57	559 680
2.3	2050	294	22	215 669
3.1	2050	1 714	101	988 104
3.2	2050	1 638	106	959 174

Tabla 9-27b: Resumen de Alternativas de inversión Río Mendoza.

Pérdidas del 30% en el abastecimiento poblacional

Alternativa	Década	Inversiones totales (millones de USD)	Costo anual (millones de USD)	Canon adicional (ARS)
1	2050	796	51	496 742
2.1	2050	1 522	94	917 093
2.2	2050	905	62	600 633
2.3	2050	312	23	224 317
3.1	2050	1 888	110	1 070 345
3.2	2050	1 798	106	1 036 082

De acuerdo con la información proporcionada en las tablas precedentes el déficit proyectado en la alternativa de mayor intervención permanece en torno a 47 hm^3/año. Lo que demuestra que mejorar la eficiencia en el sector agrícola no es suficiente para erradicarlo completamente. Esta situación podría llevar a una disminución de la superficie cultivada o a un mayor uso de fuentes subterráneas.

Sin embargo, la situación mejora notablemente al optimizar la distribución del suministro de agua para la población. En esta cuenca, una cantidad considerable de agua se destina al consumo humano. Logrando reducir las pérdidas en la distribución de agua potable, llevando las mismas a valores del 17% (más allá de lo que se plantea en las alternativas actuales) y se combinaran estas mejoras con las propuestas en la alternativa 3, sería posible eliminar el déficit hídrico global. Este análisis responde a una evaluación global de la oferta y demanda.

Siendo necesario un análisis es profundidad para optimizar las posibles mejoras en la eficacia de distribución del agua poblacional.

9.5 RÍO TUNUYÁN. RESULTADOS

La demanda actual en la cuenca del río Tunuyán (Superior e Inferior) es de 2.521 Hm³, mientras que la oferta sostenible se sitúa en 2.538 Hm³ (ver Capítulo 4 - RESUMEN DE LOS DÉFICITS EN LA SITUACIÓN ACTUAL).

La superficie cultivada alcanza las 141.643 ha, con una demanda neta de 968 Hm³. En la situación actual, la demanda bruta asciende a 2.383 Hm³. Para este cálculo, se considera una eficiencia de conducción promedio del 84,7% y una eficiencia de aplicación del 48,7%.

El suministro poblacional es de 90 Hm³, de los cuales se pierden 36 Hm³ (equivalente al 40%).

Se evalúan dos subalternativas para el Abastecimiento Poblacional. La primera considera pérdidas equivalentes al 40% del volumen. La segunda opción busca reducir las pérdidas al 30%, lo que representa una reducción del 10% respecto a la primera Subalternativa.

A continuación, se presenta el cuadro con las inversiones requeridas:

Tabla 9-28: Río Tunuyán - Inversiones en el sistema Poblacional

Δ Pérdidas (%)	**Inversiones**	**Pagos Anuales**	**Mantenimiento**	**Costo Anual**	**Poblacional**	**Costo adicional de agua (ARS)**
%	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Hm³	Peso/m³
10%	57					
Década	2030	3,7	0,4	4,1	0,0	44,4
	2040	3,7	0,4	4,1	0,0	40,9
	2050	3,7	0,4	4,1	0,0	37,7

La tabla anterior indica las inversiones requeridas para la reducción de pérdidas, en el costo adicional por m³. No se encuentran considerados los costos de mantenimiento y operación del suministro existente.

Tabla 9-29: Situación actual. Balance Hídrico. Río Tunuyán.

Situación actual. Balance Hídrico. Río Tunuyán.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Sin Cambio	2020	89%	54%	142.765	0	0
	2030	89%	54%	136.670	-4.972	-75
	2040	89%	54%	133.788	-7.855	-121
	2050	89%	54%	128.416	-13.227	-209

9.5.1 ALTERNATIVA 1 - MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN

Debido a la particularidad del Tunuyán Superior, tal como se refleja en el modelo conceptual, todas las pérdidas de agua por ineficiencia en esta área se convierten en agua disponible para la cuenca del Tunuyán Inferior. Por lo tanto, mejorar las eficiencias en Tunuyán Superior no alteraría el equilibrio hídrico global de la cuenca del río Tunuyán. Por este motivo, las mejoras de eficiencia se sugieren únicamente para Tunuyán Inferior, ya que en este reporte el análisis se realiza a nivel del río en su totalidad.

Según la información proporcionada por el Departamento General de Irrigación, la longitud total de los canales secundarios, terciarios y cuaternarios en Tunuyán Inferior es de 2.361 km. De estos, 336 km están revestidos (con una eficiencia de conducción del 97%) y 2.025 km son canales de tierra (con una eficiencia de conducción promedio del 89%).

Esta alternativa evalúa la cantidad de canales de tierra que necesitan ser revestidos para alcanzar una eficiencia de conducción del 95% en toda la cuenca.

A continuación, se presentan las tablas con el balance hídrico para dos escenarios:

- Mejora de la eficiencia de conducción + red poblacional sin mejora (40% de pérdidas).
- Mejora de la eficiencia de conducción + mejora en la red poblacional (30% de pérdidas).

Tabla 9-30: Alternativa 1. Balance Hídrico. Rio Tunuyán.

Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Tunuyán.						
Poblacional 40%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	142.765	0	0
	2030	92%	54%	138.944	-2.699	-39
	2040	94%	54%	136.846	-4.796	-71
	2050	96%	54%	132.636	-9.007	-132
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	143.654	0	0
	2030	92%	54%	139.923	-1.719	-25
	2040	94%	54%	137.905	-3.737	-55
	2050	96%	54%	133.783	-7.860	-115

Tabla 9-31: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 1.

ALTERNATIVA 1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 40%	2030	0	121	20	28	**170**	11	1	1	**13**
	2040	0	50	20	14	**84**	17	2	1	**19**
	2050	0	88	20	22	**130**	25	3	1	**29**
			258	61	64	**384**				**21**
Poblacion al 30%	2030	0	121	20	28	**170**	11	1	1	**13**
	2040	0	50	20	14	**84**	17	2	1	**19**
	2050	0	88	20	22	**130**	25	3	1	**29**
			258	61	64	**384**				**21**

9.5.2 ALTERNATIVA 2 - MEJORAR LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN

Las siguientes tablas presenta el balance hídrico para 2 escenarios:

- Mejora de la eficiencia de aplicación + sin mejora en la red poblacional (40% pérdidas).
- Mejora de la eficiencia de aplicación + mejora en la red poblacional (30% pérdidas).

Tabla 9-32: Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Tunuyán.

Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Tunuyán.						
Poblacional 40%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	142 765	0	0
	2030	91%	56%	141 735	0	0
	2040	92%	59%	141 711	0	0
	2050	93%	64%	141 688	0	0
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	143 654	0	0
	2030	91%	56%	142 756	0	0
	2040	92%	59%	142 851	0	0
	2050	93%	64%	143 014	0	0

Tabla 9-32: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 2.1.

ALTERNATIVA 2.1		Inversiones (Million USD)					Costos Anuales (Million USD)			
2.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 40%	2030	98	0	20	24	**142**	9	1	2	13
	2040	80	0	20	20	**120**	17	2	3	22
	2050	172	0	20	38	**231**	32	4	6	42
			0	61	82	**493**				26
Poblacional 30%	2030	98	0	20	24	**142**	9	1	2	13
	2040	80	0	20	20	**120**	17	2	3	22
	2050	172	0	20	38	**231**	32	4	6	42
			0	61	82	**493**				26

Tabla 9-33: Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Rio Tunuyán.

Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Rio Tunuyán.						
Poblacional 40%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	142 765	0	0
	2030	89%	58%	141 643	0	0
	2040	89%	60%	141 642	0	0
	2050	89%	66%	141 643	0	0
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	143 654	0	0
	2030	89%	58%	142 663	0	0
	2040	89%	60%	142 781	0	0
	2050	89%	66%	142 967	0	0

Tabla 9-34: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 2.2.

ALTERNATIVA 2.2		Inversiones (Million USD)					Costos Anuales (Million USD)			
2.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 40%	2030	82	0	20	20	**122**	8	1	3	12
	2040	54	0	20	28	**166**	14	2	4	20
	2050	118	0	61	63	**377**	25	3	7	35
		253	0	102	111	**666**	15	2	5	22
Poblacional 30%	2030	82	0	20	20	**122**	8	1	3	12
	2040	54	0	20	28	**166**	14	2	4	20
	2050	118	0	61	63	**377**	25	3	7	35
		253	0	102	111	**666**	15	2	5	22

Tabla 9-35: Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Tunuyán.

Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Tunuyán.						
Poblacional 40%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	142 765	0	0
	2030	89%	58%	141 654	0	0
	2040	89%	60%	141 651	0	0
	2050	89%	66%	141 650	0	0
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	143 654	0	0
	2030	89%	58%	142 674	0	0
	2040	89%	60%	142 790	0	0
	2050	89%	66%	142 975	0	0

Tabla 9-36: Montos de las inversiones. Rio Tunuyán. Alternativa 2.3.

ALTERNATIVA 2.3		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.3	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 40%	2030	41	0	20	12	**73**	5	1	1	**6**
	2040	27	0	20	9	**57**	8	1	1	**10**
	2050	59	0	20	16	**95**	15	2	1	**17**
			0	61	38	**225**				**11**
Poblacional 30%	2030	41	0	20	12	**73**	5	1	1	**6**
	2040	27	0	20	9	**57**	8	1	1	**10**
	2050	59	0	20	16	**95**	15	2	1	**17**
			0	61	38	**225**				**11**

9.5.3 ALTERNATIVA 3 - MEJORA EN LAS EFICIENCIAS DE APLICACIÓN Y CONDUCCIÓN

Esta alternativa propone combinar las anteriores, sugiriendo inversiones mínimas para la máxima reducción del déficit.

Las siguientes tablas presenta el balance hídrico para 2 escenarios:

- Mejora de la eficiencia de conducción y aplicación + red poblacional sin mejora (40% pérdidas).
- Mejora de la eficiencia de conducción y aplicación + mejora en la red poblacional (30% pérdidas).

Tabla 9-37: Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Río Tunuyán.

Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Río Tunuyán.						
Poblacional 46%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	142 765	0	0
	2030	92%	58%	144 327	0	0
	2040	92%	61%	144 407	0	0
	2050	93%	66%	144 506	0	0
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	143 654	0	0
	2030	92%	58%	145 388	0	0
	2040	92%	61%	145 593	0	0
	2050	93%	66%	145 889	0	0

Tabla 9-38: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 3.1.

ALTERNATIVA 3.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 40%	2030	162	0	20	37	**219**	14	2	3	**19**
	2040	85	0	20	21	**127**	23	3	4	**30**
	2050	185	0	20	41	**246**	39	4	7	**50**
			0	61	99	**592**				**33**
Poblacional 30%	2030	162	0	20	37	**219**	14	2	3	**19**
	2040	85	0	20	21	**127**	23	3	4	**30**
	2050	185	0	20	41	**246**	39	4	7	**50**
			0	61	99	**592**				**33**

Tabla 9-39: Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Tunuyán.

Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Tunuyán.						
Poblacional 46%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	142 765	0	0
	2030	89%	58%	141 654	0	0
	2040	89%	60%	141 651	0	0
	2050	89%	66%	141 650	0	0
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	89%	54%	143 654	0	0
	2030	89%	58%	142 674	0	0
	2040	89%	60%	142 790	0	0
	2050	89%	66%	142 975	0	0

Tabla 9-40: Montos de las inversiones. Río Tunuyán. Alternativa 3.2.

ALTERNATIVA 3.2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 40%	2030	82	0	20	20	**122**	8	1	3	**12**
	2040	54	0	20	15	**89**	14	2	4	**20**
	2050	118	0	20	28	**166**	25	3	7	**35**
			0	61	63	**377**				**22**
Poblacional 30%	2030	82	0	20	20	**122**	8	1	3	**12**
	2040	54	0	20	15	**89**	14	2	4	**20**
	2050	118	0	20	28	**166**	25	3	7	**35**
			0	61	63	**377**				**22**

9.5.4 RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE RÍO TUNUYÁN

Se analizaron dos alternativas principales para el Río Tunuyán. Cada alternativa incluye dos subalternativas, las cuales corresponden a la mejora en la red de distribución de agua poblacional.

En el Capítulo 11, se presenta un análisis de la capacidad del sector agropecuario para soportar las inversiones, basándonos en la rentabilidad de las explotaciones agrícolas según el tipo de cultivo y el tamaño de las propiedades. De esta manera, proporcionaremos herramientas para facilitar la toma de decisiones.

Tabla 9-41a: Resumen de Alternativas de inversión Río Tunuyán.

Pérdidas del 40% en el abastecimiento poblacional

Alternativa	Década	Inversiones totales (millones de USD)	Costo anual (millones de USD)	Canon adicional (ARS)
1	2050	384	21	129 416
2.1	2050	493	26	161 715
2.2	2050	666	22	138 751
2.3	2050	225	11	70 976
3.1	2050	592	33	207 705
3.2	2050	377	22	97 560

Tabla 9-41b: Resumen de Alternativas de inversión Río Tunuyán.

Pérdidas del 30% en el abastecimiento poblacional

Alternativa	Década	Inversiones totales (millones de USD)	Costo anual (millones de USD)	Canon adicional (ARS)
1	2050	384	21	129 416
2.1	2050	493	26	161 715
2.2	2050	666	22	138 751
2.3	2050	225	11	70 976
3.1	2050	592	33	207 705
3.2	2050	377	22	138 757

9.6 RÍO DIAMANTE. RESULTADOS

La demanda actual de la cuenca del río Diamante es de 1.276 Hm^3 y la oferta sostenible es de 940 Hm^3 (ver Capítulo 4 - RESUMEN DE LOS DÉFICITS EN LA SITUACIÓN ACTUAL).
La superficie cultivada alcanza las 45.280 ha, siendo su demanda neta 379 Hm^3.
Para la situación actual, la demanda bruta es de 1.230 Hm^3. Se considera la eficiencia de conducción promedio del 63% y la eficiencia de aplicación del 49%.
El suministro poblacional es de 31 Hm^3, de los cuales 11,5 Hm^3 son pérdidas (37%).
Se evaluaron dos subalternativas para el Abastecimiento Poblacional. La primera considera perdidas por el 37% de volumen. La segunda opción busca reducir las pérdidas al 30% (una reducción del 7%).
A continuación, se presenta el cuadro con las inversiones requeridas:

Tabla 9-42: Río Diamante - Inversiones en el sistema Poblacional

Δ Pérdidas (%)	Inversiones	Pagos Anuales	Mantenimiento	Costo Anual	Poblacional	Costo adicional de agua (ARS)
%	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Hm³	Peso/m³
	12,53					
Década	2030	0,82	0,09	0,91	29,43	27,62
	2040	0,82	0,09	0,91	31,00	26,22
	2050	8,82	0,09	0,91	32,71	24,85

La tabla anterior indica las inversiones requeridas para la reducción de pérdidas, en el costo adicional por m^3 no están considerados los costos de mantenimiento y operación del suministro existente.

Tabla 9-43: Situación actual. Balance Hídrico. Rio Diamante.

Situación actual. Balance Hídrico. Rio Diamante.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Sin Cambio	2020	63%	49%	43.447	1.833	-50
	2030	63%	49%	38.481	6.799	-198
	2040	63%	49%	35.196	10.084	-298
	2050	63%	49%	30.404	14.876	-445

9.6.1 ALTERNATIVA 1 - MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN

Según la información recibida del Departamento General de Irrigación, la longitud total de los canales secundarios, terciarios y cuaternarios en la cuenca del río Diamante es de 2.628 km, de los cuales 249 km son revestidos (eficiencia de conducción = 97%), y 2.379 km son canales de tierra (eficiencia de conducción promedio 63%).

Esta alternativa evalúa la extensión de canales de tierra que son necesarios revestir para reducir las pérdidas de agua, hasta llegar a una eficiencia de conducción del 95% en toda la cuenca.

Las siguientes tablas presenta el balance hídrico para 2 escenarios:

- Mejora de la eficiencia de conducción + red poblacional sin mejora (37% pérdidas).
- Mejora de la eficiencia de conducción +mejora en la red poblacional (30% pérdidas).

Tabla 9-44: Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Diamante.

Alternativa 1. Balance Hídrico. Rio Diamante.						
Poblacional 37%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 447	1 833	-50
	2030	76%	49%	42 699	2 581	-63
	2040	84%	49%	41 722	3 558	-78
	2050	95%	49%	38 033	7 247	-144
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 563	1 717	-47
	2030	76%	49%	42 834	2 446	-59
	2040	84%	49%	41 881	3 399	-75
	2050	95%	49%	38 219	7 061	-140

Tabla 9-45: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 1.

ALTERNATIVA 1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	**Inversiones totales**	Recup. de capital	Manten.	Energía	**Costo anual**
Poblacional 37%	2030	0	131	10	28	**169**	11	1	0	**12**
	2040	0	91	10	20	**121**	19	2	0	**21**
	2050	0	109	10	24	**143**	28	3	0	**32**
			330	31	72	**433**				**22**
Poblacional 30%	2030	0	131	10	28	**169**	1	0	12	**14**
	2040	0	0	0	0	**0**	2	0	21	**23**
	2050	0	131	10	28	**169**	3	0	32	**35**
			262	20	56	**339**				**24**

9.6.2 ALTERNATIVA 2 - MEJORAR LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN

Las siguientes tablas presenta el balance hídrico para 2 escenarios:

- Mejora de la eficiencia de aplicación + sin mejora en la red poblacional (37% pérdidas).
- Mejora de la eficiencia de aplicación + mejora en la red poblacional (30% pérdidas).

Tabla 9-46: Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Diamante.

Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Rio Diamante.						
Poblacional 37%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 447	1 833	-50
	2030	71%	56%	45 380	0	0
	2040	76%	61%	45 285	0	0
	2050	83%	72%	45 402	0	0
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 563	1 717	-47
	2030	71%	56%	45 526	0	0
	2040	76%	61%	45 464	0	0
	2050	83%	72%	45 643	0	0

Tabla 9-47: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 2.1.

ALTERNATIVA 2.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 37%	2030	126	0	10	27	**163**	11	1	2	**14**
	2040	87	0	10	19	**116**	18	2	4	**24**
	2050	190	0	10	40	**240**	34	4	7	**45**
			0	31	87	**520**				**28**
Poblacion al 30%	2030	126	0	10	27	**163**	11	1	3	**14**
	2040	87	0	10	19	**116**	18	2	4	**24**
	2050	190	0	10	40	**240**	34	4	8	**46**
			0	31	87	**520**				**28**

Tabla 9-48: Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Río Diamante.

Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Río Diamante.						
Poblacional 37%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 447	1 833	-50
	2030	63%	63%	45 309	0	0
	2040	63%	73%	45 418	0	0
	2050	63%	85%	42 541	2 739	-47
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 563	1 717	-47
	2030	63%	63%	45 452	0	0
	2040	63%	73%	45 593	0	0
	2050	63%	85%	42 755	2 525	-44

Tabla 9-49: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 2.2.

ALTERNATIVA 2.2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 37%	2030	144	0	10	31	**185**	12	1	5	**18**
	2040	105	0	10	23	**138**	21	2	8	**31**
	2050	109	0	10	24	**143**	30	3	11	**45**
			0	31	78	**466**				**32**
Poblacion al 30%	2030	144	0	10	31	**185**	12	1	5	**18**
	2040	105	0	10	23	**138**	21	2	8	**31**
	2050	111	0	10	24	**146**	30	4	11	**45**
			0	31	78	**469**				**32**

Tabla 9-50: Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Diamante.

Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Diamante.						
Poblacional 37%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 447	1 833	-50
	2030	63%	55%	41 493	3 787	-98
	2040	63%	60%	39 981	5 299	-128
	2050	63%	70%	37 484	7 796	-163
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 563	1 717	-47
	2030	63%	55%	41 619	3 661	-95
	2040	63%	60%	40 126	5 154	-124
	2050	63%	70%	37 660	7 620	-160

Tabla 9-51: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 2.3.

ALTERNATIVA 2.3		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.3	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 37%	2030	30	0	10	8	**48**	3	0	0	**4**
	2040	23	0	10	7	**40**	6	1	0	**6**
	2050	42	0	10	10	**63**	10	1	0	**11**
			0	31	25	**151**				**7**
Poblacion al 30%	2030	30	0	10	0	**40**	3	0	0	**4**
	2040	23	0	10	0	**33**	6	1	0	**7**
	2050	42	0	10	8	**61**	10	1	0	**11**
			0	31	8	**134**				**7**

9.6.3 ALTERNATIVA 3 - MEJORA EN LAS EFICIENCIAS DE APLICACIÓN Y CONDUCCIÓN

Esta alternativa propone combinar las anteriores, sugiriendo inversiones mínimas para la máxima reducción del déficit.

Las siguientes tablas presenta el balance hídrico para 2 escenarios:

- Mejora de la eficiencia de conducción y aplicación + red poblacional sin mejora (37% pérdidas).
- Mejora de la eficiencia de conducción y aplicación + mejora en la red poblacional (30% pérdidas).

Tabla 9-52: Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Rio Diamante.

Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Rio Diamante.						
Poblacional 37%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 447	1 833	-50
	2030	71%	56%	45 380	0	0
	2040	76%	61%	45 285	0	0
	2050	83%	72%	45 402	0	0
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 563	1 717	-47
	2030	71%	56%	45 526	0	0
	2040	76%	61%	45 464	0	0
	2050	83%	72%	45 643	0	0

Tabla 9-53: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 3.1.

ALTERNATIVA 3.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 37%	2030	126	0	10	27	**163**	11	1	3	**14**
	2040	87	0	10	19	**116**	18	2	4	**24**
	2050	190	0	10	40	**240**	34	4	8	**46**
			0	31	87	**520**				**28**
Poblacional 30%	2030	126	0	10	27	**163**	11	1	3	**14**
	2040	87	0	10	19	**116**	18	2	4	**24**
	2050	190	0	10	40	**240**	34	4	8	**46**
			0	31	87	**520**				**28**

Tabla 9-54: Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Diamante.

Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Diamante.						
Poblacional 37%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 447	1 833	-50
	2030	69%	58%	45 282	0	0
	2040	70%	66%	45 291	0	0
	2050	70%	85%	45 310	0	0
Poblacional 30%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
	2020	63%	49%	43 563	1 717	-47
	2030	69%	58%	45 427	0	0
	2040	70%	66%	45 468	0	0
	2050	70%	85%	45 547	0	0

Tabla 9-55: Montos de las inversiones. Río Diamante. Alternativa 3.2.

ALTERNATIVA 3.2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 37%	2030	90	64	10	33	**198**	13	1	3	**17**
	2040	92	3	10	21	**126**	21	2	6	**29**
	2050	200	4	10	43	**257**	38	4	12	**54**
			72	31	97	**581**				**34**
Poblacional 30%	2030	90	64	10	33	**198**	13	1	3	**17**
	2040	92	3	10	21	**126**	21	2	6	**29**
	2050	200	4	10	43	**257**	38	4	12	**54**
			72	31	97	**581**				**34**

9.6.4 RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE RÍO DIAMANTE

Se analizaron tres alternativas principales para Río Diamante, cada alternativa consta de 2 sub alternativas (correspondientes a la mejora en la red de distribución de agua poblacional),
En el Capítulo 11, presentaremos un análisis de la capacidad del sector agropecuario para soportar las inversiones en función de la rentabilidad de las explotaciones agrícolas (según el tipo de cultivo y tamaño de las propiedades), y con ello, brindaremos herramientas para la toma de decisiones.

Tabla 9-56a: Resumen de Alternativas de inversión Río Diamante.

Pérdidas del 37% en el abastecimiento poblacional

Alternativa	Década	Inversiones totales (millones de USD)	Costo anual (millones de USD)	Canon adicional (ARS)
1	2050	433	22	428 158
2.1	2050	520	28	547 729
2.2	2050	466	32	622 310
2.3	2050	151	7	138 917
3.1	2050	592	28	555 240
3.2	2050	377	34	665 518

Tabla 9-56b: Resumen de Alternativas de inversión Río Diamante.

Pérdidas del 30% en el abastecimiento poblacional

Alternativa	Década	Inversiones totales (millones de USD)	Costo anual (millones de USD)	Canon adicional (ARS)
1	2050	339	24	474 210
2.1	2050	520	28	555 240
2.2	2050	469	32	623 755
2.3	2050	134	7	139 336
3.1	2050	520	28	555 240
3.2	2050	581	34	665 518

9.7 RÍO ATUEL. RESULTADOS

La demanda actual de la cuenca del río Atuel es de 997 Hm^3 y la oferta sostenible es de 1.080 Hm3 (ver Capítulo 4 - RESUMEN DE LOS DÉFICITS EN LA SITUACIÓN ACTUAL).
La superficie cultivada alcanza las 53.620 ha, siendo su demanda neta 408 Hm^3.
Para la situación actual, la demanda bruta asciende a 972 Hm^3. Se considera la eficiencia de conducción promedio para toda la cuenca es del 84% y la eficiencia de aplicación del 50%.
El suministro poblacional es de 19 Hm^3, de los cuales 5 Hm^3 son pérdidas (26%).
Dado que las pérdidas urbanas son inferiores al 30%, no se indaga sobre mejoras en la distribución de agua potable.

Tabla 9-57: Situación actual. Balance Hídrico. Río Atuel.

Situación actual. Balance Hídrico. Río Atuel.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Sin Cambio	2020	84%	50%	61 019	0	0
	2030	84%	50%	55 702	0	0
	2040	84%	50%	48 684	4 936	-94
	2050	84%	50%	41 480	12 140	-237

9.7.1 ALTERNATIVA 1 - MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN

Según la información recibida del DGI, la longitud total de los canales secundarios-terciarios-cuaternarios en Atuel es de 2.445 km, de los cuales 136 km son revestidos (eficiencia de conducción = 97%), y 2.309 km son canales de tierra (eficiencia de conducción promedio 84%).

Esta alternativa evalúa la extensión de canales de tierra que necesitan ser revestidos para reducir las pérdidas de agua, hasta llegar a una eficiencia de conducción del 95% en toda la cuenca.

Tabla 9-58: Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Atuel.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	84%	50%	61 019	0	0
	2030	90%	50%	59 778	0	0
	2040	93%	50%	53 809	0	0
	2050	95%	50%	46 849	6 771	-117

Tabla 9-59: Montos de las inversiones. Rio Atuel. Alternativa 1.

ALTERNATIVA 1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	**Inversiones totales**	Recup. de capital	Manten.	Energía	**Costo anual**
Poblacional 26%	2030	0	166	6	34	**206**	13	2	0	**15**
	2040	0	69	6	15	**89**	19	2	0	**22**
	2050	0	53	6	12	**70**	24	3	0	**27**
			287	17	61	**365**				**21**

9.7.2 ALTERNATIVA 2 - MEJORAR LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN

Tabla 9-60: Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Atuel.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	84%	50%	61 019	0	0
	2030	85%	50%	56 351	0	0
	2040	87%	53%	53 623	0	0
	2050	89%	61%	53 677	0	0

Tabla 9-61: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.1.

ALTERNATIVA 2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 26%	2030	0	0	6	1	**7**	0	0	0	1
	2040	64	0	6	14	**83**	6	1	1	8
	2050	173	0	6	36	**214**	20	2	4	26
			0	17	51	**304**				12

Tabla 9-62: Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Rio Atuel.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	84%	50%	61 019	0	0
	2030	85%	50%	56 351	0	0
	2040	87%	53%	53 623	0	0
	2050	89%	61%	53 677	0	0

Tabla 9-63: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.2.

ALTERNATIVA 2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 26%	2030	0	0	6	1	**7**	0	0	0	1
	2040	38	0	6	9	**52**	4	0	1	6
	2050	103	0	6	22	**130**	12	1	4	18
			0	17	32	**189**				8

Tabla 9-64: Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Atuel.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	84%	50%	61 019	0	0
	2030	84%	50%	55 769	0	0
	2040	84%	55%	53 633	0	0
	2050	84%	65%	53 672	0	0

Tabla 9-65: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.3.

ALTERNATIVA 2.3		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.3	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 26%	2030	0	0	6	1	**7**	0	0	0	1
	2040	30	0	6	7	**43**	3	0	0	4
	2050	60	0	6	13	**78**	8	1	0	10
			0	17	21	**128**				5

9.7.3 ALTERNATIVA 3 - MEJORA EN LAS EFICIENCIAS DE APLICACIÓN Y CONDUCCIÓN

Esta alternativa propone combinar las anteriores, sugiriendo inversiones mínimas para la máxima reducción del déficit.

En el caso de la tercera alternativa, después de calcular la combinación óptima de mejoras en las eficiencias de aplicación y conducción, resulta que mejorar la eficiencia de la aplicación a un nivel de déficit cero es la alternativa óptima, por lo tanto, la Alternativa 2 es igual a la Alternativa 3.

Tabla 9-66: Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Rio Atuel.

Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Rio Atuel.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	84%	50%	61 019	0	0
	2030	85%	50%	56 351	0	0
	2040	88%	53%	54 347	0	0
	2050	89%	62%	54 509	0	0

Tabla 9-67: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 3.1.

ALTERNATIVA 3.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 26%	2030	0	0	6	1	7	0	0	0	1
	2040	77	0	6	16	99	7	1	1	9
	2050	177	0	6	36	219	21	2	4	28
			0	17	54	324				13

Tabla 9-68: Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Atuel.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	84%	50%	61 019	0	0
	2030	84%	50%	55 769	0	0
	2040	84%	55%	53 633	0	0
	2050	84%	65%	53 632	0	0

Tabla 9-69: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 3.2.

ALTERNATIVA 3.2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 26%	2030	0	0	6	1	7	0	0	0	1
	2040	62	0	6	14	82	6	1	2	8
	2050	122	0	6	26	153	16	2	5	23
			0	17	40	242				11

9.7.4 RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE RÍO ATUEL

Se analizaron dos alternativas principales para Río Atuel,

En el Capítulo 11, presentaremos un análisis de la capacidad del sector agropecuario para soportar las inversiones en función de la rentabilidad de las explotaciones agrícolas (según el tipo de cultivo y tamaño de las propiedades), y con ello, brindaremos herramientas para la toma de decisiones.

Tabla 9-70: Resumen de Alternativas de inversión Río Atuel.

Pérdidas del 26% en el abastecimiento poblacional

Alternativa	Década	Inversiones totales (millones de USD)	Costo anual (millones de USD)	Canon adicional (ARS)
1	2050	365	21	353 030
2.1	2050	304	12	191 882
2.2	2050	189	8	133 156
2.3	2050	128	5	78 358
3.1	2050	324	13	208 995
3.2	2050	242	11	208 995

9.8 RÍO MALARGÜE. RESULTADOS

La demanda actual de la cuenca del río Malargüe es de 153 Hm^3 y la oferta sostenible es de 240 Hm^3 (ver Capítulo 4 - RESUMEN DE LOS DÉFICITS EN LA SITUACIÓN ACTUAL).
La superficie cultivada alcanza las 7.839 ha, siendo su demanda neta 65 Hm^3.
Para la situación actual, la demanda bruta es de 144 Hm^3. Se considera la eficiencia de conducción promedia del 82% y la eficiencia de aplicación del 55%.
El suministro poblacional es de 8,5 Hm^3, de los cuales 2,2 Hm^3 son pérdidas (26%).
Dado que las pérdidas urbanas son inferiores al 30%, no se indaga en mejoras sobre eficiencias de distribución del abastecimiento poblacional.

Tabla 9-71: Situación actual. Balance Hídrico. Río Malargüe.

Situación Actual. Balance Hídrico. Río Malargüe						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm^3)
Sin Cambio	2020	82%	55%	12.596	0	0
	2030	82%	55%	11.523	0	0
	2040	82%	55%	9.276	0	0
	2050	82%	55%	7.080	759	-15

9.8.1 ALTERNATIVA 1 - MEJORAR LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN

Tabla 9-72: Río Malargüe - Alternativa 1

Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Malargüe						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	82%	55%	12 596	0	0
	2030	83%	55%	11 655	0	0
	2040	83%	55%	9 383	0	0
	2050	91%	65%	7 839	0	0

Tabla 9-73: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 1.

ALTERNATIVA 1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 26%	2030	0	0	0,52	0,10	**0,63**	0,04	0	0,00	**0,05**
	2040	0	0	0,52	0,10	**0,63**	0,08	0,01	0,00	**0,09**
	2050	0	7,49	0,52	1,60	**9,62**	0,71	0,08	0,00	**0,79**
			7,49	1,56	1,81	**10,88**				**0,31**

9.8.2 ALTERNATIVA 2- MEJORAR LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN

Tabla 9-74: Río Malargüe - Alternativa 2.1, 2.2 y 2.3.

Alternativa 2.1, 2.2 y 2.3 - Balance Hídrico. Río Malargüe						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	82%	55%	12.596	0	0
	2030	82%	55%	11.523	0	0
	2040	82%	55%	9.276	0	0
	2050	82%	61%	7.839	0	0

Tabla 9-75: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 2.1.

ALTERNATIVA 2.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 26%	2030	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.04	0.00	0.00	0.05
	2040	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.08	0.01	0.00	0.09
	2050	20.89	0.00	0.52	4.28	25.70	1.75	0.20	0.05	2.00
			0.00	1.57	4.49	26.96				0.71

Tabla 9-76: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 2.2.

ALTERNATIVA 2.2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 26%	2030	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.04	0.00	0.00	0.05
	2040	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.08	0.01	0.00	0.09
	2050	11.81	0.00	0.52	2.47	14.80	1.04	0.12	0.05	1.21
			0.00	1.57	2.68	16.06				0.45

Tabla 9-77: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 2.3.

ALTERNATIVA 2.3		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.3	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 26%	2030	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.04	0.00	0.00	0.05
	2040	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.08	0.01	0.00	0.09
	2050	5.50	0.00	0.52	1.21	7.23	0.55	0.06	0.00	0.62
			0.00	1.57	1.42	8.49				0.25

9.8.3 ALTERNATIVA 3- MEJORA EN LAS EFICIENCIAS DE APLICACIÓN Y CONDUCCIÓN

Tabla 9-78: Río Malargüe - Alternativa 3.1 y 3.2.

Alternativa 3.1 y 3.2 - Balance Hídrico. Río Malargüe						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	82%	55%	12.596	0	0
	2030	82%	55%	11.523	0	0
	2040	82%	55%	9.276	0	0
	2050	82%	61%	7.839	0	0

Tabla 9-79: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 3.1.

ALTERNATIVA 3.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 26%	2030	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.04	0.00	0.00	0.05
	2040	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.08	0.01	0.00	0.09
	2050	20.89	0.00	0.52	4.28	25.70	1.75	0.20	0.05	2.00
			0.00	1.57	4.49	26.96				0.71

Tabla 9-80: Montos de las inversiones. Río Malargüe. Alternativa 3.1.

ALTERNATIVA 3.2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacion al 26%	2030	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.04	0.00	0.00	0.05
	2040	0.00	0.00	0.52	0.10	0.63	0.08	0.01	0.00	0.09
	2050	11.81	0.00	0.52	2.47	14.80	1.04	0.12	0.05	1.21
			0.00	1.57	2.68	16.06				0.45

9.8.4 RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE RÍO MALARGÜE

Tabla 9-81: Resumen de Alternativas de inversión Rio Malargüe

Pérdidas del 26% en el abastecimiento poblacional

Alternativa	Década	Inversiones totales (millones de USD)	Costo anual (millones de USD)	Canon adicional (ARS)
1	2050	10,88	0,31	35 227
2.1	2050	26,96	0,71	81 423
2.2	2050	16,06	0,45	51 352
2.3	2050	8,49	0,25	28 631
3.1	2050	26,96	0,71	81 423
3.2	2050	16,06	0,45	81 423

9.9 RESUMEN DE ALTERNATIVAS

Se presenta una tabla resumen con las alternativas, presentando las inversiones totales, el costo promedio anual, el costo promedio de agua por m^3 y el déficit restante en Hm^3 y Ha.

Tabla 9-82: Resumen de Alternativas de inversión Rio Malargüe. Todas las cuencas

Cuenca	Alternativa	Sub-Alternativa	Eficiencia red poblacional	Inversiones Total	Costo Anual Promedio	Costo del Adicional	Δ Ha - Cancelar	Déficit
				Millón USD	Millón USD	ARS/Ha.	Ha.	Hm^3
Mendoza	1		46%	796.2	51.0	496 742	32 305	-586
			30%	796.2	51.0	496 742	27 215	-494
	2	2.1	46%	1 384.2	87.2	849 433	13 844	-153
			30%	1 522.4	94.2	917 093	5 470	-60
		2.2	46%	830.9	57.5	559 680	18 960	-237
			30%	905.3	61.7	600 633	11 573	-145
		2.3	46%	294.2	22.2	215 669	26 444	-400
			30%	311.6	23.0	224 317	20 343	-308
	3	3.1	46%	1 713.9	101.5	988 104	12 831	-139
			30%	1 888.2	109.9	1 070 345	4 321	-47
			17%	1 976.6	112.0	1 090 673	0	0
		3.2	46%	1 638.2	106.4	959 174	16 531	-195
			30%	1 798.4	106.4	1 036 082	8 703	-103
Tunuyan	1		40%	383.7	20.5	129 416	9 007	-132
			30%	383.7	20.5	129 416	7 860	-115
	2	2.1	40%	493.0	25.6	161 715	0	0
			30%	493.0	25.6	161 715	0	0
		2.2	40%	665.7	22.0	138 751	0	0
			30%	665.7	22.0	138 751	0	0
		2.3	40%	225.2	11.2	70 976	0	0
			30%	225.2	11.2	70 976	0	0
	3	3.1	40%	592.2	32.9	207 705	0	0
			30%	592.2	32.9	207 705	0	0
		3.2	40%	377.3	22.0	97 560	0	0
			30%	377.3	22.0	138 757	0	0
Diamante	1		37%	433.3	21.7	428 158	7 247	-144
			30%	338.6	24.0	474 210	7 061	-140
	2	2.1	37%	519.7	27.7	547 729	0	0
			30%	519.7	28.1	555 240	0	0
		2.2	37%	466.5	31.5	622 310	2 739	-47
			30%	468.6	31.6	623 755	2 525	-44
		2.3	37%	150.9	7.0	138 917	7 796	-163
			30%	134.3	7.1	139 336	7 620	-160
	3	3.1	37%	519.7	28.1	555 240	0	0
			30%	519.7	28.1	555 240	0	0
		3.2	37%	580.7	33.7	665 518	0	0
			30%	580.7	33.7	665 518	0	0
Atuel	1		26%	365.1	21.2	353 030	6 771	-117
	2	2.1	26%	303.9	11.5	191 882	0	0
		2.2	26%	189.2	8.0	133 156	0	0
		2.3	26%	128.4	4.7	78 358	0	0
	3	3.1	26%	324.5	12.5	208 995	0	0
		3.2	26%	241.7	10.6	208 995	0	0
Malargüe	1		26%	10.9	0.3	35 227	0	0
	2	2.1	26%	27.0	0.7	81 423	0	0
		2.2	26%	16.1	0.5	51 352	0	0
		2.3	26%	8.5	0.3	28 631	0	0
	3	3.1	26%	27.0	0.7	81 423	0	0
		3.2	26%	16.1	0.5	81 423	0	0

Tabla 9-83: Resumen de Alternativas. Escenario con la totalidad de la superficie cultivada.

Cuenca	Alternativa	Sub-Alternativa	Eficiencia red poblacional	Inversiones Total Millón USD	Costo Anual Promedio Millón USD	Total Ha.	Hectáreas potenciales Ha.
Mendoza	3	3.1	46%	1 681	102	122 272	81 320
			30%	1 847	110		89 799
Tunuyan	3	3.1	40%	1 468	48	198 109	171 202
			30%	1 499	49		173 043
Diamante	3	3.1	37%	1 197	42	73 493	58 456
			30%	1 237	43		58 789
Atuel	3	3.1	26%	1 341	39	83 369	79 952
Malargüe	3	3.1	26%	Sin Cambio			

10. EJERCICIOS DE APLICACIÓN: RESULTADOS SOBRE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS DE INVERSION PRESENTADAS

10.1 LÍMITES DE LA RENTABILIDAD AGRÍCOLA

En esta sección se presenta el resultado del análisis de rentabilidad para cada destino agrícola, identificando sus componentes principales y distinguiendo entre las diferentes células de cultivo de cada cuenca.

A diferencia de lo oportunamente presentado en el capítulo 6, aquí el análisis se realiza a partir de la estructura de ingresos y costos de cada emprendimiento con la idea de evidenciar la capacidad de pago de las inversiones a nivel individual.

El objetivo es que lo expuesto en esta sección sirva de referencia para poner en contraste las inversiones propuestas en secciones posteriores.

La tabla a continuación presenta los componentes principales del análisis de rentabilidad llevado a cabo para cada tipología de productor (tradicionales chicos, tradicionales grandes y tecnificados), para cada cultivo y cada cuenca:

Tabla 10-1: Componentes del análisis de rentabilidad

I	**Ingreso por ventas por ha (1)**	Es el valor bruto de producción
CO	**Costos operativos por ha (2)**	Corresponde a los costos de realización de tareas agrícolas periódicas (por campaña)
MB	**Margen bruto por ha (3 = 1- 2)**	
CF	**Costos fijos de capital y gestión (4)**	Costos que no dependen del tamaño de explotación (gestión, infraestructura agrícola y equipamiento)
CV	**Costos variables de capital y gestión (5)**	Costos que dependen del tamaño de explotación (impuesto inmobiliario, canon de riego, costo de oportunidad de la tierra, etc.)
R	**RESULTADO ECONOMICO (6 = 3 – 4 - 5)**	

Considerando que los costos operativos corresponden a las tareas esenciales para lograr la producción en cada campaña, el análisis de rentabilidad depende crucialmente del margen bruto por ha, el cual se considera antes de impuestos (en caso de corresponder Monotributo/Ganancias e Ingresos Brutos).

Y la rentabilidad económica quedará definida entonces por la gravitación que tenga el resto de los costos (de capital, por ejemplo), ya que éstos son los componentes que se verán incrementados al encarar procesos de inversión.

En las secciones que siguen se considerará que el tamaño de explotación es suficiente para cubrir los costos fijos de capital y gestión (esto es, se ha superado el tamaño mínimo para que una explotación sea rentable; ver sección 6.2.1).

Los modelos económicos utilizados consideran que el incremento en la rentabilidad fruto del aumento del tamaño de explotación viene dado por un margen neto constante por ha, que corresponde a la diferencia entre margen bruto (ingresos por ventas menos costos operativos por ha) y el resto de los costos por ha (excluidos los costos fijos por capital y gestión).
Es decir que el análisis de rentabilidad se focalizará en la comparación entre el margen bruto y el resto de los costos de producción por ha. Y entonces el margen neto (rentabilidad) vendrá dado por la diferencia entre el margen bruto y los costos variables[10].
Como unidad de comparación o referencia se considerará un canon anual de $31.720/ha/año (igual al promedio vigente +0,5 x D.S.) lo cual equivale a U$S 33,7 al tipo de cambio vigente al momento de este informe.

10.1.1 RÍO MENDOZA

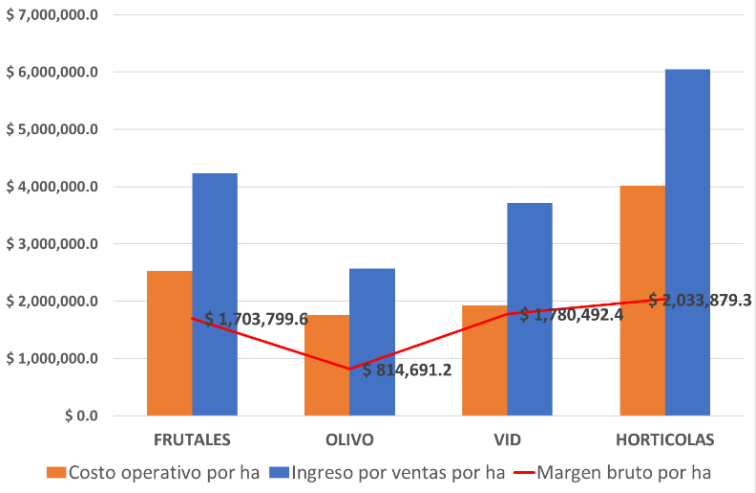


Figura 10-1: Río Mendoza. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

Como se puede observar, el margen bruto por ha representa entre el 50% y el 90% de los costos operativos según el destino agrícola.
Por su parte, los costos variables representan entre el 12% y el 30% del margen bruto, reflejando por diferencia la rentabilidad económica una vez cubierto los costos fijos.

[10] Se les ha llamado "variables" ya que son proporcionales al tamaño de explotación, para diferenciarlos de los "fijos" (el equipamiento y la infraestructura, que han sido contemplados en los tres diferentes paquetes tecnológicos descriptos en secciones anteriores).

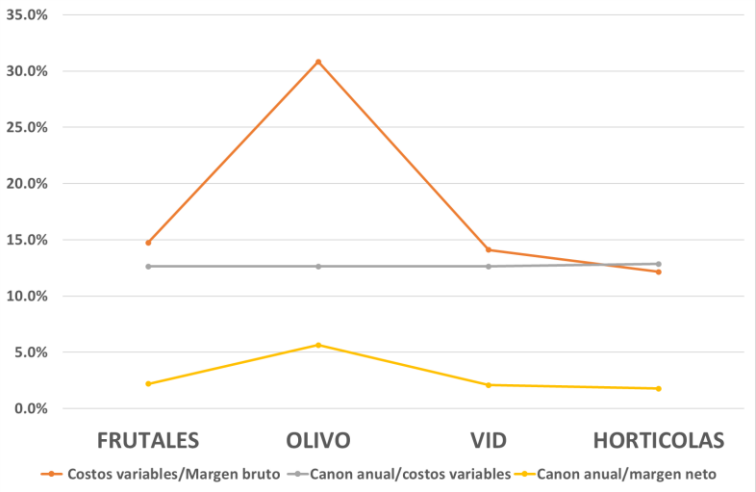


Figura 10-2: Río Mendoza. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

Y a través del ratio canon anual/costos variables se observa una participación del costo del agua superficial del 12% promedio, con un impacto equivalente a 2,9% en promedio de la rentabilidad (el valor máximo es de 5,6%).

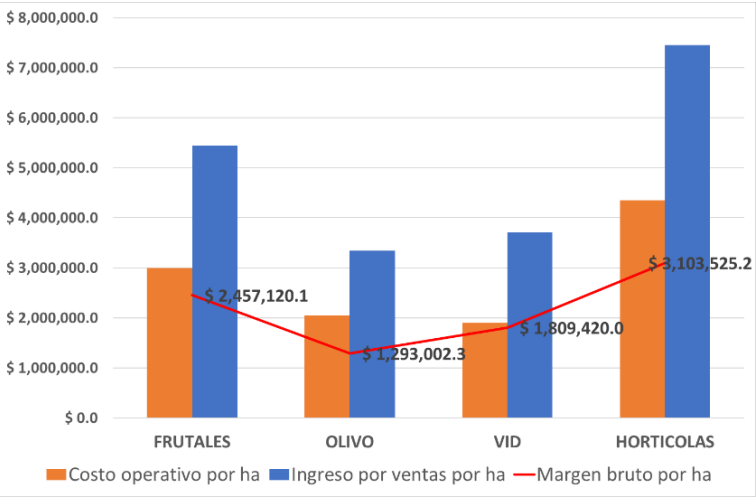


Figura 10-3: Río Mendoza. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

En el caso de los productores tecnificados se puede observar que el margen bruto por ha es mayor relativamente, representando entre el 60% y el 95% de los costos operativos según el destino agrícola.

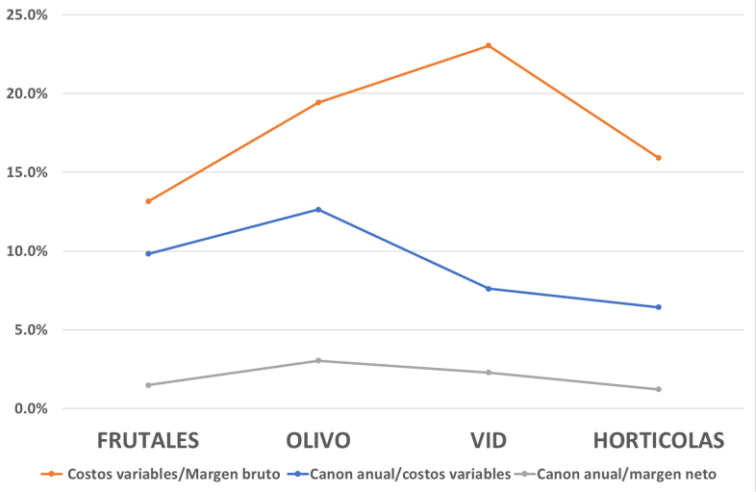


Figura 10-4: Río Mendoza. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

Los costos variables representan entre el 13% y el 23% del margen bruto, no reflejando significativas diferencias con el caso anterior. Tampoco se revelan diferencias importantes en cuanto al peso del canon anual sobre los costos variables, ni en relación al ratio canon anual/margen neto, que muestra un tamaño relativo del costo anual del agua superficial en la rentabilidad cercana al 2% en promedio.

10.1.2 Río Tunuyán Superior

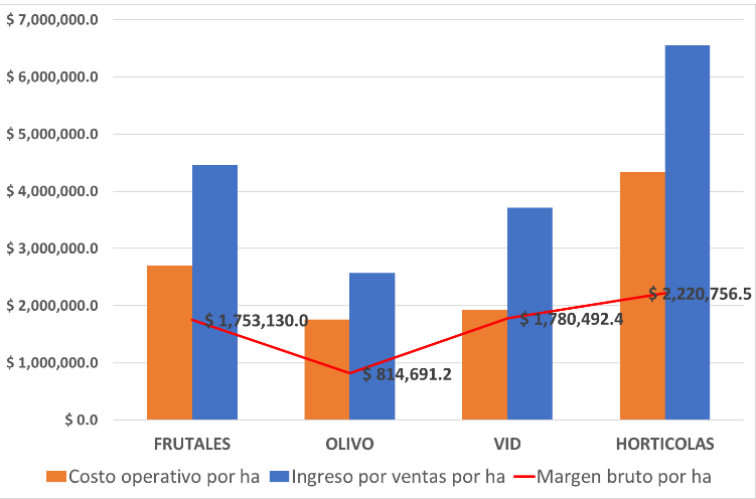


Figura 10-5: Río Tunuyán superior. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

Como se puede observar, en términos relativos el panorama en esta cuenca no es muy distinto al de la anterior. El margen bruto por ha representa entre el 46% y el 92% de los costos operativos según el destino agrícola.

Por su parte, los costos variables representan entre el 12% y el 30% del margen bruto, reflejando por diferencia la rentabilidad económica una vez cubierto los costos fijos. La participación del canon anual en los costos variables alcanza un promedio de 12,7% y equivale al 2,9% de la rentabilidad.

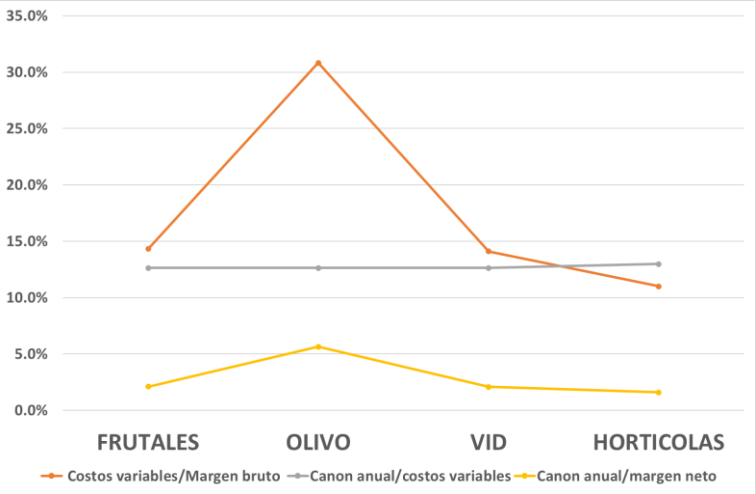


Figura 10-6: Río Tunuyán superior. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

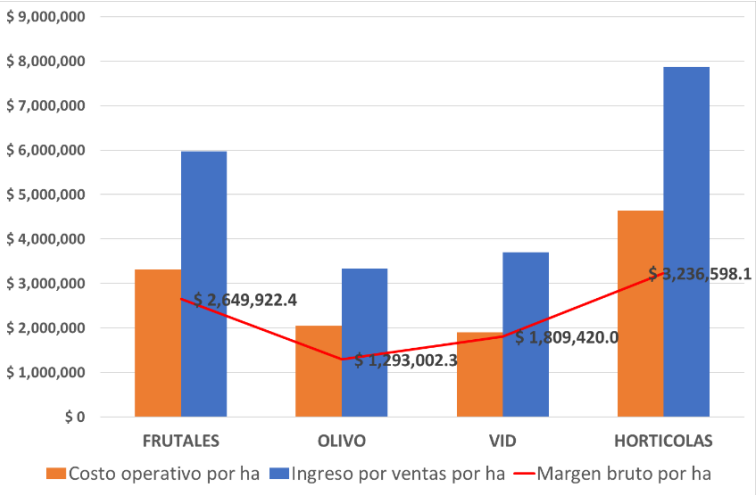


Figura 10-7: Río Tunuyán superior. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

En el caso de los productores tecnificados se puede observar que el margen bruto por ha es superior al de los productores tradicionales en promedio, representando entre el 63% y el 95% de los costos operativos según el destino agrícola.

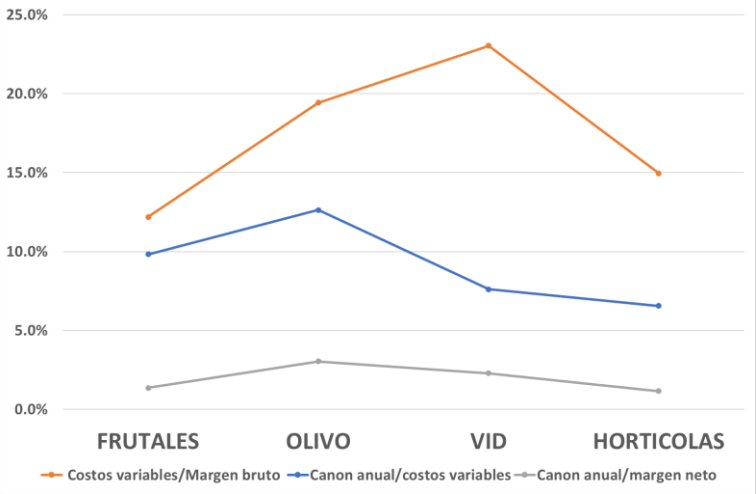


Figura 10-8: Río Tunuyán superior. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

Y los costos variables representan entre el 12% y el 23% del margen bruto, reflejando por diferencia la rentabilidad económica una vez cubierto los costos fijos. La participación relativa del canon anual es en promedio del 13%, y equivale a alrededor del 2% de la rentabilidad.

10.1.3 RÍO TUNUYÁN INFERIOR

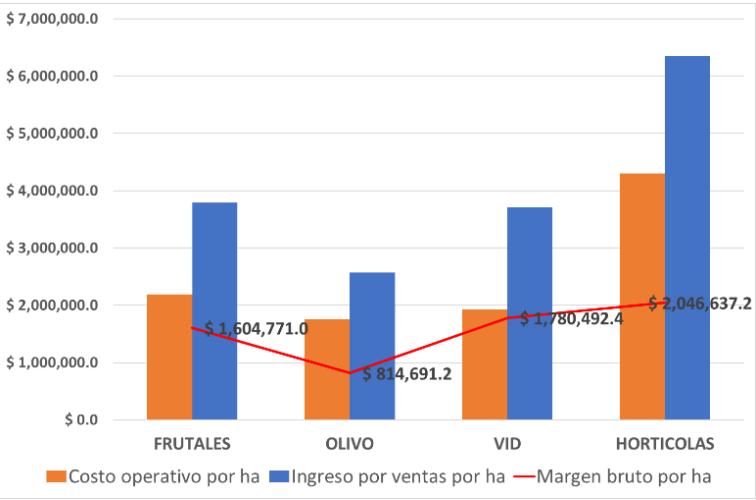


Figura 10-9: Río Tunuyán Inferior. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

Como se puede observar, el margen bruto por ha representa entre el 46% y el 92% de los costos operativos según el destino agrícola.

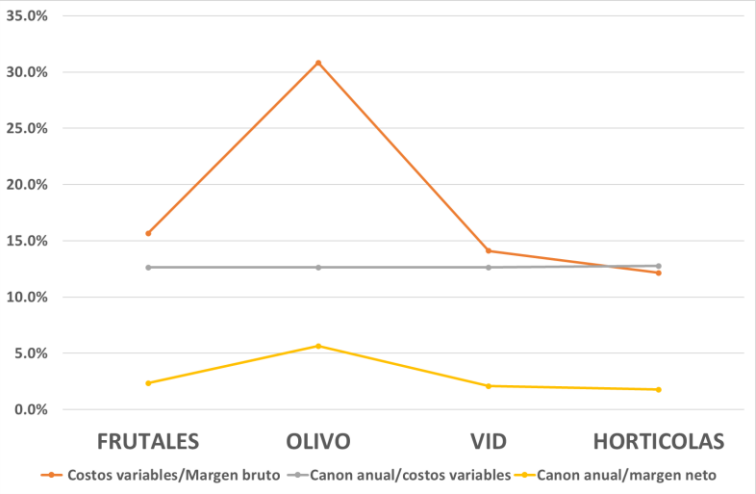


Figura 10-10: Río Tunuyán superior. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

Los costos variables representan entre el 12% y el 30% del margen bruto, reflejando por diferencia la rentabilidad económica una vez cubierto los costos fijos. El peso relativo del canon alcanza en promedio al 12,7% de los costos variables, y su impacto equivalente en términos de rentabilidad es del 3% en promedio.

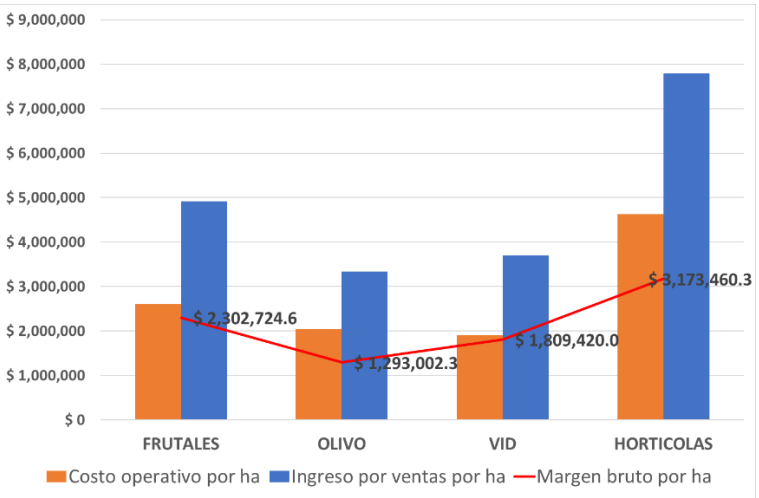


Figura 10-11: Río Tunuyán Inferior. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

En el caso de los productores tecnificados no se observan diferencias importantes: hay un pequeño incremento en el peso relativo del margen sobre costos y, en promedio, el canon anual equivale al 9,1% de los costos variables y al 2% de la rentabilidad.

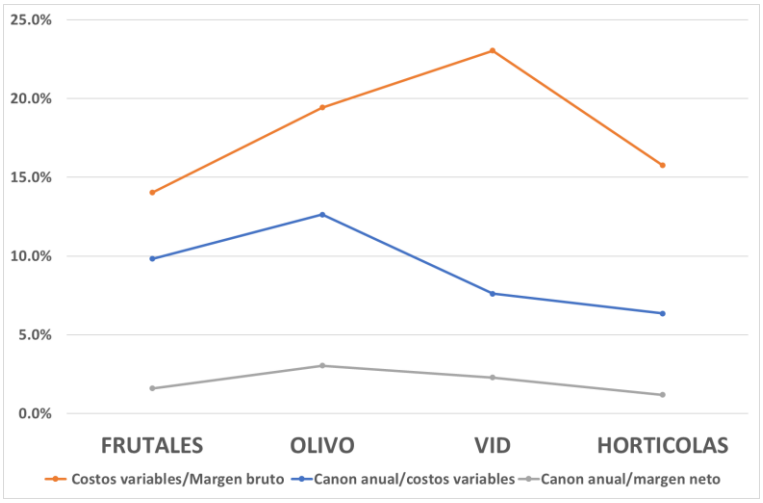


Figura 10-12: Río Tunuyán Inferior. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

10.1.4 RÍO DIAMANTE

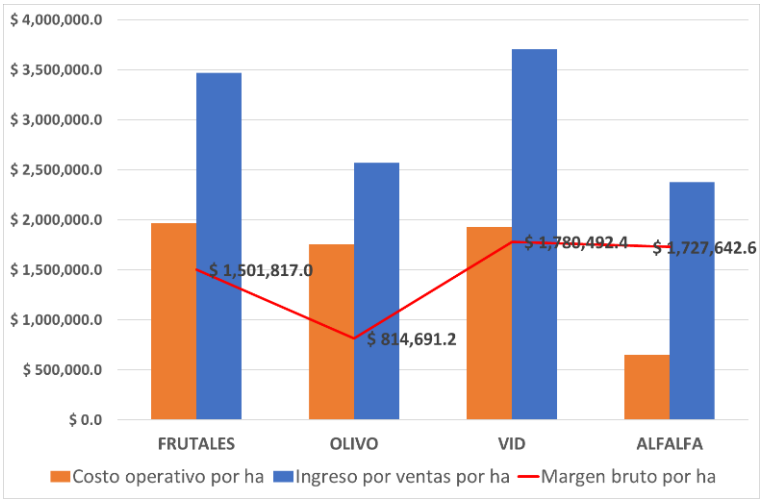


Figura 10-13: Río Diamante. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

Como se puede observar, en este caso el margen bruto por ha sobre los costos operativos posee mayor variabilidad que los anteriores: el valor más bajo alcanza a 46% (olivo), mientras que en el caso de la alfalfa supera el 200%[11].

Por su parte, los costos variables representan entre el 14% y el 31% del margen bruto, reflejando por diferencia la rentabilidad económica una vez cubierto los costos fijos.

Finalmente, el ratio canon anual/costos variables muestra una participación relativa del 12% promedio y el peso del canon en la rentabilidad (margen neto) equivale a 3,1%.

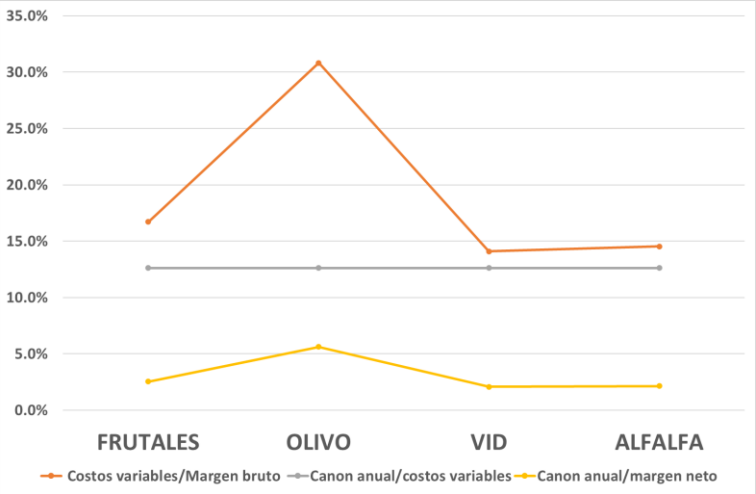


Figura 10-14: Río Diamante. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

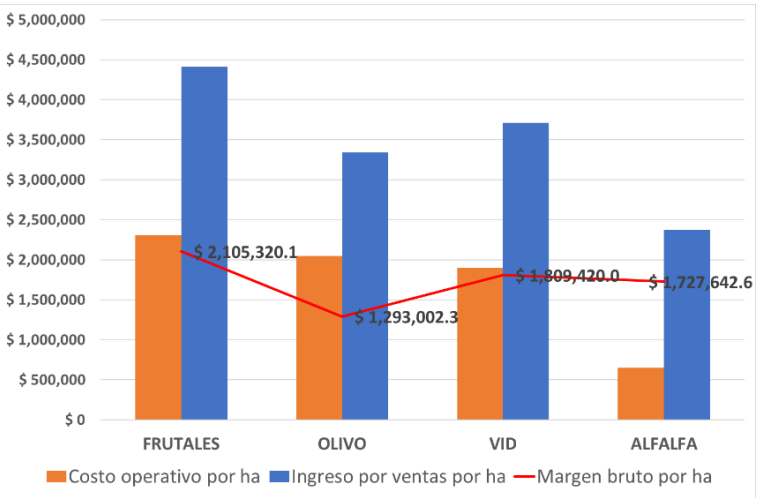


Figura 10-15: Río Diamante. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

[11] En la estructura de costos de los modelos gravitan significativamente los otros componentes de costos, por eso es que en definitiva no hay grandes diferencias de rentabilidad por ha.

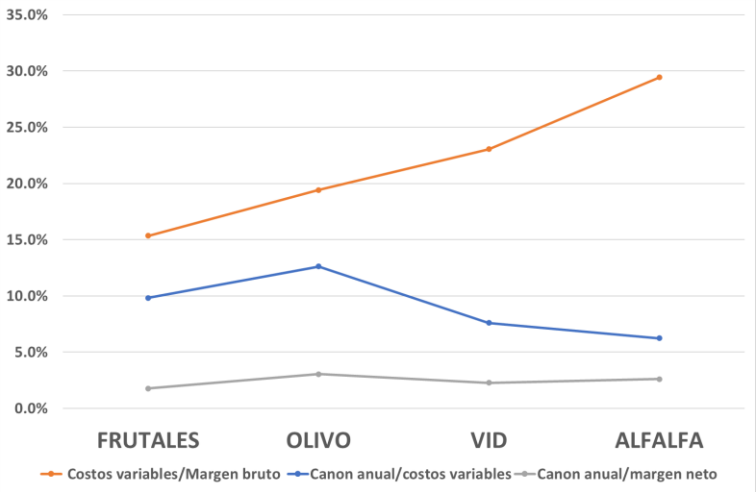


Figura 10-16: Río Diamante. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

Los costos variables representan entre el 15% y el 30% del margen bruto, reflejando por diferencia la rentabilidad económica una vez cubierto los costos fijos. Finalmente, el canon anual representa en promedio el 9,1% de los costos variables, mientras que el peso relativo equivalente en la rentabilidad es de 2,4%.

10.1.5 RÍO ATUEL

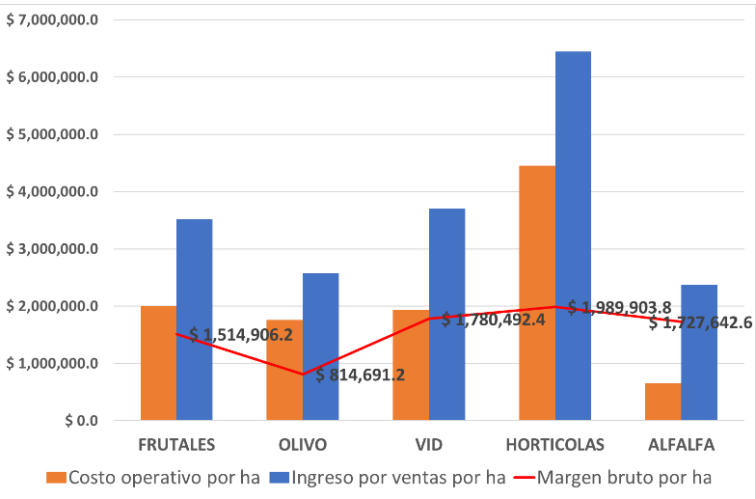


Figura 10-17: Río Atuel. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

Como se puede observar, al igual que en el caso del Río Diamante, el margen bruto por ha sobre los costos operativos posee una significativa variabilidad según el destino agrícola: el

valor más bajo alcanza a 44,7% (hortícolas), mientras que en el caso de la alfalfa supera el 200%[12].

Por su parte, los costos variables representan entre el 12,6% y el 31% del margen bruto, reflejando por diferencia la rentabilidad económica una vez cubierto los costos fijos. Finalmente, el ratio canon anual/costos variables muestra una participación relativa de 12% promedio y el peso del canon en la rentabilidad (margen neto) es de 2,8%.

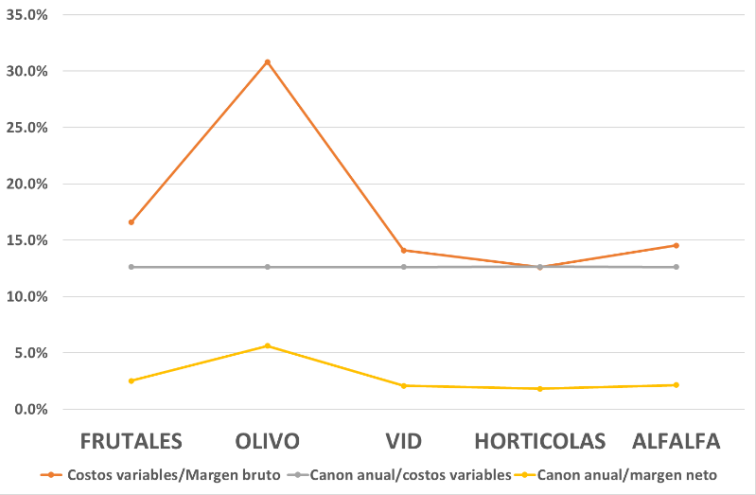


Figura 10-18: Río Atuel. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

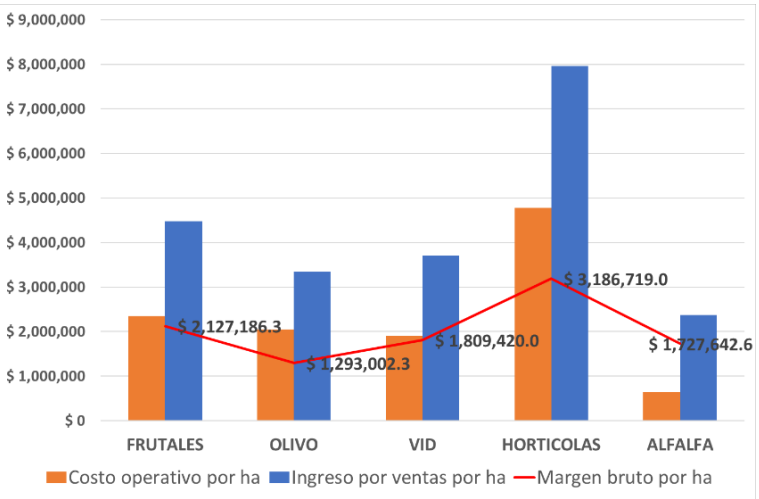


Figura 10-19: Río Atuel. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

En el caso de los productores tecnificados no refleja importantes diferencias en relación al anterior: se puede observar que el margen bruto por ha representa entre el 63% y más de 250% de los costos operativos (nuevamente es notorio relativamente el caso de la alfalfa).

[12] En la estructura de costos de estos modelos gravitan significativamente los otros componentes de costos por eso es que en definitiva no hay grandes diferencias en la rentabilidad por ha.

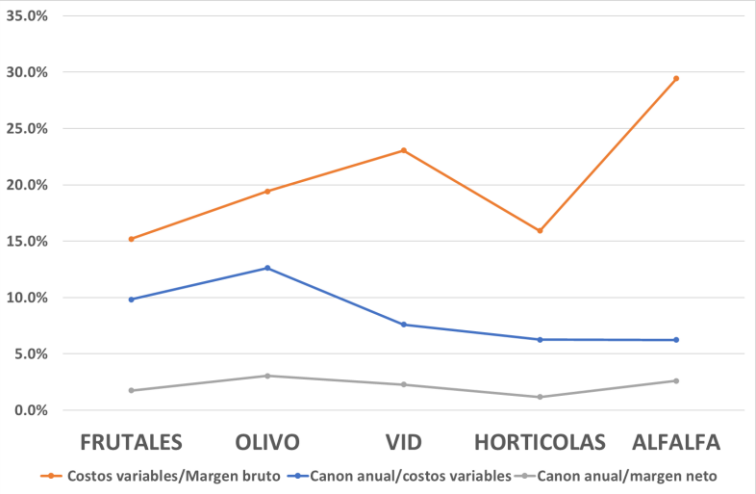


Figura 10-20: Río Atuel. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

Los costos variables representan entre el 15% y el 30% del margen bruto; el canon anual representa en promedio el 8,5% de los costos variables, mientras que en la rentabilidad el peso relativo equivalente es de 2,2%.

10.1.6 RÍO MALARGÜE

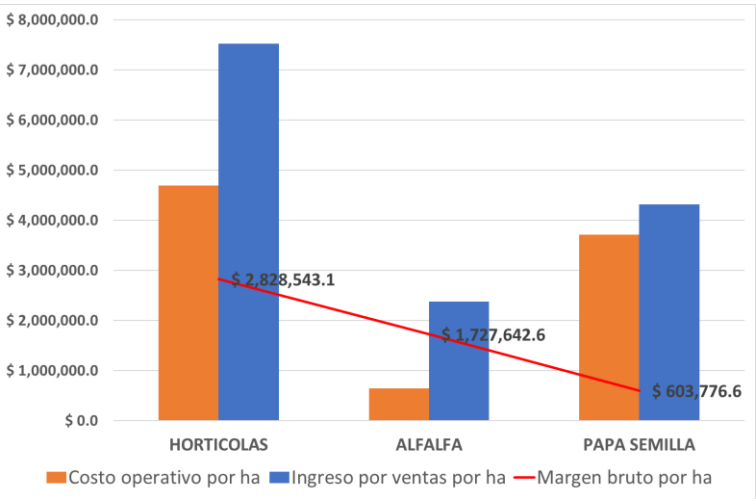


Figura 10-21: Río Malargüe. Productores tradicionales, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

En esta cuenca la particularidad de la conformación de la célula de cultivo en relación a las demás se pone de manifiesto a través de importantes diferencias en resultados económicos según destino agrícola: mientras que la relación margen bruto-costos operativos es

relativamente baja en el caso de la papa semilla (16%), en el caso de la alfalfa supera el 250%. Estas diferencias parecieran obedecer a la diferente gravitación de distintos componentes de la estructura de costos[13].

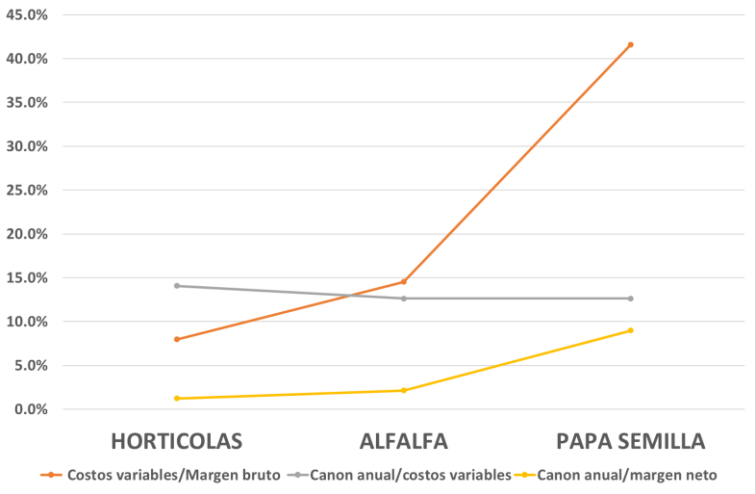
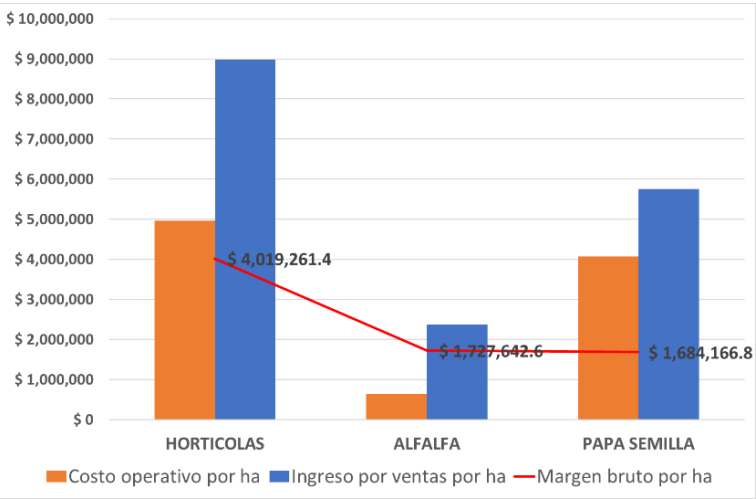


Figura 10-22: Río Malargüe. Productores tradicionales, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

Otro ejemplo de esta heterogeneidad en componentes de costos se refleja en la participación de los costos variables en el margen bruto, que recorre una importante distancia entre el 8% de los cultivos hortícolas y 41,6% de la papa semilla. El ratio canon anual/costos variables muestra una participación relativa relativamente estable en torno al 13% promedio y el peso equivalente del canon en la rentabilidad (margen neto) va de 1,4% a 9%.



[13] Por ejemplo, el costo operativo promedio por ha de la alfalfa no supera el 20% del de la papa, mientras que los ingresos por ventas de esta última casi duplican los de la primera.

Figura 10-23: Río Malargüe. Productores tecnificados, Ingresos por ventas, costos operativos y margen bruto por ha (en $/ha)

En el caso de los productores tecnificados se puede observar que el margen bruto por ha representa entre el 41,3% y más de 250% de los costos operativos (nuevamente es notorio relativamente el caso de la alfalfa).

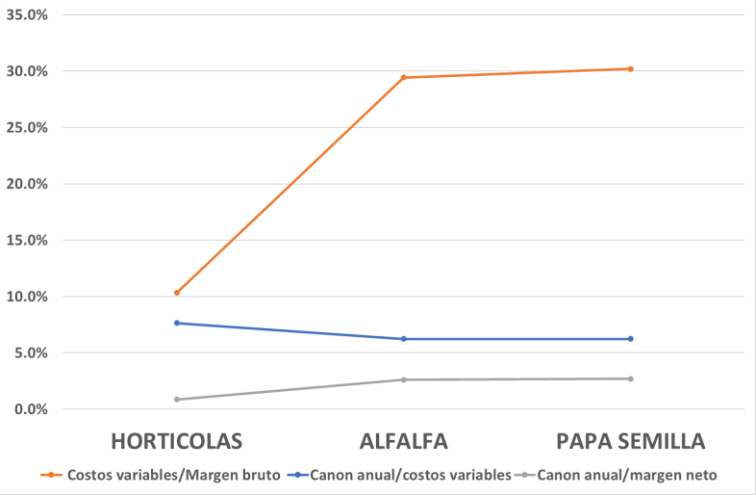


Figura 10-24: Río Malargüe. Productores tecnificados, Participaciones relativas del canon anual y los costos variables

Los costos variables representan entre el 10% y el 30% del margen bruto, reflejando por diferencia la rentabilidad económica una vez cubierto los costos fijos. Finalmente, el canon anual representa en promedio el 6,7% de los costos variables, mientras que en la rentabilidad posee un peso relativo equivalente al 2%.

10.2 Inversiones A Nivel Agregado (Obras De Conducción -Dgi/Insp De Cauce)

En el marco del Plan Hídrico de Mendoza, resulta crucial comprender las responsabilidades financieras y operativas asociadas con las inversiones destinadas a mejorar las condiciones dentro de una cuenca. Esta sección se centra en la dinámica entre los responsables de ejecutar las tereas y la responsabilidad en la gestión del financiamiento, por parte del Departamento General de Irrigación y las inspecciones de cauce.

10.2.1 Riego Tecnificado: Red De Riego Externa

La alternativa 3 analizada, contempla un sistema de distribución que minimiza las inversiones dentro de las propiedades e incentiva el uso de sistemas de riego de alta frecuencia. Para ello,

las entregas se deben realizar de manera continua o con una alta frecuencia, generando que la necesidad de almacenamiento de agua dentro de las propiedades sea la mínima, llegando a ser eliminada completamente. La gestión de la inversión y la administración de la red externa estarán a cargo de la Inspección de cauce y el Departamento General de Irrigación.

10.2.2 Integración De Sistemas De Gestión

Responsable de la obra: El DGI e inspecciones involucradas gestionan la integración de los diferentes sistemas de gestión de recursos hídricos. Responsable de pago: Este costo es cubierto por el canon de riego, que es parte de la factura de pago del Departamento General de Irrigación.

10.3 Inversiones A Nivel Microeconómico (Usuarios - Riego Por Goteo)

Las alternativas contemplan los costos de la inversión intrafinca, donde el responsable directo de la gestión de esa inversión son los usuarios del recurso.

10.3.1 Riego Tecnificado: Inversión Intrafinca

La alternativa 2 y 3 contemplan la inversión intrafinca o intra parcelaria, para lograr un riego de alta eficiencia, tomando como referencia el riego por goteo y el riego por mangas.

10.3.2 Medidores De Flujo, Caudalímetros

Para lograr una entrega volumétrica que garantice las eficiencias deseadas, es fundamental cuantificar los volúmenes entregados y transmitir los datos a las administraciones de las inspecciones o zonas de riego pertinentes. En las alternativas consideradas, se establece que los costos son asumidos directamente por los usuarios del sistema.

10.4 Inversiones Y Costos Anuales

A continuación se presentan una serie tablas con los valores de inversiones desagregados según sea la inspección / DGI o los usuarios los que, se pretende, deben afrontar los costos:

10.4.1 RIO MENDOZA

Tabla 10-2: Río Mendoza - Inversiones y costos anuales – DGI / INSP

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1.1	46%	716	35	4	8	47
1.1	30%	716	35	4	8	47
2.1	46%	1070	47	5	6	59
2.1	30%	1183	52	6	6	64
2.2	46%	532	24	3	4	31
2.2	30%	584	26	3	4	33
2.3	46%	159	8	.9	6	15
2.3	30%	172	8	.9	6	16
3.1	46%	1397	62	7	4	73
3.1	30%	1545	67	8	4	79

Tabla 10-3: Río Mendoza - Inversiones y costos anuales – Usuarios

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1.1	46%	80	4	0	0	4
1.1	30%	80	4	0	0	4
2.1	46%	314	14	2	13	28
2.1	30%	339	15	2	14	30
2.2	46%	299	13	2	12	27
2.2	30%	321	14	2	13	29
2.3	46%	136	7	1	0	7
2.3	30%	141	7	1	0	8
3.1	46%	317	14	2	13	29
3.1	30%	343	15	2	14	31

10.4.2 RÍO TUNUYÁN

Tabla 10-4: Río Tunuyán- Inversiones y costos anuales – DGI / INSP

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1.1	40%	323	15	2	1	17
1.1	30%	323	15	2	1	17
2.1	40%	355	14	2	1	17
2.1	30%	355	14	2	1	17
2.2	40%	101	4	0	1	5
2.2	30%	101	4	0	1	5
2.3	40%	113	5	1	1	6
2.3	30%	113	5	1	1	6
3.1	40%	436	18	2	1	21
3.1	30%	436	18	2	1	21
3.2	40%	101	4	0	1	5
3.2	30%	101	4	0	1	5

Tabla 10-5: Río Tunuyán - Inversiones y costos anuales – Usuarios

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1.1	40%	61	3	0	0	3
1.1	30%	61	3	0	0	3
2.1	40%	138	5	1	3	9
2.1	30%	138	5	1	3	9
2.2	40%	276	11	1	4	17
2.2	30%	276	11	1	4	17
2.3	40%	112	5	1	0	5
2.3	30%	112	5	1	0	5
3.1	40%	156	7	1	4	11
3.1	30%	156	7	1	4	11
3.2	40%	276	11	1	4	17
3.2	30%	276	11	1	4	17

10.4.3 RÍO DIAMANTE

Tabla 10-6: Río Diamante- Inversiones y costos anuales – DGI / INSP

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1.1	37%	403	18	2	0	20
1.1	30%	403	18	2	0	20
2.1	37%	804	18	2	0	20
2.1	30%	804	18	2	0	21
2.2	37%	506	13	1	1	15
2.2	30%	510	13	2	1	15
2.3	37%	184	5	1	0	5
2.3	30%	168	5	1	0	5
3.1	37%	401	16	2	0	18
3.1	30%	401	16	2	0	18
3.2	37%	244	10	1	1	12
3.2	30%	244	10	1	1	12

Tabla 10-7: Rio Diamante - Inversiones y costos anuales – Usuarios

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1.1	37%	31	1	0	0	2
1.1	30%	31	1	0	0	2
2.1	37%	118	3	0	4	7
2.1	30%	118	3	0	4	7
2.2	37%	318	8	1	7	16
2.2	30%	318	8	1	7	16
2.3	37%	62	2	0	0	2
2.3	30%	62	2	0	0	2
3.1	37%	118	5	1	4	10
3.1	30%	118	5	1	4	10
3.2	37%	337	14	2	6	22
3.2	30%	337	14	2	6	22

10.4.4 RÍO ATUEL

Tabla 10-8: Río Atuel- Inversiones y costos anuales – DGI / INSP

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1.1	26 %	348.4	17.9	2.1	0.2	20
2.1	26 %	235.3	6.7	0.8	0.2	8
2.2	26 %	120.7	3.5	0.4	0.2	4
2.3	26 %	78.2	2.4	0.3	0.2	3
3.1	26 %	252.2	7.4	0.8	0.2	8
3.2	26 %	157.1	4.7	0.5	0.2	6

Tabla 10-9: Rio Atuel - Inversiones y costos anuales – Usuarios

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1.1	26 %	16.8	0.9	0.1	0.0	1
2.1	26 %	68.5	2.0	0.2	1.6	4
2.2	26 %	68.5	2.0	0.2	1.6	4
2.3	26 %	50.2	1.6	0.2	0.0	2
3.1	26 %	72.3	2.1	0.2	1.8	4
3.2	26 %	84.6	2.6	0.3	2.2	5

10.4.5 RÍO MALARGÜE

Tabla 10-10: Río Malargüe- Inversiones y costos anuales – DGI / INSP

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1	26%	9.31	0.24	0.03	0.00	0.26
2.1	26%	4.50	0.10	0.01	0.00	0.12
2.2	26%	2.68	0.07	0.01	0.00	0.07
2.3	26%	1.42	0.04	0.00	0.00	0.04
3.1	26%	4.50	0.10	0.01	0.00	0.12
3.2	26%	2.68	0.07	0.01	0.00	0.07

Tabla 10-11: Rio Malargüe - Inversiones y costos anuales – Usuarios

Alternativa	Poblacional	Inversiones	Devolución de capital (Promedios)	Mantenimiento (Promedios)	Energía (Promedios)	Costo Anual (Promedios)
		Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD	Millón USD
1	26%	1.57	0.0	0.00	0.00	0.04
2.1	26%	22.46	0.5	0.06	0.02	0.60
2.2	26%	13.38	0.3	0.04	0.02	0.38
2.3	26%	7.07	0.2	0.02	0.00	0.21
3.1	26%	22.46	0.5	0.06	0.02	0.60
3.2	26%	13.38	0.3	0.04	0.02	0.38

10.5 PRINCIPALES CONCLUSIONES

En esta sección se evalúa el impacto preliminar de las propuestas realizadas en el capítulo 9. Para esta evaluación se aplican dos estrategias:

- El costo anual por ha de cada alternativa de inversión se expresa en términos de un canon anual ($31.720/ha/año, igual al promedio vigente +0,5 x D.S.) lo cual equivale a U$S 33,7 al tipo de cambio vigente al momento de este informe.
- El costo anual por ha de cada alternativa de inversión se expresa en términos del margen neto por ha de cada tipo de cultivo. Es importante enfatizar que este margen neto es una simplificación de los modelos de rentabilidad utilizados, ya que está contemplando la diferencia entre margen bruto (ingresos por ventas menos costos operativos) y los costos variables, sin incorporar el impacto de los costos fijos (costos anuales equivalentes de capital fundiario y de explotación), los cuales -como se vio en

las figuras 6.4, 6.5 y 6.6 anteriores- impactan diferencialmente en la rentabilidad por ha dependiendo del tamaño de explotación[14].

El costo anual por ha de cada alternativa de inversión figura en la 7ma columna de la tabla 9-82.

Al expresar este costo anual en términos de canon para las alternativas propuestas en el Río Mendoza el resultado es el siguiente:

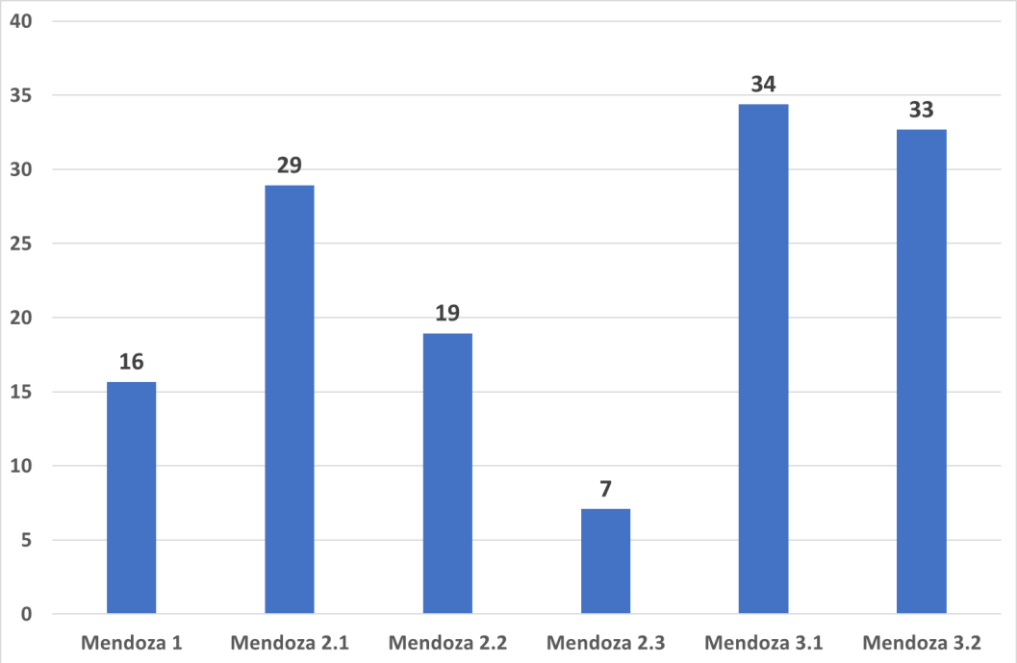


Figura 10-25: Río Mendoza. Costo anual de la inversión en términos de equivalente-canon (todas las alternativas)

La alternativa 3 es la más relativamente costosa y equivalente a más de 30 cánones anuales. Le sigue la alternativa 2, con una variación importante en su impacto según escenarios (29 o 19, para el escenario 1 y 2, respectivamente). Esta última es algo mayor a la alternativa 1 en términos de costo relativo. Y finalmente la alternativa 2.3 es la de menor impacto relativo.

Sin embargo, si se recuerda que en promedio el canon representa alrededor del 2-3% del margen neto, una mejor perspectiva se logra al expresar estos costos incrementales de inversión en términos del margen neto por ha:

[14] Esas figuras muestran que hay tamaños pequeños de explotación que poseen rentabilidad negativa en el modelo base. A fin de tener una referencia, en los tamaños de explotación de base (7 y 30 ha) los costos de capital representan entre el 60 y 70% del margen neto en el caso de los productores tradicionales chicos y grandes, y entre 30 y 50% en el caso de los tecnificados de la cuenca del Río Mendoza.

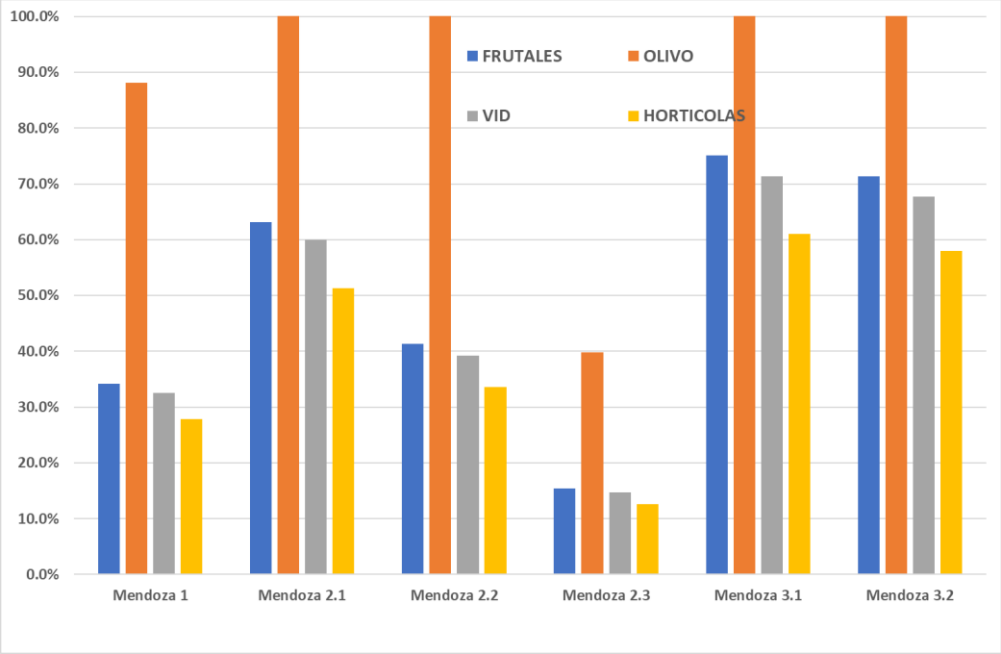


Figura 10-26: Río Mendoza. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola (productores tradicionales; todas las alternativas)

Al analizar el impacto desde esta perspectiva se observa que el costo adicional de estas inversiones impactaría significativamente en la rentabilidad del olivo. En los otros casos, las alternativas 2.1, 3.1 y 3.2 superan holgadamente el 50% del margen neto, mientras que la 1 y la 2.2 tienen un impacto relativo similar (entre 30% y 40%); la de menor impacto relativo en la rentabilidad es la 2.3, que no supera el 15% (excepción hecha del olivo).

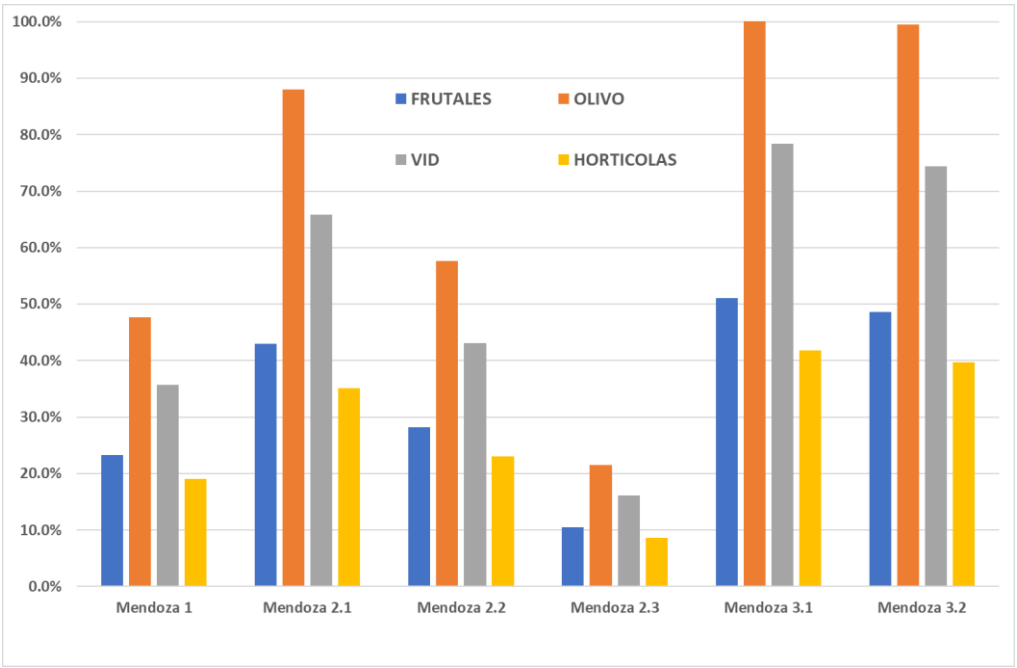


Figura 10-27: Río Mendoza. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola (productores tecnificados; todas las alternativas)

En el caso de los productores tecnificados el impacto es relativamente inferior en todos los casos.

Por su parte, al considerar el impacto de las propuestas de inversión en el resto de las cuencas el resultado es significativamente dispar. El costo equivalente en términos de canon oscila entre valores bajos (como los casos de las propuestas sobre el Río Malargüe, que alcanzan a entre 1 y 3 equivalentes cánon), y valores significativamente altos (hasta más de 20 veces esta referencia de valor en el caso de propuestas sobre el Río Diamante).

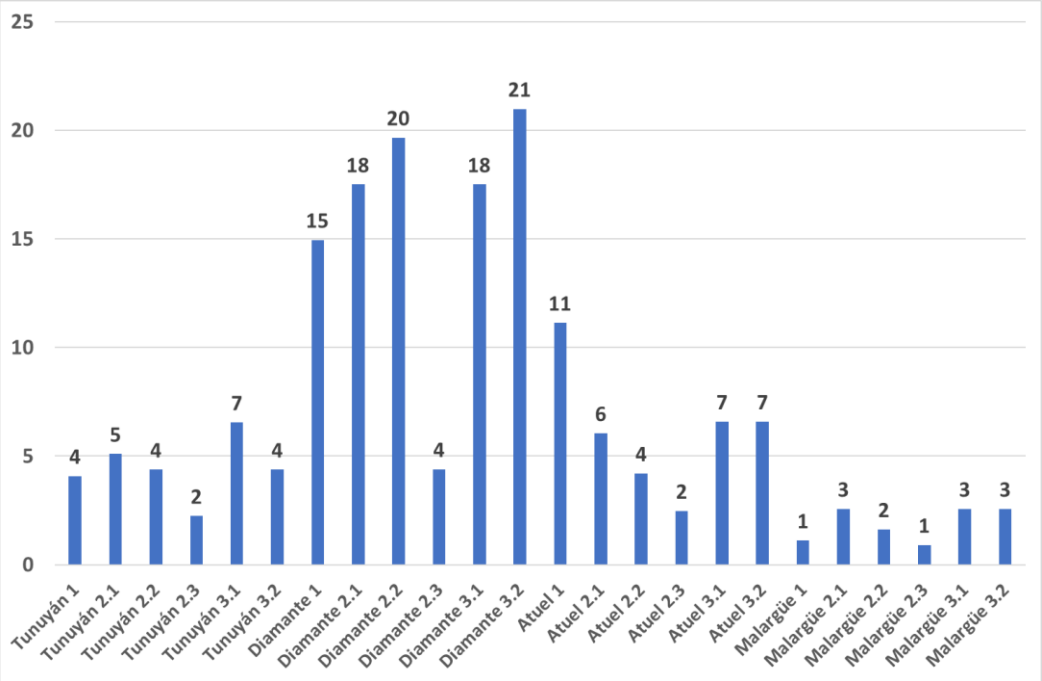


Figura 10-28: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos de equivalente-canon. (todas las alternativas)

Cuando la perspectiva considera al peso relativo de los costos de inversión sobre el margen neto también se observan resultados dispares según cuencas y alternativas evaluadas

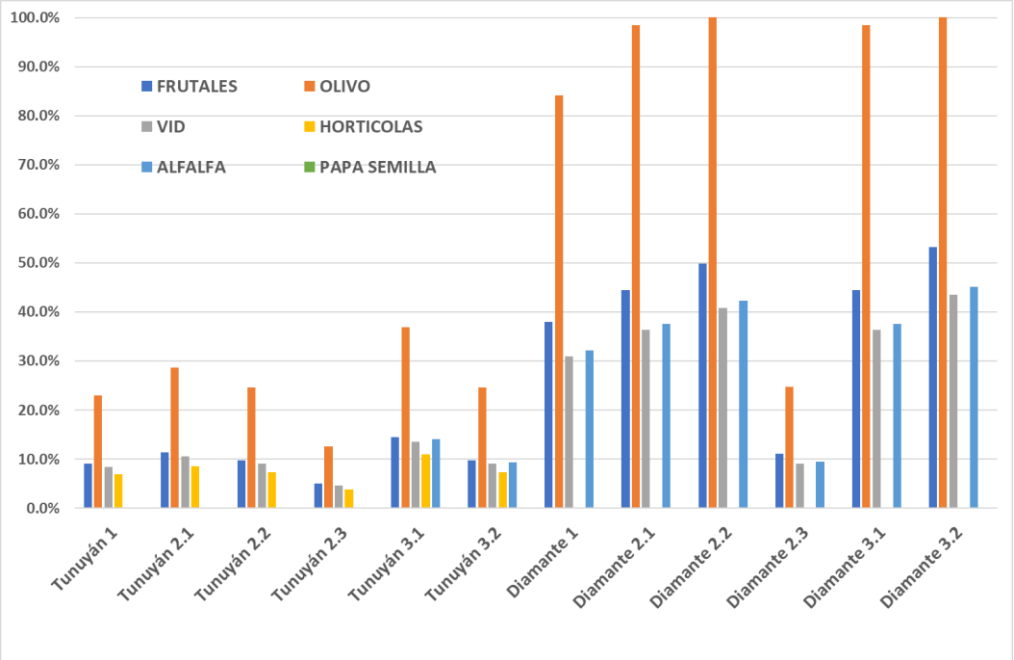


Figura 10-29 A: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola. (productores tradicionales; todas las alternativas)

- Las propuestas de inversión en el Río Tunuyán evidencian impactos que oscilan entre el 5% y el 13%, excepto por el caso del olivo en que estos efectos superan el 25%.
- En el Río Diamante los impactos oscilan entre 34% y 48% del margen neto en todas las alternativas excepto la 2.3, en la cual el impacto resulta cercano al 10% (nuevamente los resultados en el olivo comprometen su rentabilidad excepto en esta última alternativa).

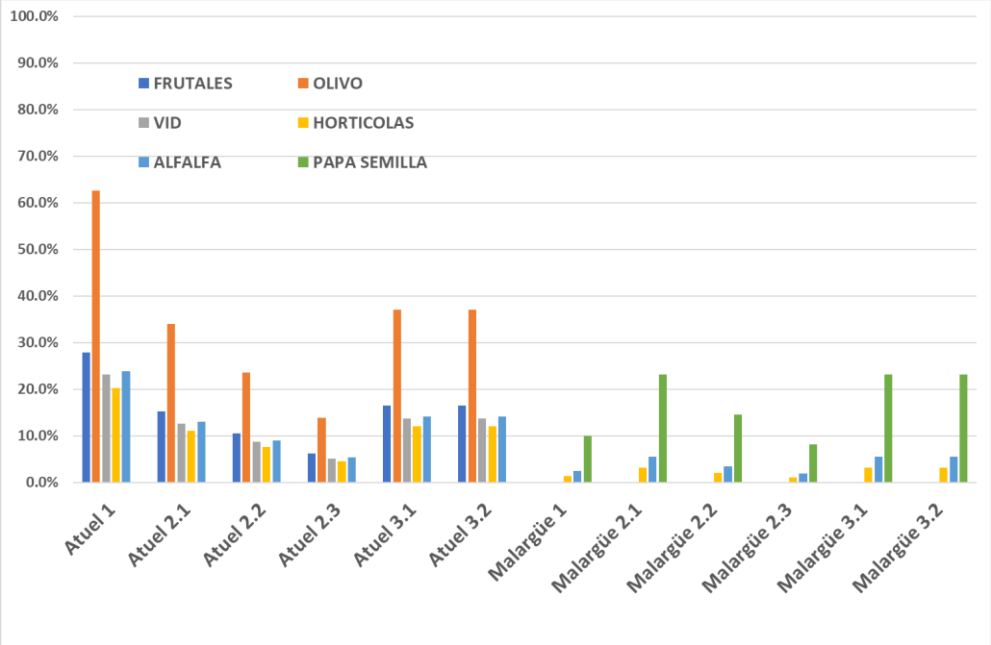


Figura 10-29 B: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola. (productores tradicionales; todas las alternativas)

- En el Río Atuel todas las alternativas cubren un costo relativo equivalente entre 5% y 25% (excepto para el olivo, en cuyo caso el impacto va desde 14% a 60% según el caso);
- En el Río Malargüe los resultados sobre la rentabilidad son muy marginales y no superan el 6% excepto para la papa semilla.

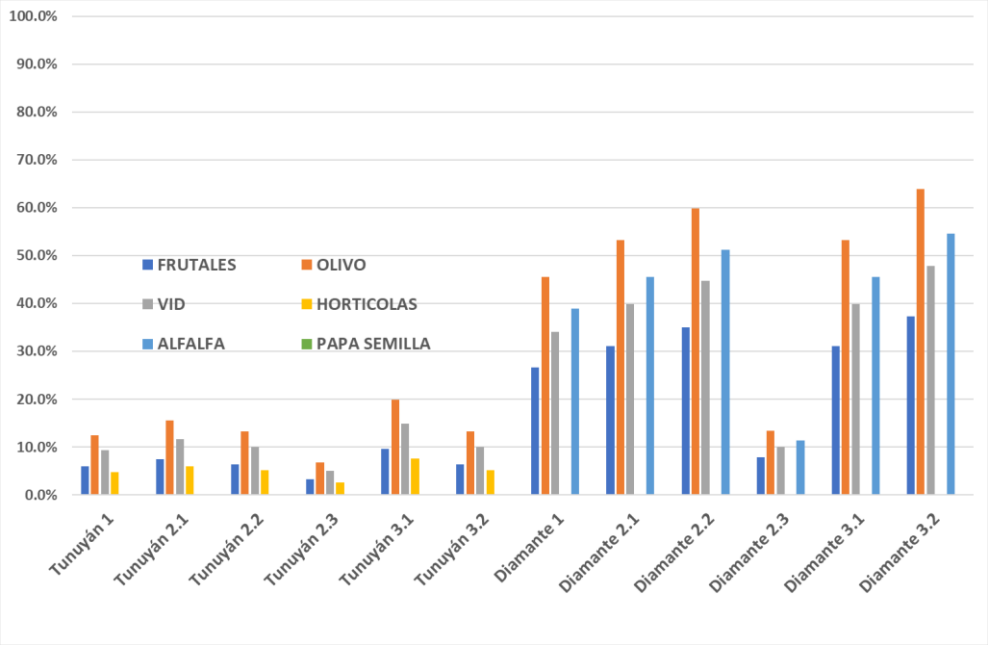


Figura 10-30 A: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola (productores tecnificados; todas las alternativas)

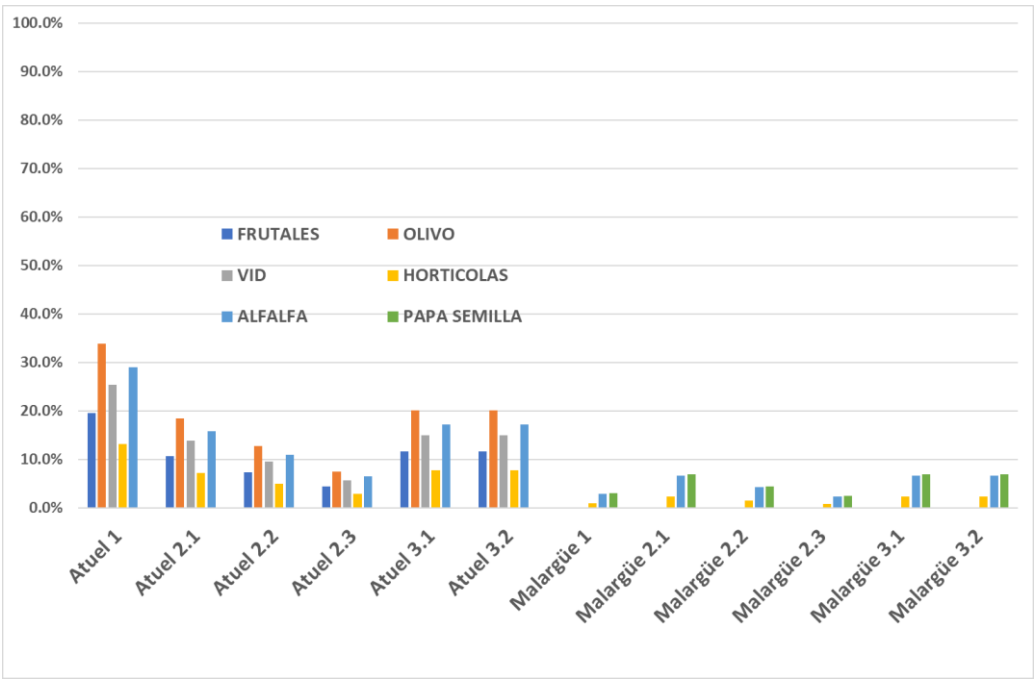


Figura 10-30 B: Resto de las cuencas hidrográficas. Costo anual de la inversión en términos del margen neto de cada destino agrícola (productores tecnificados; todas las alternativas)

En el caso de los productores tecnificados el impacto es relativamente inferior en todos los casos.

11. CONSUMO POBLACIONAL: ANÁLISIS GENERAL

11.1 ESTADO DE SITUACIÓN DEL SISTEMA

En Mendoza, el suministro de agua potable (y, en algunos casos, servicios de cloacas) es gestionado por 145 proveedores, cuyas actividades están reguladas por el Ente Provincial de Agua y Saneamiento (EPAS). Este servicio se extiende a través de 607,289 conexiones de agua y 413,151 de cloacas.

Tabla 11-1: suministro de agua potable – Prestadores y conexiones

Tipo de prestador	Agua			Cloaca		
	N° prestadores	conexiones	part. %	N° prestadores	conexiones	part. %
Aysam	1	416933	68.7%	1	361572	87.5%
Privados	5	2297	0.4%	1	1820	0.4%
Nacional	2		0.0%			0.0%
Provincial	2		0.0%			0.0%
Municipios	12	97191	16.0%	2	44000	10.6%
Comunitarios (diferentes estructuras organizativas)	106	84822	14.0%	10	5759	1.4%
	1	250	0.0%			0.0%
	2	1857	0.3%			0.0%
	10	3786	0.6%			0.0%
	4	153	0.0%			0.0%
TOTAL	**145**	**607289**		**14**	**413151**	

Como se puede apreciar en las tablas previas, existe una notable disparidad entre los proveedores en términos de escala del servicio, propiedad o tipo de gestión de la entidad, así como en la administración. La mayoría de los usuarios de agua potable son atendidos por el principal proveedor, Aysam con el 69%, seguido por los municipios proveedores, el 16%. El resto, a excepción de algunos proveedores privados con una participación menor al 0,4%, están representados por instituciones comunitarias (cooperativas, asociaciones vecinales, consorcios, mutuales, etc.), que en conjunto representan el 15% del total de conexiones de agua potable.

Aunque a continuación se ofrece una breve descripción de cada caso, es importante destacar que, en la mayoría de los suministros, la facturación del servicio no se basa en el volumen de agua consumida, sino en parámetros que lo estiman (o pretenden hacerlo) de manera

indirecta, como la superficie de las propiedades atendidas, el uso del agua, la capacidad de pago evaluada según la calidad de la construcción, la ubicación, entre otros.
Existen situaciones en las que la facturación se realiza en función del volumen consumido. Solo el 14,7% del total de conexiones de agua (de esta cantidad el 42% son provistas por AYSAM) cuentan con medidores. Al analizar por proveedor, de los 60 operadores que disponen de tecnología de micromedición, 44 cuentan con medidores para cada conexión registrada, lo que sugiere que en estos casos la tarifa se basa en el volumen consumido. Para el caso de AYSAM, el 9.1% de sus conexiones cuentan con medidores. Existes proveedores menores con el 100% de sus conexiones con medidor.

11.2 Demanda Actual y perdidas del sistema

La demanda de agua de la población se divide en usos propiamente residenciales y otros usos asociados a la misma. Esta desagregación en la demanda poblacional se obtiene con la diferencia entre el valor proporcionado por AYSAM de 352 litros por habitante por día como demanda neta del sistema y el dato de 280 litros por habitante por día de consumo en viviendas (media ponderada), según el trabajo “Futuro ambiental de Mendoza: escenarios”, publicado por la EDIUNC en el año 2011. La diferencia de 72 litros por habitante por día se considera como una demanda no residencial de agua potable, definida como “Otras demandas”.
Esta configuración de 280 l/hab día de consumo en viviendas y de 72 l/hab día de otros consumos se considera aplicable para toda la provincia.
Para la estimación de las perdidas en el sistema, se considera los volúmenes brutos provistos por el Departamento General de Irrigación y los datos de demanda neta del sistema provistos por AYSAM.
Se presentan las tablas 11-2 del “Informe 3: Proyecciones de la demanda” donde se muestra la composición de la demanda poblacional para cada cuenca, desagregada por departamento, en términos de volumen anual, para la situación actual:

Tabla 11-2: composición de la demanda poblacional – Rio Mendoza

Mendoza	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 46%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año
Capital	122,840	12.55	3.23	13.68	29.46
Godoy Cruz	195,183	19.95	5.13	21.73	46.81
Guaymallén	321,371	32.84	8.45	35.78	77.07
Las Heras	228,525	23.36	6.01	25.44	54.80
Lavalle	47,529	4.86	1.25	5.29	11.40
Luján de Cuyo	172,109	17.59	4.52	19.16	41.27
Maipú	214,412	21.91	5.63	23.87	51.42
Total	**1,301,969**	**133**	**34**	**145**	**312**

Tabla 11-3: composición de la demanda poblacional – Rio Tunuyán Superior

Tunuyán Superior	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 40%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año
San Carlos	40,024	4.09	1.05	3.45	8.59
Tunuyán	58,780	6.01	1.54	5.06	12.61
Tupungato	40,961	4.19	1.08	3.53	8.79
Total	**139,765**	**14**	**4**	**12**	**30**

Tabla 11-4: composición de la demanda poblacional – Rio Tunuyán Inferior

Tunuyán Inferior	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 40%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año
Junín	45,673	4.67	1.20	3.96	9.83
La Paz	12,020	1.23	0.32	1.04	2.59
Rivadavia	63,473	6.49	1.67	5.50	13.66
San Martín	138,429	14.15	3.64	12.01	29.79
Santa Rosa	19,410	1.98	0.51	1.68	4.18
Total	**279,005**	**29**	**7**	**24**	**60**

Tabla 11-5: composición de la demanda poblacional – Rio Diamante

Diamante	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 37%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año
San Rafael (72%)	151,544	15.49	3.98	11.49	30.96
Total	**139,765**	**15**	**4**	**11**	**31**

Tabla 11-6: composición de la demanda poblacional – Rio Atuel

Atuel	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 26%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	Hm3/Ano	Hm3/Ano	Hm3/Ano	Hm3/Ano
San Rafael (28%)	58933.84	6.02	1.55	2.69	10.26
General Alvear	50,209	5.13	1.3	2.29	8.74
Total	**109,143**	**11**	**2.9**	**5**	**19**

Tabla 11-7: composición de la demanda poblacional – Rio Malargüe

Malargüe	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 26%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año	Hm^3/Año
Malargüe	33,107	3.38	2.87	2.22	8.48
Total	**33,107**	**3**	**3**	**2**	**8**

11.3 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN

Se toma como referencia el Proyecto N°1751: “Plan director de optimización y expansión de la provisión de agua potable en el gran Mendoza”.

El plan describe la situación del abastecimiento de agua para la población en el Gran Mendoza. A continuación, se presentan los puntos destacados del mismo.

En las últimas tres décadas, el Gran Mendoza ha experimentado cambios importantes en su estructura urbana, con una concentración de población en áreas donde los servicios básicos, como el suministro de agua potable y saneamiento, no han sido adecuadamente desarrollados para satisfacer la creciente demanda. La obsolescencia de las infraestructuras agrava esta situación, contribuyendo a aumentar las pérdidas del sistema.

El crecimiento del Gran Mendoza se ha concentrado en áreas donde se pueden obtener agua subterránea de buena calidad, lo que genera competencia con la producción agrícola. Por ejemplo, Luján cuenta con 25 pozos, Maipú con 23 y Guaymallén con 25. Sin embargo, es difícil crecer en zonas con baja producción o mala calidad de agua, como en las Vertientes del Pedemonte o El Challao de Las Heras. Además, el servicio solo cuenta con 4 horas de reserva para solucionar cualquier problema en la operación. Las lluvias intensas en el pedemonte interrumpen el servicio debido a que las plantas no están preparadas para tratar esa turbiedad. Además, la alta demanda de agua no está correctamente medida.

El plan proyecta las necesidades de abastecimiento de agua para el Gran Mendoza en un horizonte de 45 años hacia el futuro. Considera la densificación urbana del área servida y aborda la expansión en varias direcciones:

Se atiende la expansión hacia la cuenca al oeste del Gran Mendoza, incluyendo Ciudad, Las Heras y Luján de Cuyo, donde no es factible la utilización de perforaciones.

1. Se contempla la expansión hacia la cuenca norte de Las Heras, abarcando El Algarrobal y El Borbollón.
2. Se prevé la expansión hacia la cuenca este de Guaymallén, que es operada por cooperativas.
3. Se considera la posibilidad de establecer vínculos con el servicio de Lavalle, específicamente en La Pega y Villa Tulumaya.
4. También se toma en cuenta el servicio operado por los municipios de Luján de Cuyo y Maipú.

Se propone utilizar agua superficial de calidad superior para consumo humano, dejando las perforaciones para la producción agrícola, lo que minimiza el consumo de energía que puede reutilizarse en otros sectores, como la industria. Además, se plantea aumentar el volumen de reserva de agua potable para garantizar la continuidad del servicio. Se sugiere implementar un sistema flexible que se adapte a diversas contingencias, como la producción alternada en diferentes plantas, con el fin de minimizar el impacto en las tareas de mantenimiento.
El uso de agua superficial para consumo humano ofrece ventajas como la expansión del servicio a más personas y la minimización del impacto ambiental. Sin embargo, presenta desafíos como la limitada disponibilidad de agua cruda y la necesidad de acuerdos con privados para el uso de instalaciones, así como la complejidad de construir un acueducto de salida más extenso.
Las metas que contempla el plan, partiendo de la situación actual, pasando por un horizonte a mediano plazo, 2035 y otro a largo plazo 2055, para el Gran Mendoza son:

- Situación Actual: El servicio de agua potable proporcionado por AYSAM atiende a una población de 857.225 habitantes, con un total de 263,209 conexiones. La producción es de 657 litros por habitante por día, mientras que la demanda se sitúa en 352 litros por habitante por día. Las pérdidas del sistema son del: 48%.
- Meta a 2035: El servicio de agua potable proporcionado atendería una población de 945.632 habitantes, con un total de 295.500 conexiones. La producción es de 632 litros por habitante por día, mientras que la demanda se sitúa en torno a los 349 litros por habitante por día. Las pérdidas del sistema serían del: 45%.
- Meta a 2055: El servicio de agua potable proporcionado atendería una población de 1.024.257.632 habitantes, con un total de 320.500 conexiones. La producción es de

522 litros por habitante por día, mientras que la demanda se sitúa en torno a los 339 litros por habitante por día. Las pérdidas del sistema serían del: 35%.

Para la estimación de los costos de inversión por unidad de volumen de agua, se toma en cuenta el costo de la aplicación de la alternativa N1 que presenta dicho plan. Donde, mediante la construcción de acueductos, obras de aducción, inversión en telemedición a nivel macro y micro, se lograría satisfacer el plan estratégico. La inversión total, asciende a 200 millones de dólares (US$).

Realizando el análisis para la cuenca del Rio Mendoza, estimando una reducción de las perdidas en torno al 30 %, pasando de un valor de 48% a 35 % de pérdidas y ampliando la estimación, hasta llegar a un valor de pérdidas de 30%, arroja un valor de inversión de 3,4 M US$ por hm^3 de agua recuperada. Con este parámetro de costos por unidad de volumen se estiman las alternativas planteadas en este reporte.

Tabla 11-8: Cuenca del Rio Mendoza. Demanda poblacional.

Volumen de agua recuperada		
Horizonte Temporal	**Pérdidas en el sistema**	
	35%	**30%**
2020	51	73
2030	55	79
2040	59	85
2050	64	92
Valor medio	**57**	**83**

Tabla 11-9: Cuenca del Rio Mendoza. Volumen recuperado

Inversión en US$/$hm^3$		
Horizonte Temporal	**Pérdidas en el sistema**	
	35%	**30%**
2020	3.9	3.8
2030	3.6	3.5
2040	3.4	3.2
2050	3.1	3.0
Costo medio	**3.5**	**3.3**

11.4 PROYECCIONES DE LA DEMANDA

El componente fundamental de la demanda poblacional agregada es el crecimiento poblacional En base a estimaciones del 2010 y proyecciones del INDEC se estima el volumen de agua potable que demandarían las cuencas hacia 2030, 2040 y 2050. Se considera que el consumo por habitante no varía a lo largo de los años, y para el escenario de referencia o tendencial, se consideran que se mantiene el mismo nivel de perdidas. Frente a este escenario, se estima el volumen de agua recuperado por las mejoras en la red.

Se presentan las tablas con los valores de demanda poblacional agregada y suministro por cuenca y las proyecciones a futuro para la situación tendencial.

Tabla 11-10: Proyección de la demanda poblacional - Rio Mendoza

Rio Mendoza. Composición de la Demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	133.1	143.7	155.2	167.7
Otras demandas	34.2	36.9	39.9	43.1
Pérdidas del sistema 46%	144.9	156.5	169.1	182.7
Consumo Poblacional proyectado	312.2	337.2	364.2	393.6
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	283.0	305.6	330.1	356.7
Componente subterráneo	29.2	31.6	34.1	36.8

Tabla 11-11: Proyección de la demanda poblacional - Rio Tunuyán Superior

Rio Tunuyán Superior. Composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	14.3	15.8	17.3	19.0
Otras demandas	3.7	4.1	4.5	4.9
Pérdidas del sistema 40%	12.0	13.3	14.6	16.0
Consumo Poblacional proyectado	30.0	33.1	36.4	39.9
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	11.0	12.1	13.3	14.6
Componente subterráneo	19.0	20.9	23.0	25.3

Tabla 11-12: Proyección de la demanda poblacional - Rio Tunuyán Inferior

Rio Tunuyán Inferior. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	28.5	30.8	33.2	35.7
Otras demandas	7.3	7.9	8.5	9.2
Pérdidas del sistema 40%	24.2	26.1	28.2	30.3
Consumo Poblacional proyectado	60.0	64.8	69.9	75.1
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente subterráneo	60.0	64.8	69.9	75.1

Tabla 11-13: Proyección de la demanda poblacional - Rio Diamante

Rio Diamante. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	15.5	16.4	17.3	18.2
Otras demandas	4.0	4.2	4.4	4.7
Pérdidas del sistema 37%	11.5	12.1	12.8	13.5
Consumo Poblacional proyectado	31.0	32.7	34.5	36.4
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	23.0	24.3	25.6	27.0
Componente subterráneo	8.0	8.4	8.9	9.4

Tabla 11-14: Proyección de la demanda poblacional - Rio Atuel

Rio Atuel. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	11.2	11.7	12.3	12.8
Otras demandas	2.9	3.0	3.2	3.3
Pérdidas del sistema 26%	5.0	5.2	5.5	5.7
Consumo Poblacional proyectado	19.0	19.9	20.9	21.8
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	3.9	4.1	4.3	4.5
Componente subterráneo	15.4	16.2	16.9	17.7

Tabla 11-15: Proyección de la demanda poblacional - Rio Malargüe

Rio Malargüe. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	3.4	3.7	4.0	4.4
Otras demandas	2.9	3.1	3.4	3.7
Pérdidas del sistema 26%	2.2	2.4	2.6	2.9
Consumo Poblacional proyectado	8.5	9.3	10.1	11.0
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	3.0	1.9	2.1	2.3
Componente subterráneo	5.5	7.5	8.2	8.9

11.5 Reseña del esquema de tarifación del servicio (síntesis del informe 1)

A continuación, se presenta una síntesis de los esquemas aplicados por diferentes tipos de prestadores.

11.5.1 AySAM

Los sistemas de tarifas vigentes para los usuarios de AySAM están estipulados en su Régimen Tarifario, que establece dos esquemas alternativos:

- **Sistema tarifario de facturación por cuota fija, y por exceso de agua por medidor cuando correspondiere**. En este grupo se encuentran comprendidos el 93% de los usuarios servidos por AYSAM[15].

  En el esquema de **tarifa por cuota fija** los usuarios pagan una cuota constante por ambos servicios en forma bimestral, independientemente del consumo realizado. Esta cuota se calcula en función de las características del inmueble servido (superficie cubierta, superficie de terreno, calidad y antigüedad de la edificación y localización del inmueble).

  En el esquema de **facturación de consumo por exceso**, el prestador tiene la facultad de colocar el medidor de caudales y facturar el servicio mediante este sistema tarifario. En la actualidad el 5% de los usuarios de AYSAM se encuentra en este sistema[16].

En este caso se establece un consumo básico mensual en metros cúbicos que depende de la categoría del inmueble (categorías A[17] y B[18]) y de la superficie cubierta. Los excesos a estos volúmenes establecidos de consumo mensual, y el consumo de los inmuebles de categoría C[19] se valorizan aplicando un valor por m^3 establecido por categoría y subcategoría (se aplican 8 tipologías y la ratio entre la mayor y el menor valor de $/$m^3$ es 4,12). De esta forma, si para las categorías A y B el consumo registrado por el medidor resulta menor que el consumo básico mensual, se liquida la tarifa mensual de cuota fija; y si el consumo registrado resulta mayor que el consumo básico mensual, además de la tarifa mensual de cuota fija se liquidan los metros cúbicos de exceso sobre dicho consumo básico aplicando la tarifa indicada. En el caso de exceso para la categoría C se aplica directamente la tarifa por m^3 para todo el consumo.

- **Sistema tarifario de facturación por servicio medido:** en este caso la facturación del servicio de agua potable y desagües cloacales comprende un cargo fijo y un cargo

[15] "Sistemas tarifarios y tarifas en Argentina", Serie de Publicaciones sobre tarifas N°3, Asociación Federal de entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento (AFERAS), 2018.
[16] Ibidem
[17] **Categoría A – General:** comprende los inmuebles o partes de los mismos en los que se utilice el agua para los usos ordinarios de bebida o higiene.
[18] **Categoría B – Comercial.** contempla inmuebles destinados a desarrollar actividades comerciales o industriales en los que el agua se utiliza para los usos ordinarios de bebida e higiene. Comprende a los inmuebles o parte de los mismos destinados a desarrollar actividades comerciales o industriales en los que el agua se utiliza como elemento necesario del comercio o como parte del proceso de fabricación del producto elaborado Comprende a los inmuebles destinados a desarrollar actividades industriales en los que el agua integra el producto elaborado como elemento fundamental
[19] **Categoría C – Especial:** comprende a los inmuebles o parte de los mismos no incluidos en las Categorías A y B, e instalaciones en las que, por sus características especiales o el destino dado al agua, no pueda establecerse una correlación entre su superficie cubierta y la presunta utilización de los servicios.

por consumo. Los usuarios pueden solicitar el pase a este sistema de facturación. En la actualidad el 2% de los usuarios se encuentran en este sistema[20], que contempla categorías (familiar, comercial e industrial). El cargo fijo se determina en relación al diámetro de la conexión domiciliaria e independientemente del consumo (y se factura aún en el caso de un consumo igual a cero), y el cargo por consumo se factura en función del volumen registrado por el medidor de caudales. El cargo variable contempla un precio por m^3 creciente para aquellos consumos por encima del consumo básico bimestral (un volumen establecido en función del diámetro de conexión).

11.5.2 MUNICIPIOS

La mayoría de los municipios cobra a sus usuarios una cuota fija -esto es, independiente del volumen consumido de agua- incorporada en la boleta municipal, cuya forma de cálculo establece cada concejo deliberante.

Considerando como ejemplo el caso de Luján de Cuyo, por el servicio de agua potable el usuario debe abonar:

- Una tasa por consumo presunto: en función del valor locativo del inmueble.
- Una sobretasa por consumo excedente por superficie destinada a jardines, en el caso de inmuebles con superficie mayor de 400 m^2 que no cuenten con derecho de riego del Departamento General de Irrigación.

Para los inmuebles destinados a uso familiar, comercial o industrial que tengan instalados medidores de caudal y cuyos propietarios lo soliciten, se cobra por consumo medido: un cargo fijo por conexión y un valor por m^3 creciente según tramo de volumen consumido.

11.5.3 OPERADORES DE GESTIÓN COMUNITARIOS (OGC)

De los 124 Operadores de Gestión Comunitaria que integran el sistema, aproximadamente la mitad (67 operadores) son pequeños, es decir, con menos de 500 cuentas. La tabla siguiente muestra la distribución de operadores comunitarios según tamaño (cantidad de conexiones):

[20] "Sistemas tarifarios y tarifas en Argentina", Serie de Publicaciones sobre tarifas N°3, Asociación Federal de entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento (AFERAS), 2018.

Tabla 11-16: distribución de operadores comunitarios

Cuentas	Cant. Operadores
0-500	67
501-1000	27
1001-1500	14
+1500	16

La tabla siguiente muestra que todavía son pocos los operadores comunitarios que poseen una estructura de micromedición afín a un esquema tarifario de cobro volumétrico:

Tabla 11-17: Micromedición en los operadores comunitarios

Cant. de cuentas	Cant. de operadores	100 % medido	Parcialmente medido	Sin medición
0-500	67	13	7	47
501-1000	27	15	4	8
1001-1500	14	3	2	9
+1500	16	9	4	3

Fuente: EPAS

El esquema de tarifación posee un cargo fijo mensual por conexión, un cargo fijo por consumo asignado (25 m^3 mensuales), y un cargo variable por m^3 que es creciente en tramos de consumo mensual por sobre el consumo asignado.

11.5.4 Comentarios y análisis

A partir de la revisión de los esquemas tarifarios aplicados para el servicio de provisión de agua potable y servicio de cloacas puede concluirse que a la mayoría de los usuarios servidos se les cobra una tarifa por provisión de agua potable que no guarda necesariamente relación con la utilización del servicio, pues en su determinación se incluyen factores de cálculo más bien vinculados a su capacidad de pago (superficie, ubicación, calidad constructiva del inmueble, etc.) que a la cantidad consumida de agua.

Existen casos de sistemas de tarifa en exceso que penalizan un consumo por encima del razonable a criterio del prestador, funcionando como un mecanismo de incentivos más eficiente, aunque parecieran no tener una cobertura significativa.

Si bien el esquema de cobro volumétrico por el servicio de provisión de agua potable tiene los componentes necesarios para poder vincular el valor de la tarifa con el efectivo uso que se hace del fluido, ésta deberá estar sustentada en análisis técnicos adecuados para lograr que el precio refleje los costos de prestación del servicio. Aún en este tipo de cobro por volumen, los casos relevados muestran una importante dispersión en el valor por m3 cobrado por diferentes prestadores.

AFERAS (Asociación Federal de entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento) asocia a los entes provinciales argentinos encargados de la regulación de los servicios de agua potable y saneamiento. Los gráficos a continuación, presentados en una de sus publicaciones, ponen de manifiesto que la proporción de cuentas cuyo esquema de tarifación es volumétrico (medido) en Mendoza es significativamente inferior al promedio nacional:

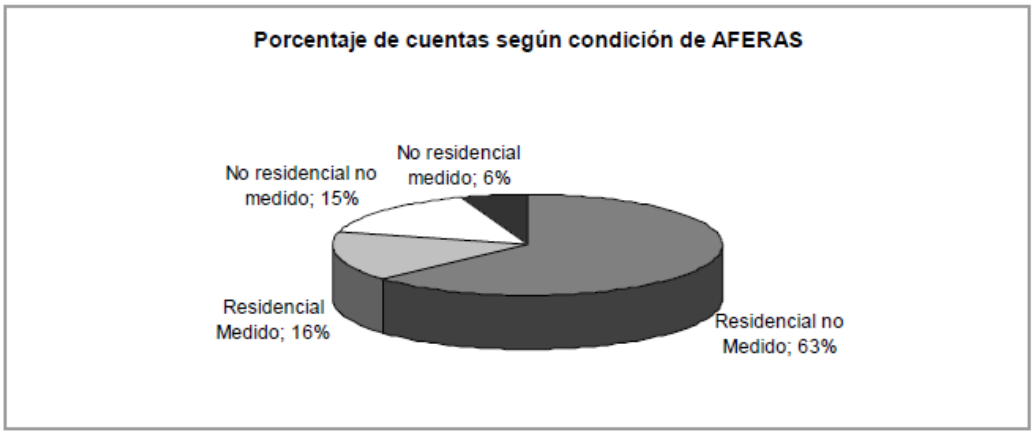


Figura 11-1: Argentina. Participación por condición de cuentas de agua potable y saneamiento

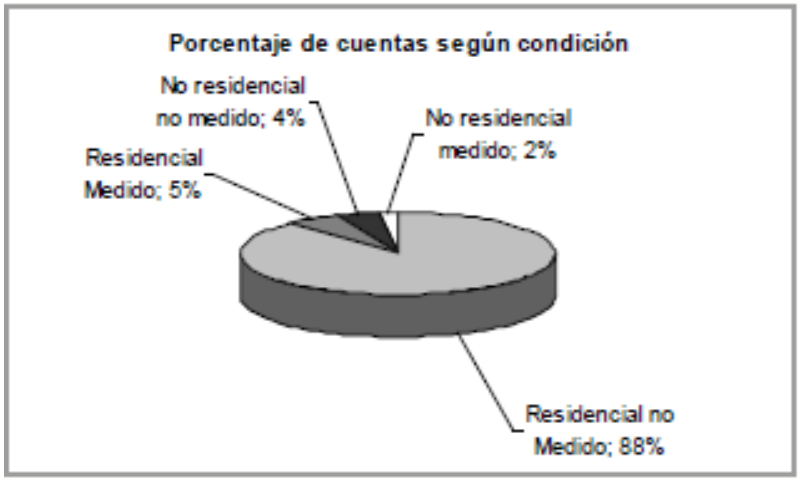


Figura 11-2: Mendoza. Participación por condición de cuentas de agua potable y saneamiento

En el caso de Mendoza, el 5% del total de cuentas posee un esquema de tarifación por consumo medido. En el caso de Córdoba supera el 25% para el prestador principal del servicio.

Según el informe "Informe Anual 2021 (datos 2019), Grupo Regional de Trabajo de Benchmarking" de Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas –ADERASA,[21], AySaM (principal prestador de la provincia) posee los siguientes indicadores de prestación y gestión:

- Es el prestador de mayor consumo per cápita (388,4 litros por persona, según promedio diario de agua comercializada por habitante)
- En relación al total de conexiones, posee el 9,74% de medidores operativos en las conexiones de agua potable
- 35% de pérdidas de agua en red en relación al total de agua despachada
- Costo promedio anual por cuenta de agua potable y alcantarillado de U$S 82,78
- 64% del agua potable comercializada en relación al total de agua extraída
- 36% del agua extraída de la fuente subterránea en relación al total de agua cruda extraída
- Ratio de 2,07 de m^3/cuenta/día de agua producida por cuenta (cliente) de agua potable diaria
- 310,5 litros/habitante/día de promedio diario de agua potable comercializada a clientes residenciales por habitante servido por conexión de agua potable
- 0,85 m^3/conexión/día de pérdidas en red promedio diaria por conexión de agua potable
- 29,35 U$S/cuenta en facturación promedio anual de servicios de agua potable por cuenta residencial
- 5,66 meses promedio de retraso en el pago del servicio de agua

[21] Este ejercicio de benchmarking cuenta con información de 115 operadores de agua y saneamiento de 10 países de la región.

Resulta relevante considerar un antecedente de medición de la demanda de agua potable para el Gran Mendoza, llevado a cabo a fines de la década de los 90's.

Lo que a continuación se reseña y transcribe es el trabajo "La eficiencia económica del sistema catastral de cobro del agua potable en el Gran Mendoza", realizado en 2018 por Eduardo Alejandro Comellas, del Instituto Nacional del Agua, Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua.

La estimación se realizó con la siguiente metodología:
"*… El cálculo de las demandas de agua potable fue realizado sobre la base de los resultados de la Encuesta de Hogares para el Mejoramiento del Servicio de Agua Potable (INA-CELA, 1989). Entre los objetivos de ese estudio se encontraban: (i) analizar la relación consumo–nivel socioeconómico en los hogares del Gran Mendoza, (ii) analizar el costo monetario del servicio y la predisposición del usuario para pagar por la prestación de mejoras en agua en vistas a la factibilidad de la instalación del servicio medido y (iii) elaborar la curva de demanda de agua potable para el Gran Mendoza…Para el cumplimiento de estos objetivos, los autores de ese trabajo optaron por utilizar información de tipo empírica, recolectada a través de técnicas cuantitativas mediante la realización de encuestas por muestreo probabilístico. La muestra utilizada en ese estudio fue estratificada en tres niveles socioeconómicos: alto, medio y bajo, en función de las características edilicias de las viviendas y de los ingresos, ocupaciones y del nivel educativo de sus ocupantes…Para estimar la demanda de agua potable, en esa oportunidad, se les presentaron a los usuarios diferentes alternativas de consumos y pagos. Estas opciones fueron estructuradas sobre la base de una tarifa de agua* potable, aprobada por OSMSE pero no utilizada, equivalente a 40,59 Australes por m3. Luego se procedió a comparar la respuesta obtenida por parte de los entrevistados, con el consumo efectivo realizado por ellos bajo el sistema catastral. Esto se pudo llevar adelante debido a que los medidores, si bien se encontraban instalados y funcionando, no eran utilizados para calcular la tarifa; en ese sentido, puede decirse que sólo actuaban como indicadores del caudal consumido. Bajo este escenario, y conjuntamente con las alternativas propuestas en las encuestas, fue posible comparar el consumo de agua (dato extraído de la lectura del medidor) efectuado bajo el sistema de canilla libre, con el consumo *que correspondería si rigiera la tarifa medida….Esta comparación permitió estimar dos puntos de la función de demanda: uno determinando a través de la cantidad consumida cuando el precio es cero (situación vigente con tarifa catastral) y otro derivado de los*

cambios en las conductas de consumo cuando se enfrenta una tarifa volumétrica tal como la que proponía OSMSE….Finalmente, interpolando estos datos, los autores del trabajo del INA-CELA estimaron una relación funcional entre consumo y precio por m^3 de agua."

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Usuarios de nivel socioeconómico alto:

Consumo mensual a precio cero (CM0): 52,53 m^3/mes

Consumo mensual a 40,59 Australes /m^3 (CM1): 40,89 m^3/mes

Usuarios de nivel socioeconómico medio:

Consumo mensual a precio cero (CM0): 35,1 m^3/mes

Consumo mensual a A 40,59 /m^3 (CM1): 27,35 m^3/mes

Usuarios de nivel socioeconómico bajo:

Consumo mensual a precio cero (CM0): 29,67 m^3/mes

Consumo mensual a A 40,59 /m^3 (CM1): 13,19 m^3/mes

Usuario promedio de toda la muestra:

Consumo mensual a precio cero (CM0): 35,52 m^3/mes

Consumo mensual a A 40,59 /m^3 (CM1): 27,69 m^3/mes

Si se considera que la tarifa de A 40,59 corresponde a una tarifa razonable (aunque nunca se implementó), por diferencias puede estimarse un exceso de consumo promedio que en todos los casos supera el 20%.

En otro trabajo del mismo autor se presentan las siguientes conclusiones: *"La hipótesis que subyace al estudio supone que, al estar los usuarios operando sobre el tramo inelástico de la función de demanda, los cambios tarifarios tendrán mayor impacto sobre el gasto de las familias que sobre la cantidad de agua consumida… Los resultados obtenidos para las funciones de demanda estimadas demostraron que, la elasticidad precio de demanda se ubica, según el estrato correspondiente, en -0,28466, -0,28285 o -0,27974. Se concluye que la elasticidad precio de demanda por agua potable en la zona bajo estudio es relativamente inelástica: un incremento tarifario en un sistema de cobro volumétrico sólo modificaría levemente los patrones de consumo de los usuarios, al tiempo que lograría un incremento relativamente importante en el gasto de los consumidores y en los ingresos de la empresa prestadora del servicio. En promedio, un incremento del 10% en la tarifa volumétrica sólo reduciría el consumo de agua potable en 2,73% y elevaría el gasto en 7,03%."*

Este trabajo también presenta resultados de otras publicaciones de referencia:

Tabla 11-18: Estimaciones de la elasticidad precio de la demanda por agua potable para uso doméstico.

Autor	Año	Área de estudio	Elasticidad precio
Howe y Lineweaver	1967	39 áreas de Estados Unidos	-0,23 (doméstica uso interno), -0,7 (doméstica uso externo, zona oeste)
Turnsnovsky	1969	Massachusetts, Estados Unidos	-0,2 / -0,4 (doméstica)
Gardner y otros	1964	Georgia, Estados Unidos	-0,61 / 0,67 (doméstica)
Wong	1972	Noreste de Illinois, Estados Unidos	-0,02 / -0,28 (serie de tiempo)
			-0,26 / -0,82 (sección cruzada)
Hollman y Primeaux	1974	Mississippi, Estados Unidos	-0,37 / -0,45 (doméstica)
Foster, Beattie y otros	1981	Puerto Rico	-0,81 (doméstica)
Danielson	1979	Raleigh, Carolina del Norte	-0,25 (doméstica, invierno)
Hewitt y Hanemann	1995	Ciudades de Australia	-0,36 (doméstica, invierno)
Danielson	1979	Carolina del Norte, Estados Unidos	-0,3 (doméstica uso interno)
Agthe y Billings	1980	Tucson, Arizona, Estados Unidos	-0,27 / -0,49 (doméstica uso interno), -0.67 / -0,70 (doméstica uso externo)
Willians y Suh	1986	Ciudades de la OECD	-0,29 (doméstica)
Schneider y Whidatch	1991	Columbus, Ohio, Estados Unidos	-0,262 (doméstica)

Fuente: Comellas (2018)

Finalmente, en otra publicación de este autor, se encuentran consideraciones muy interesantes en relación con el uso de la tarifa como señal efectiva para la internalización de los costos de prestación del servicio:

…" Un instrumento económico constituye una importante herramienta para modificar la conducta individual a través de la colocación de adecuados incentivos y lograr alcanzar objetivos socialmente deseables. Una tarifa aplicada al cobro del servicio de provisión de agua potable debe incluir en su estructura algún incentivo para conducir al ahorro de agua…Sin embargo, el sistema tarifario alcanzado por el 91% de cuentas del Área Metropolitana de Mendoza, de características catastrales, falla en esta meta ya que no logra la efectiva modificación de conductas. Por tratarse de un cargo fijo y disociado del consumo del recurso, los usuarios carecen de incentivos para adoptar medidas austeras frente a la escasez de agua en una zona desértica…un sistema volumétrico para el cobro del agua potable incorporaría los incentivos necesarios para que la cantidad de agua consumida sea menor a la evidenciada bajo un sistema de cuota fija catastral...

…Entre las recomendaciones para la adopción de sistemas de cobro eficientes, que impliquen la minimización de usos innecesarios del recurso, la simplicidad en su aplicación y la competitividad del ente prestador, Raftelis (2005) recomienda contemplar tres etapas: (i) identificar los costos que deben ser recuperados (operación, mantenimiento e inversión), (ii) determinar los costos de brindar el servicio y asignarlos a clases de usuarios de acuerdo al costo del servicio de cada uno de ellos (residenciales, comerciales, industriales, institucionales y gubernamentales), y (iii) diseñar una estructura tarifaria de tipo

volumétrica, directamente asociada con el nivel de consumo de los usuarios. En otro estudio similar, Balestri y Schulz (2005) demuestran, a través de un minucioso análisis de los costos de provisión de agua potable y su recuperación, la conveniencia de utilizar un sistema tarifario volumétrico, migrando desde uno de tipo catastral fijo", Comellas (2018)

12. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

12.1 CONCLUSIONES SOBRE LOS RESULTADOS

En esta sección, se resumen las conclusiones clave derivadas de los resultados presentados en el informe, así como las implicaciones que estos tienen. Para la elaboración de las alternativas a analizar, se toma como referencia la situación actual, que se basa en la superficie cultivada hasta el año 2020, según lo establecido en el Balance Hídrico. Esta elección se justifica debido a que la variable que más desafío presenta a la ahora de estimarla para escenarios prospectivos es la superficie cultivada, ya que depende no solo de la disponibilidad hídrica, sino también de una serie de factores externos al análisis presentado. El objetivo de este análisis es llevar a cabo una evaluación de sensibilidad del potencial de reducción del déficit en cada cuenca, en función del grado de inversión en infraestructura hídrica.

En el capítulo 9 se presentan las alternativas para eliminar el déficit proyectado, desarrollándolas en tres escenarios donde el déficit hídrico es presentado en unidades de volumen al año (hm3/año) y también en cantidad de superficie cultivada que representa ese volumen. Esto permite no solo visualizar la cantidad, sino presenta una línea de acción en cuanto al abordaje del mismo. La persistencia en los valores de déficit y superficie cultivada y la que efectivamente puede dotarse, bajo los diferentes escenarios prospectivos, da una idea del estrés hídrico al que está y estará sometida la cuenca a futuro, bajo las condiciones actuales y bajo condiciones de mejora de la eficiencia.

Para el caso del río Mendoza, el escenario tendencial pronostica un deterioro futuro de la cobertura de la demanda, donde el 40% de la superficie cultivada se verá afectada debido a la disminución de la oferta y el aumento en la demanda de agua. Mejorar la infraestructura hídrica y su gestión de manera generalizada reduce significativamente el déficit, promoviendo un manejo más sostenible de la cuenca. Las tres alternativas propuestas muestran una persistencia en el déficit de agua proyectado. Sin embargo, este disminuye en cada alternativa según el nivel de intervención proyectada. Todas las alternativas de intervención planteadas no son suficientes para eliminar el déficit relacionado con el mantenimiento de la superficie actual, siendo necesario buscar mecanismos de redistribución entre la superficie en condiciones de ser dotada, de forma de equipar los déficit, teniendo en consideración aquellas que lo hacen forma exclusiva de agua subterránea, dado la implicancia que se puede producir en los niveles de explotación del acuífero, a partir de la reducción de la recarga como consecuencia de las mejorar en la eficiencia de riego

Si bien el escenario tendencial indica que para las cuencas del río Tunuyán Superior e Inferior el déficit proyectado afectaría a un 20 % de la superficie cultivada, las alternativas de inversión desarrolladas para estas cuencas logran eliminar el déficit por completo. Esto significa que con el grado de inversión adecuado, no son necesarios mecanismos adicionales de reducción del déficit hídrico. Posibilitando una expansión de la superficie cultivada a futuro.

Para la cuenca del río Diamante, el escenario tendencial proyecta que hacia 2050 más del 30% del área cultivada se verá afectada. Sin embargo, la alternativa 3 logra reducir completamente este déficit, sin necesidad de aplicar mecanismos de reducción en los volúmenes asignados, siempre y cuando se alcancen las eficiencias globales previstas en dicha alternativa, y al igual que el caso del río Tunuyán, la cuenca presenta potencial de incremento de su superficie cultivada a futuro.

En cuanto a la cuenca del río Atuel, se observan importantes déficits de agua bajo las condiciones de disponibilidad futura, lo que requiere una inversión en obras de conducción, como se describe en la alternativa 2, para reducir y eventualmente eliminar estos déficits en un horizonte futuro.

Con respecto al análisis de rentabilidad aplicado a las alternativas propuestas, se utilizaron modelos económicos de determinación de costos que fueron configurados en función de la célula de cultivo actualmente existente en cada cuenca.

Si bien los detalles fueron pormenorizados en el desarrollo metodológico del capítulo 6, es importante mencionar que se trabajó con 20 cultivos agrícolas agregados en cuatro categorías según destino del agua (frutal, hortícola, olivo, vid, alfalfa) a través de dos principales tipologías de productores, según escala y nivel de tecnificación.

Para todos los casos se estimaron los costos de producción distinguiendo cada uno de sus componentes (operativos, de gestión y de capital) que, junto al cálculo del valor de producción, permitieron determinar sus niveles de rentabilidad.

Es importante enfatizar que las rentabilidades así calculadas son estimaciones en base a promedios, y deben entenderse como un ejercicio del “deber ser” de la gestión agrícola (que puede no necesariamente reflejarse en comportamientos concretos).

A partir de análisis de sensibilidad realizados a través de modificaciones de los parámetros clave (precios, rendimientos, costos operativos) se concluyó que los niveles de rentabilidad estimados son muy sensibles a estos supuestos de base, quedando identificados los tamaños límite de explotación que definen la rentabilidad.

El indicador de rentabilidad utilizado fue el excedente neto por ha, el cual arrojó un valor promedio cercano a $730.000 por ha para todas las cuencas; este promedio evidencia una importante dispersión de valores entre cuencas a través de un coeficiente de variación de 24%.

En cuanto a la capacidad relativa de creación de valor económico de cada cuenca, las tres más importantes son la del río Mendoza y Tunuyán superior e inferior. Cada una de ellas exhibe un excedente que representa entre 20% y 30%, generando prácticamente el 80% del total. El 20% restante lo absorben prácticamente en partes iguales las cuencas de los ríos Diamante y Atuel (el río Malargüe apenas participa con el 1,5%).

Por su parte, en el capítulo 10, se presentó un análisis de rentabilidad a partir de la estructura de ingresos y costos de cada emprendimiento con la idea de evidenciar la capacidad de pago de inversiones a nivel individual y así servir de referencia para poner en contraste las inversiones propuestas en secciones posteriores del trabajo.

Se utilizaron varios indicadores para ello. Entre los resultados principales se puede mencionar:

- El margen bruto por ha (ingresos por ventas menos costos operativos) representa en general entre el 45% y el 95% de los costos operativos según el destino agrícola, mostrando significativa dispersión entre éstos.
- Los costos variables representan entre el 12% y el 30% del margen bruto, reflejando por diferencia la rentabilidad económica una vez cubierto los costos fijos.

Entre los indicadores de referencia también se consideró como unidad de comparación al canon anual por ha de riego superficial, observando una participación del costo del agua entre 9% y 13% en promedio sobre los costos variables, con un peso relativo equivalente a entre 2% y 4% del margen o excedente neto por ha(rentabilidad).

Finalmente, en el capítulo 10 se utilizó este último indicador como referencia para estimar el impacto de las inversiones propuestas, cuyo costo anual equivalente por ha se informó en el capítulo 9.

Debido a la alta variabilidad de resultados (el costo anual equivalente por ha equivaldría a entre 1 y cerca de 30 veces el canon vigente según sea la alternativa evaluada) se remite al lector a visitar el capítulo 10 a fin de tomar noción de la magnitud del impacto de cada caso.

No obstante, al considerar al margen neto por ha como base de referencia del costo anual equivalente de las inversiones, se pueden realizar los siguientes alcances según cuenca:

- En el caso del Río Mendoza se observa que el costo adicional de estas inversiones impactaría significativamente en la rentabilidad del olivo. Las alternativas 2.1, 3.1 y 3.2 superan holgadamente el 50% del margen neto, mientras que la 1 y la 2.2 tienen impacto similar (entre 30% y 40%); la de menor impacto relativo en la rentabilidad es la 2.3 que no supera el 15% (excepción hecha del olivo).
    - Las propuestas de inversión en el Río Tunuyán evidencian impactos que oscilan entre el 5% y el 13%, excepto por el caso del olivo en que estos efectos superan el 25%.
    - En el Río Diamante los impactos oscilan entre 34% y 48% del margen neto en todas las alternativas excepto la 2.3, en la cual el impacto resulta cercano al 10% (nuevamente los resultados en el olivo comprometen su rentabilidad excepto en esta última alternativa)
- En el Río Atuel todas las alternativas cubren un costo relativo equivalente entre 5% y 25% (excepto para el olivo, en cuyo caso el impacto va desde 14% a 60% según el caso).
    - En el Río Malargüe los resultados sobre la rentabilidad son muy marginales y no superan el 6% excepto para la papa semilla.
    - Para los productores tecnificados el impacto es relativamente inferior en todos los casos.

12.2 Comentarios Generales

12.2.1 Volúmenes Asignados y Déficit Proyectado

Los escenarios descritos y desarrollados consideran un modelo de gestión que se basa en la entrega de agua según las demandas hídricas. Esto implica la necesidad de complementar la inversión en infraestructura con mecanismos administrativos que determinen la asignación del volumen a cada concesión, permitiendo luego distribuir el agua en función de las necesidades específicas de cada cultivo. Este enfoque busca minimizar las pérdidas de agua causadas por la falta de capacidad para decidir cuándo y cuánta agua se requiere en cada etapa del cultivo.

A partir de este concepto surge la idea de una "cuenta de agua", donde se informa a los usuarios el volumen asignado para su concesión durante todo el año, y se les otorga cierta flexibilidad para decidir cuándo necesitarán el agua dentro del ciclo de cultivo, siempre dentro de ciertas restricciones y acuerdos. Establecer estos mecanismos y la inversión en

sistemas de gestión que faciliten su implementación es crucial para alcanzar las eficiencias previstas en las alternativas.

Sin embargo, existen situaciones prospectivas donde el déficit hídrico de la cuenca no se puede eliminar, incluso con mejoras generalizadas. En función de lo cual y atento a la existencia de asignación legales para uso, es que se sugiere buscar mecanismos de redistribución para equipar el déficit en la superficie irrigada.

12.2.2 EFICIENCIA DE USO DE AGUA Y EL ROL DEL DGI

Aunque en las alternativas se enfocan en aumentar la eficiencia de conducción mediante la inversión en infraestructura de canales y tuberías, es crucial complementar esta mejora con la modernización de las estructuras de distribución y medición. Aquí radica la importancia de evaluar la eficiencia de distribución como parte integral de la eficiencia global. En este informe, se aplica la metodología de los Balances Hídricos, donde la eficiencia de distribución se considera dentro de la eficiencia de conducción. Se recomienda desarrollar una metodología aplicable en todas las inspecciones de la provincia para evaluar y hacer un seguimiento continuo de la eficiencia de distribución a lo largo de la temporada, esto permitiría visualizar en que parte de la red se tienen las mayores pérdidas y también va a permitir evaluar la flexibilidad de los cuadros de turno para captar las necesidades de los usuarios.

Aunque la captación, adecuación y entrega del agua son responsabilidad del DGI, lo que ocurre dentro de las propiedades tiende a escapar al ámbito de trabajo del DGI. Es aquí donde la administración pasa de ser meramente gestora de la infraestructura a ser un organismo que fomente e impulse el aumento en la eficiencia del riego. Esto se puede lograr mejorando la confiabilidad del servicio de entrega y manteniendo una comunicación fluida y transparente sobre las variables que afectan a la distribución en general y a los agricultores en particular.

En algunos lugares, los usuarios tienen una necesidad real de contar con un servicio de entrega preparado para la aplicación de un riego de alta frecuencia sin necesidad de un consumo propio de energía. Sin embargo, en otros lugares, el papel del DGI debe ser más activo y proponer sistemas de distribución y entrega con la suficiente flexibilidad para que coexistan sistemas de riego de alta frecuencia con sistemas gravitacionales, pero de alta eficiencia.

12.2.3 ESCALABILIDAD DE LAS INVERSIONES

En el informe se presentan escenarios de máxima como una escalabilidad temporal al momento de su aplicación e inversión. Aunque se trabaja con un nivel de agregación que es la cuenca, lo cual es correcto ya que esta no solo es una unidad hidrológica, sino también de gestión y toma de decisiones. En un proceso posterior de análisis y construcción de escenarios prospectivos, esta escalabilidad debe representar también los diferentes estadios en los que se encontrará la infraestructura durante su proceso de mejora a lo largo de 30 años, por ejemplo. Esto incluye la transición de un sistema programado (turnos) de entrega, donde no se fija el volumen correspondiente a cada concesión y la infraestructura no posee el mantenimiento adecuado, normalmente está preparada para operar grandes caudales, a un sistema de entrega de agua a la demanda o bajo un sistema acordado que permita la implementación de sistemas de aplicación de alta frecuencia, como el riego por goteo o sistemas donde la conducción se realice a baja presión. Este escenario donde se considera el manejo por cuenca, el desarrollo temporal de la cuenca y la aplicación de diversas tecnologías. Siendo la visión final lograr una entrega que facilite la implementación de riegos de alta eficiencia, de acuerdo con las preferencias del agricultor.

13. APÉNDICES

Apéndice No.1: Canalizaciones Abiertas - Red Primaria (Q = 7 m^3/s)

P-CA-7							
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 66.23	US$ 66.23	100%	US$ 61.43	US$ 61.43
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 13.87	US$ 13.87	100%	US$ 13.87	US$ 13.87
Excavación Canal	m3/m	11.02	US$ 14.95	US$ 164.75	11.02	US$ 14.95	US$ 164.75
Relleno Lateral	m3/m	5.285	US$ 14.80	US$ 78.22	5.29	US$ 14.80	US$ 78.22
Terraplén de Canal	m3/m	2.64	US$ 29.06	US$ 76.72	2.64	US$ 29.06	US$ 76.72
Base de apoyo	m3/m	0.93	US$ 30.00	US$ 27.90	0.93	US$ 30.00	US$ 27.90
Hormigón de Limpieza	m3/m	0.155	US$ 211.15	US$ 32.73	0.16	US$ 211.15	US$ 32.73
Hormigón para Armar H-20 Canal	m3/m	0.87	US$ 327.01	US$ 284.50	0.87	US$ 327.01	US$ 284.50
Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte	m3/m	0.16	US$ 371.00	US$ 59.36	0.09	US$ 371.00	US$ 33.39
Acero ADN 420 para Hormigón Canal	kg/m	22.19	US$ 4.23	US$ 93.86	22.19	US$ 4.23	US$ 93.86
Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte	kg/m	5.01	US$ 4.75	US$ 23.80	2.3	US$ 4.75	US$ 10.93
Compuerta Planas de Ataje	Gl/m	100%	US$ 3.98	US$ 3.98	0%	US$ 3.98	US$ 0.00
Módulos de Máscaras	Gl/m	100%	US$ 19.97	US$ 19.97	0%	US$ 19.97	US$ 0.00
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 18.92	US$ 18.92	100%	US$ 17.57	US$ 17.57
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 48.24	US$ 48.24	100%	US$ 44.79	US$ 44.79
TOTAL				**US$ 1.013.04**			**US$ 940.65**

Apéndice No.2: Canalizaciones Abiertas - Red Primaria (Q = 15 m^3/s)

P-CA-15							
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 86.00	US$ 86.00	100%	US$ 79.74	US$ 79.74
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 18.01	US$ 18.01	100%	US$ 18.01	US$ 18.01
Excavación Canal	m3/m	15.33	US$ 14.95	US$ 229.18	15.33	US$ 14.95	US$ 229.18
Relleno Lateral	m3/m	6.265	US$ 14.80	US$ 92.72	6.27	US$ 14.80	US$ 92.72
Terraplén de Canal	m3/m	3.13	US$ 29.06	US$ 90.96	3.13	US$ 29.06	US$ 90.96
Base de apoyo	m3/m	1.32	US$ 30.00	US$ 39.60	1.32	US$ 30.00	US$ 39.60
Hormigón de Limpieza	m3/m	0.22	US$ 211.15	US$ 46.45	0.22	US$ 211.15	US$ 46.45
Hormigón para Armar H-20 Canal	m3/m	1.125	US$ 327.01	US$ 367.89	1.13	US$ 327.01	US$ 367.89
Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte	m3/m	0.20	US$ 371.00	US$ 74.20	0.11	US$ 371.00	US$ 40.81
Acero ADN 420 para Hormigón Canal	kg/m	28.69	US$ 4.23	US$ 121.36	28.69	US$ 4.23	US$ 121.36
Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte	kg/m	6.48	US$ 4.75	US$ 30.78	2.81	US$ 4.75	US$ 13.35
Compuerta Planas de Ataje	Gl/m	100%	US$ 5.16	US$ 5.16	0%	US$ 5.16	US$ 0.00
Módulos de Máscaras	Gl/m	100%	US$ 25.93	US$ 25.93	0%	US$ 25.93	US$ 0.00
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 24.56	US$ 24.56	100%	US$ 22.80	US$ 22.80
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 62.64	US$ 62.64	100%	US$ 58.14	US$ 58.14
TOTAL				**US$ 1.315.44**			**US$ 1.221.01**

Apéndice No.3: Canalizaciones Abiertas - Red Primaria (Q = 30 m^3/s)

P-CA-30							
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 81.81	US$ 81.81	100%	US$ 75.61	US$ 75.61
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 17.13	US$ 17.13	100%	US$ 17.13	US$ 17.13
Excavación Canal	m3/m	22.1135	US$ 14.95	US$ 330.60	22.11	US$ 14.95	US$ 330.60
Relleno Lateral	m3/m	0	US$ 14.80	US$ 0.00	0.00	US$ 14.80	US$ 0.00
Terraplén de Canal	m3/m	10.6	US$ 29.06	US$ 308.04	10.60	US$ 29.06	US$ 308.04
Base de apoyo	m3/m	0.8018	US$ 30.00	US$ 24.05	0.80	US$ 30.00	US$ 24.05
Hormigón de Limpieza	m3/m	0	US$ 211.15	US$ 0.00	0.00	US$ 211.15	US$ 0.00
Hormigón Simple H-20 Canal	m3/m	1.2077	US$ 218.69	US$ 264.11	1.21	US$ 218.69	US$ 264.11
Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte	m3/m	0.22	US$ 371.00	US$ 81.62	0.12	US$ 371.00	US$ 44.52
Acero ADN 420 para Hormigón Canal	kg/m	0	US$ 4.23	US$ 0.00	0	US$ 4.23	US$ 0.00
Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte	kg/m	6.6	US$ 4.75	US$ 31.35	3.6	US$ 4.75	US$ 17.10
Compuerta Planas de Ataje	Gl/m	100%	US$ 4.91	US$ 4.91	0%	US$ 4.91	US$ 0.00
Módulos de Máscaras	Gl/m	100%	US$ 24.67	US$ 24.67	0%	US$ 24.67	US$ 0.00
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 23.37	US$ 23.37	100%	US$ 21.62	US$ 21.62
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 59.58	US$ 59.58	100%	US$ 55.14	US$ 55.14
TOTAL				**US$ 1.251.24**			**US$ 1.157.92**

Apéndice No.4: Canalizaciones Abiertas - Red Secundaria (Q = 0,7 m^3/s)

S-CA-0,7							
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 19.03	US$ 19.03	100%	US$ 17.26	US$ 17.26
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 3.99	US$ 3.99	100%	US$ 3.99	US$ 3.99
Excavación Canal	m3/m	2.2407	US$ 14.95	US$ 33.50	2.24	US$ 14.95	US$ 33.50
Relleno Lateral	m3/m	1.127	US$ 14.80	US$ 16.68	1.13	US$ 14.80	US$ 16.68
Terraplén de Canal	m3/m	0.23	US$ 29.06	US$ 6.68	0.23	US$ 29.06	US$ 6.68
Base de apoyo	m3/m	0	US$ 30.00	US$ 0.00	0.00	US$ 30.00	US$ 0.00
Hormigón de Limpieza	m3/m	0.077	US$ 211.15	US$ 16.26	0.08	US$ 211.15	US$ 16.26
Hormigón para Armar H-20 Canal	m3/m	0.3168	US$ 327.01	US$ 103.60	0.32	US$ 327.01	US$ 103.60
Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte	m3/m	0.06	US$ 371.00	US$ 22.26	0.03	US$ 371.00	US$ 11.13
Acero ADN 420 para Hormigón Canal	kg/m	8.08	US$ 4.23	US$ 34.18	8.08	US$ 4.23	US$ 34.18
Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte	kg/m	1.83	US$ 4.75	US$ 8.69	0.77	US$ 4.75	US$ 3.66
Compuerta Planas de Ataje	Gl/m	100%	US$ 1.14	US$ 1.14	0%	US$ 1.14	US$ 0.00
Módulos de Máscaras	Gl/m	100%	US$ 5.74	US$ 5.74	0%	US$ 5.74	US$ 0.00
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 5.43	US$ 5.43	100%	US$ 4.94	US$ 4.94
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 13.86	US$ 13.86	100%	US$ 12.59	US$ 12.59
TOTAL				**US$ 291.04**			**US$ 264.46**

Apéndice No.5: Canalizaciones Abiertas - Red Secundaria (Q = 2 m^3/s)

S-CA-2							
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 31.65	US$ 31.65	100%	US$ 29.42	US$ 29.42
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 6.63	US$ 6.63	100%	US$ 6.63	US$ 6.63
Excavación Canal	m3/m	4.5414	US$ 14.95	US$ 67.89	4.54	US$ 14.95	US$ 67.89
Relleno Lateral	m3/m	2.3536	US$ 14.80	US$ 34.83	2.35	US$ 14.80	US$ 34.83
Terraplén de Canal	m3/m	1.18	US$ 29.06	US$ 34.29	1.18	US$ 29.06	US$ 34.29
Base de apoyo	m3/m	0	US$ 30.00	US$ 0.00	0.00	US$ 30.00	US$ 0.00
Hormigón de Limpieza	m3/m	0.107	US$ 211.15	US$ 22.59	0.11	US$ 211.15	US$ 22.59
Hormigón para Armar H-20 Canal	m3/m	0.4608	US$ 327.01	US$ 150.69	0.46	US$ 327.01	US$ 150.69
Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte	m3/m	0.08	US$ 371.00	US$ 29.68	0.05	US$ 371.00	US$ 18.55
Acero ADN 420 para Hormigón Canal	kg/m	11.75	US$ 4.23	US$ 49.70	11.75	US$ 4.23	US$ 49.70
Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte	kg/m	2.66	US$ 4.75	US$ 12.64	1.28	US$ 4.75	US$ 6.08
Compuerta Planas de Ataje	Gl/m	100%	US$ 1.90	US$ 1.90	0%	US$ 1.90	US$ 0.00
Módulos de Máscaras	Gl/m	100%	US$ 9.54	US$ 9.54	0%	US$ 9.54	US$ 0.00
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 9.04	US$ 9.04	100%	US$ 8.41	US$ 8.41
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 23.05	US$ 23.05	100%	US$ 21.45	US$ 21.45
TOTAL				**US$ 484.12**			**US$ 450.54**

Apéndice No.6: Canalizaciones Abiertas - Red Secundaria (Q = 4 m^3/s)

S-CA-4							
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 45.52	US$ 45.52	100%	US$ 42.51	US$ 42.51
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 9.53	US$ 9.53	100%	US$ 9.53	US$ 9.53
Excavación Canal	m3/m	7.8732	US$ 14.95	US$ 117.70	7.87	US$ 14.95	US$ 117.70
Relleno Lateral	m3/m	4.0474	US$ 14.80	US$ 59.90	4.05	US$ 14.80	US$ 59.90
Terraplén de Canal	m3/m	2.02	US$ 29.06	US$ 58.70	2.02	US$ 29.06	US$ 58.70
Base de apoyo	m3/m	0.732	US$ 30.00	US$ 21.96	0.73	US$ 30.00	US$ 21.96
Hormigón de Limpieza	m3/m	0.122	US$ 211.15	US$ 25.76	0.12	US$ 211.15	US$ 25.76
Hormigón para Armar H-20 Canal	m3/m	0.5568	US$ 327.01	US$ 182.08	0.56	US$ 327.01	US$ 182.08
Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte	m3/m	0.10	US$ 371.00	US$ 37.10	0.06	US$ 371.00	US$ 22.26
Acero ADN 420 para Hormigón Canal	kg/m	14.2	US$ 4.23	US$ 60.07	14.2	US$ 4.23	US$ 60.07
Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte	kg/m	3.21	US$ 4.75	US$ 15.25	1.53	US$ 4.75	US$ 7.27
Compuerta Planas de Ataje	Gl/m	100%	US$ 2.73	US$ 2.73	0%	US$ 2.73	US$ 0.00
Módulos de Máscaras	Gl/m	100%	US$ 13.72	US$ 13.72	0%	US$ 13.72	US$ 0.00
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 13.00	US$ 13.00	100%	US$ 12.15	US$ 12.15
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 33.15	US$ 33.15	100%	US$ 30.99	US$ 30.99
TOTAL				**US$ 696.17**			**US$ 650.88**

Apéndice No.7: Canalizaciones Abiertas - Red Terciaria (Q = 0,05 m^3/s)

T-CA-0,05							
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 4.22	US$ 4.22	100%	US$ 3.79	US$ 3.79
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 0.90	US$ 0.90	100%	US$ 0.90	US$ 0.90
Excavación Canal	m3/m	0.7118	US$ 14.95	US$ 10.64	0.71	US$ 14.95	US$ 10.64
Relleno Lateral	m3/m	0.425	US$ 14.80	US$ 6.29	0.43	US$ 14.80	US$ 6.29
Terraplén de Canal	m3/m	0	US$ 29.06	US$ 0.00	0.00	US$ 29.06	US$ 0.00
Base de apoyo	m3/m	0	US$ 30.00	US$ 0.00	0.00	US$ 30.00	US$ 0.00
Hormigón de Limpieza	m3/m	0	US$ 211.15	US$ 0.00	0.00	US$ 211.15	US$ 0.00
Hormigón Simple H-20 Canal	m3/m	0.1268	US$ 218.69	US$ 27.73	0.13	US$ 218.69	US$ 27.73
Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte	m3/m	0.01	US$ 371.00	US$ 3.71	0.01	US$ 371.00	US$ 3.71
Acero ADN 420 para Hormigón Canal	kg/m	0	US$ 4.23	US$ 0.00	0	US$ 4.23	US$ 0.00
Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte	kg/m	0.26	US$ 4.75	US$ 1.24	0.26	US$ 4.75	US$ 1.24
Compuerta Planas de Ataje	Gl/m	100%	US$ 5.50	US$ 5.50	0%	US$ 5.50	US$ 0.00
Módulos de Máscaras	Gl/m	0%	US$ 1.18	US$ 0.00	0%	US$ 1.18	US$ 0.00
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 3.01	US$ 3.01	100%	US$ 1.09	US$ 1.09
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 6.32	US$ 6.32	100%	US$ 2.77	US$ 2.77
TOTAL				**US$ 69.56**			**US$ 58.16**

Apéndice No.8: Canalizaciones Abiertas - Red Terciaria (Q = 0,15 m^3/s)

T-CA-0,15							
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 6.46	US$ 6.46	100%	US$ 5.84	US$ 5.84
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 1.38	US$ 1.38	100%	US$ 1.38	US$ 1.38
Excavación Canal	m3/m	1.2765	US$ 14.95	US$ 19.08	1.28	US$ 14.95	US$ 19.08
Relleno Lateral	m3/m	0.665	US$ 14.80	US$ 9.84	0.67	US$ 14.80	US$ 9.84
Terraplén de Canal	m3/m	0	US$ 29.06	US$ 0.00	0.00	US$ 29.06	US$ 0.00
Base de apoyo	m3/m	0	US$ 30.00	US$ 0.00	0.00	US$ 30.00	US$ 0.00
Hormigón de Limpieza	m3/m	0	US$ 211.15	US$ 0.00	0.00	US$ 211.15	US$ 0.00
Hormigón Simple H-20 Canal	m3/m	0.1915	US$ 218.69	US$ 41.88	0.19	US$ 218.69	US$ 41.88
Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte	m3/m	0.01	US$ 371.00	US$ 4.22	0.01	US$ 371.00	US$ 4.22
Acero ADN 420 para Hormigón Canal	kg/m	0	US$ 4.23	US$ 0.00	0	US$ 4.23	US$ 0.00
Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte	kg/m	0.29	US$ 4.75	US$ 1.38	0.29	US$ 4.75	US$ 1.38
Compuerta Planas de Ataje	Gl/m	100%	US$ 8.00	US$ 8.00	0%	US$ 8.00	US$ 0.00
Módulos de Máscaras	Gl/m	0%	US$ 1.81	US$ 0.00	0%	US$ 1.81	US$ 0.00
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 4.61	US$ 4.61	100%	US$ 1.67	US$ 1.67
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 9.69	US$ 9.69	100%	US$ 4.26	US$ 4.26
TOTAL				**US$ 106.54**			**US$ 89.55**

Apéndice No.9: Canalizaciones Abiertas - Red Terciaria (Q = 0,5 m^3/s)

T-CA-0,5							
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 9.47	US$ 9.47	100%	US$ 8.63	US$ 8.63
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 2.03	US$ 2.03	100%	US$ 2.03	US$ 2.03
Excavación Canal	m3/m	2.2	US$ 14.95	US$ 32.89	2.20	US$ 14.95	US$ 32.89
Relleno Lateral	m3/m	0.945	US$ 14.80	US$ 13.99	0.95	US$ 14.80	US$ 13.99
Terraplén de Canal	m3/m	0	US$ 29.06	US$ 0.00	0.00	US$ 29.06	US$ 0.00
Base de apoyo	m3/m	0	US$ 30.00	US$ 0.00	0.00	US$ 30.00	US$ 0.00
Hormigón de Limpieza	m3/m	0	US$ 211.15	US$ 0.00	0.00	US$ 211.15	US$ 0.00
Hormigón Simple H-20 Canal	m3/m	0.2562	US$ 218.69	US$ 56.03	0.26	US$ 218.69	US$ 56.03
Hormigón para Armar H-25 Obra de Arte	m3/m	0.02	US$ 371.00	US$ 7.42	0.02	US$ 371.00	US$ 7.42
Acero ADN 420 para Hormigón Canal	kg/m	0	US$ 4.23	US$ 0.00	0	US$ 4.23	US$ 0.00
Acero ADN 420 para Hormigón Obra de Arte	kg/m	0.51	US$ 4.75	US$ 2.42	0.51	US$ 4.75	US$ 2.42
Compuerta Planas de Ataje	Gl/m	100%	US$ 11.00	US$ 11.00	0%	US$ 11.00	US$ 0.00
Módulos de Máscaras	Gl/m	0%	US$ 2.67	US$ 0.00	0%	US$ 2.67	US$ 0.00
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 6.76	US$ 6.76	100%	US$ 2.47	US$ 2.47
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 14.20	US$ 14.20	100%	US$ 6.29	US$ 6.29
TOTAL				**US$ 156.21**			**US$ 132.17**

Apéndice No.10: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=125 mm)

Diámetro	**125**			
T-CC-				
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 2.36	US$ 2.36
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 1.16	US$ 1.16
Excavación Tubería	m3/m	0.3487	US$ 10.70	US$ 3.73
Arena de asiento	m3/m	0.0784	US$ 20.86	US$ 1.64
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.0042	US$ 15.77	US$ 0.07
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	0.3848	US$ 12.21	US$ 4.70
Tubería PVC - DN 125 - K10	m/m	1	US$ 21.51	US$ 21.51
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 0.78	US$ 0.78
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 6.08	US$ 6.08
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 12.80	US$ 12.80
TOTAL				**US$ 140.75**

Apéndice No.11: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=160mm)

Diámetro	**160**			
	T-CC-			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 2.43	US$ 2.43
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 1.20	US$ 1.20
Excavación Tubería	m3/m	0.4397	US$ 10.70	US$ 4.70
Arena de asiento	m3/m	0.0889	US$ 20.86	US$ 1.85
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.0287	US$ 15.77	US$ 0.45
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	0.4198	US$ 12.21	US$ 5.13
Tubería PVC - DN 160 - K6	m/m	1	US$ 22.01	US$ 22.01
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 1.71	US$ 1.71
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 6.26	US$ 6.26
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 13.17	US$ 13.17
TOTAL				**US$ 144.85**

Apéndice No.12: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=200 mm)

Diámetro	**200**			
	T-CC-			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 2.75	US$ 2.75
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 1.36	US$ 1.36
Excavación Tubería	m3/m	0.5437	US$ 10.70	US$ 5.82
Arena de asiento	m3/m	0.1009	US$ 20.86	US$ 2.10
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.0567	US$ 15.77	US$ 0.89
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	0.4598	US$ 12.21	US$ 5.61
Tubería PVC - DN 200 - K6	m/m	1	US$ 34.42	US$ 34.42
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 2.78	US$ 2.78
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 7.07	US$ 7.07
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 14.87	US$ 14.87
TOTAL				**US$ 163.61**

Apéndice No.13: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=250 mm)

Diámetro	**250**			
	T-CC-			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 3.81	US$ 3.81
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 1.89	US$ 1.89
Excavación Tubería	m3/m	0.6737	US$ 10.70	US$ 7.21
Arena de asiento	m3/m	0.1159	US$ 20.86	US$ 2.42
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.0917	US$ 15.77	US$ 1.45
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	0.5098	US$ 12.21	US$ 6.22
Tubería PVC - DN 250 - K10	m/m	1	US$ 83.57	US$ 83.57
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 4.11	US$ 4.11
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 9.82	US$ 9.82
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 20.64	US$ 20.64
TOTAL				**US$ 227.07**

Apéndice No.14: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=315 mm)

Diámetro	**315**			
	T-CC-0,05			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 3.93	US$ 3.93
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 1.95	US$ 1.95
Excavación Tubería	m3/m	0.91	US$ 10.70	US$ 9.74
Arena de asiento	m3/m	0.1302	US$ 20.86	US$ 2.72
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.1478	US$ 15.77	US$ 2.33
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	0.56	US$ 12.21	US$ 6.84
Tubería PVC - DN 315 - K6	m/m	1	US$ 84.00	US$ 84.00
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 5.29	US$ 5.29
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 10.12	US$ 10.12
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 21.28	US$ 21.28
TOTAL				**US$ 234.12**

Apéndice No.15: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=450 mm)

Diámetro	**450**			
	T-CC-0,15			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 5.94	US$ 5.94
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 2.95	US$ 2.95
Excavación Tubería	m3/m	1.3077	US$ 10.70	US$ 13.99
Arena de asiento	m3/m	0.1786	US$ 20.86	US$ 3.73
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.2471	US$ 15.77	US$ 3.90
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	0.72	US$ 12.21	US$ 8.79
Tubería PVC - DN 450 - K6	m/m	1	US$ 170.00	US$ 170.00
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 10.71	US$ 10.71
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 15.29	US$ 15.29
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 32.12	US$ 32.12
TOTAL				**US$ 353.34**

Apéndice No.16: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=600 mm)

Diámetro	**600**			
	T-CC-0,30			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 6.69	US$ 6.69
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 3.33	US$ 3.33
Excavación Tubería	m3/m	1.6	US$ 10.70	US$ 17.12
Arena de asiento	m3/m	0.2001	US$ 20.86	US$ 4.17
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.3195	US$ 15.77	US$ 5.04
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	0.8	US$ 12.21	US$ 9.77
Tubería PRFV - DN 600 - K6	m/m	1	US$ 200.00	US$ 200.00
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 12.60	US$ 12.60
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 17.22	US$ 17.22
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 36.19	US$ 36.19
TOTAL				**US$ 398.06**

Apéndice No.17: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=700 mm)

Diámetro	**700**			
	T-CC-0,50			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 8.16	US$ 8.16
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 4.06	US$ 4.06
Excavación Tubería	m3/m	2.04	US$ 10.70	US$ 21.83
Arena de asiento	m3/m	0.2502	US$ 20.86	US$ 5.22
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.4415	US$ 15.77	US$ 6.96
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	0.96	US$ 12.21	US$ 11.72
Tubería PRFV - DN 700 - K6	m/m	1	US$ 260.00	US$ 260.00
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 16.38	US$ 16.38
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 21.00	US$ 21.00
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 44.13	US$ 44.13
TOTAL				**US$ 485.39**

Apéndice No.18: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=800 mm)

Diámetro	**800**			
	T-CC-			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 9.37	US$ 9.37
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 4.67	US$ 4.67
Excavación Tubería	m3/m	2.1037	US$ 10.70	US$ 22.51
Arena de asiento	m3/m	0.2809	US$ 20.86	US$ 5.86
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.4767	US$ 15.77	US$ 7.52
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	1.0598	US$ 12.21	US$ 12.94
Tubería PRFV - DN 800 - K6	m/m	1	US$ 314.97	US$ 314.97
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 18.80	US$ 18.80
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 24.12	US$ 24.12
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 50.67	US$ 50.67
TOTAL				**US$ 557.35**

Apéndice No.19: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=900 mm)

Diámetro	**900**			
	T-CC-			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 10.80	US$ 10.80
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 5.38	US$ 5.38
Excavación Tubería	m3/m	2.3637	US$ 10.70	US$ 25.29
Arena de asiento	m3/m	0.3109	US$ 20.86	US$ 6.49
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.5467	US$ 15.77	US$ 8.62
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	1.1598	US$ 12.21	US$ 14.16
Tubería PRFV - DN 900 - K6	m/m	1	US$ 378.07	US$ 378.07
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 21.47	US$ 21.47
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 27.80	US$ 27.80
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 58.40	US$ 58.40
TOTAL				**US$ 642.41**

Apéndice No.20: Canalizaciones cerradas- Red presurizada (D=1.200 mm)

Diámetro	**1200**			
	T-CC-			
ítem	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Subtotal**
Limpieza y preparación de terreno	Gl/m	100%	US$ 13.11	US$ 13.11
Plan de Manejo Ambiental	Gl/m	100%	US$ 6.54	US$ 6.54
Excavación Tubería	m3/m	3.1437	US$ 10.70	US$ 33.64
Arena de asiento	m3/m	0.4009	US$ 20.86	US$ 8.36
Relleno de 1a etapa para tubería	m3/m	0.7567	US$ 15.77	US$ 11.93
Relleno de 2a etapa para tubería	m3/m	1.4598	US$ 12.21	US$ 17.82
Tubería PRFV - DN 1200 - K6	m/m	1	US$ 468.69	US$ 468.69
Piezas Especiales	Gl/m	100%	US$ 29.48	US$ 29.48
Anclajes de Hormigón	m3/m	0.01	US$ 254.43	US$ 2.54
Bornas de Riego	Un/m	0.01	US$ 12.000.00	US$ 80.00
Válvulas Seccionadoras	Un/m	0.0002	US$ 7.650.00	US$ 1.53
Válvulas de Aire	Un/m	0.0010	US$ 1.630.00	US$ 1.63
Válvulas Desagüe	Un/m	0.0002	US$ 1.120.00	US$ 0.22
Inspección de Obra	GL/m	100%	US$ 33.76	US$ 33.76
Estudio y Proyecto	GL/m	100%	US$ 70.93	US$ 70.93
TOTAL				**US$ 780.19**

Apéndice No.21: Margen neto por ha considerado para las comparaciones del capítulo 10

	TRADICIONALES						TECNIFICADOS					
	FRUTALES	OLIVO	VID	HORTICOLAS	ALFALFA	PAPA SEMILLA	FRUTALES	OLIVO	VID	HORTICOLAS	ALFALFA	PAPA SEMILLA
Tunuyán Superior	$ 1,501,981.1	$ 563,542.3	$ 1,529,343.5	$ 1,976,462.3			$ 2,326,776.0	$ 1,041,853.4	$ 1,392,444.6	$ 2,752,621.4		
Tunuyán Inferior	$ 1,353,622.1	$ 563,542.3	$ 1,529,343.5	$ 1,797,901.0			$ 1,979,578.2	$ 1,041,853.4	$ 1,392,444.6	$ 2,673,483.3		
Diamante	$ 1,250,668.1	$ 563,542.3	$ 1,529,343.5	$ -	$ 1,476,493.7		$ 1,782,173.7	$ 1,041,853.4	$ 1,392,444.6	$ -	$ 1,218,974.9	
Atuel	$ 1,263,757.3	$ 563,542.3	$ 1,529,343.5	$ 1,739,171.8	$ 1,476,493.7		$ 1,804,039.9	$ 1,041,853.4	$ 1,392,444.6	$ 2,679,553.0	$ 1,218,974.9	
Malargüe				$ 2,603,360.4	$ 1,476,493.7	$ 352,627.7				$ 3,604,125.7	$ 1,218,974.9	$ 1,175,499.1
Mendoza	$ 1,452,650.7	$ 563,542.3	$ 1,529,343.5	$ 1,786,868.4			$ 2,133,973.7	$ 1,041,853.4	$ 1,392,444.6	$ 2,609,762.8		

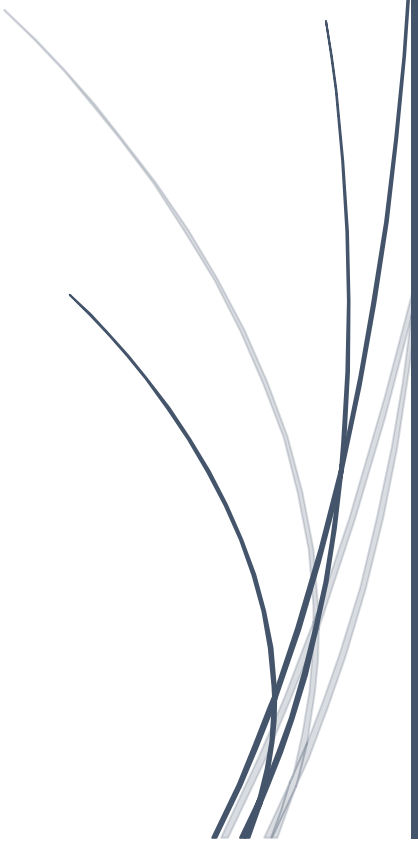
Fuente: elaboración propia a partir de información provista por el Instituto de Desarrollo Rural. Es importante enfatizar que este margen neto es una simplificación de los modelos de rentabilidad utilizados, ya que está contemplando la diferencia entre margen bruto (ingresos por ventas menos costos operativos) y los costos variables, sin incorporar el impacto de los costos fijos (costos anuales equivalentes de capital fundiario y de explotación).

PLAN MAESTRO PARA EL SECTOR HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Informe 6.1

Evaluación de las alternativas de inversión

Enero 2025



Índice de contenidos

0. REVISIÓN DEL REPORTE 13

0.1 OBSERVACIONES DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES 14

0.2 OBSERVACIONES REALIZADAS POR EL DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN 15

1. INTRODUCCIÓN 22

1.1 CONTEXTO Y ALCANCE DEL ESTUDIO 22

1.2 RESUMEN TÉCNICO 22

2. ACTUALIZACIÓN AL REPORTE 4 Y 5 24

2.1 OFERTA SOSTENIBLE RÍO ATUEL 24

2.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL DÉFICIT PROYECTADO 27

Alternativa 1 – Mejora de la Eficiencia de conducción. 29

Alternativa 2 – Mejora de la Eficiencia de Aplicación 30

Alternativa 3 - Mejora en las eficiencias de aplicación y conducción. 31

Resumen de alternativas de Río Atuel 32

.3 REVISIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA ACTUAL Y PROYECTADA 33

3.1 INTRODUCCIÓN 33

Agua Superficial 33

Agua subterránea 33

Agua tratada 34

3.2 OFERTA RÍO MENDOZA 35

Agua superficial 35

Agua subterránea 36

Agua tratada 37

3.3 OFERTA RÍO TUNUYÁN 38

Agua superficial 38

Agua subterránea 40

3.4 OFERTA RÍO DIAMANTE 43

Agua superficial 43

Agua subterránea 45

Agua tratada 46

3.5 OFERTA RÍO ATUEL 46

Agua superficial 46

Agua subterránea 48

Agua tratada 48

3.6 OFERTA RÍO MALARGÜE 49

Agua superficial 49

Agua subterránea 51

Agua tratada *51*

4. REVISIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA SOSTENIBLE POR DÉCADA 52

4.1 GENERALIDADES 52
4.2 OFERTA SOSTENIBLE RÍO MENDOZA 53
4.3 OFERTA SOSTENIBLE RÍO TUNUYÁN 55
4.4 OFERTA SOSTENIBLE RÍO ATUEL 57
4.5 RÍO DIAMANTE 58

5. REVISIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA ACTUAL Y PROYECTADA 63

5.1 DEMANDA HÍDRICA RÍO MENDOZA 63
Demanda Poblacional *63*
Demanda Agrícola *65*
Demanda Industrial *65*
5.2 DEMANDA HÍDRICA RÍO TUNUYÁN 66
Demanda Poblacional *67*
Demanda Agrícola *69*
Demanda Industrial *70*
5.3 DEMANDA HÍDRICA RÍO DIAMANTE 70
Demanda poblacional *71*
Demanda Agrícola *72*
Demanda Industrial *73*
5.4 DEMANDA HÍDRICA RÍO ATUEL 73
Demanda Poblacional *74*
Demanda Agrícola *75*
Demanda Industrial *76*
5.5 DEMANDA RÍO MALARGÜE 76
Uso Ambiental *76*
Demanda Poblacional *76*
Demanda Agrícola *77*
Demanda Industrial *78*

6. ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN 79

Alternativa 2.1 ..... *79*
Alternativa 2.2. Inversiones adicionales. *80*
Alternativa 2.3 ..... *81*

7. APLICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS 83

7.1 INTRODUCCIÓN 83
7.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EFICIENCIA 83
7.3 DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO DE REFERENCIA 83
7.4 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO 85

Almacenamiento Estacional *86*
Almacenamiento Interanual *86*
7.5 La demanda hídrica y su rol en la capacidad de regulación 87
7.6 Volumen de reservorios en las redes de riego 87
7.7 Consideraciones de operación de embalses y gestión de las erogaciones 88
Metodología general de cálculo *89*
Secuencia de cálculo *89*
Datos Generales *90*
Materiales *90*
Resultados *90*
.8 RESUMEN Y ACTUALIZACIONES SOBRE EL COSTO DE INVERSIONES PARA LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS 92
8.1 Alternativa 2.3 92
Reservorios en red de riego *92*
Inversiones Intrafinca. Riego por Mangas *93*
Sistema de gestión de la distribución *93*
Mejora de las estructuras de derivación y distribución *94*
Caudalímetros *95*
8.2 Alternativa 2.2 (inversiones adicionales) 96
Riego por goteo, cámara de carga y presurización en propiedades *96*
8.3 Alternativa 2.1 (inversiones adicionales) 96
8.4 Determinación de costos anuales 97
9. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN 99
9.1 Cuenca del Río Mendoza 99
Determinación del nivel de eficiencia. Río Mendoza *99*
Volumen de almacenamiento requerido *105*
Análisis de la aplicación de las alternativas *111*
Reservorios en redes de riego *113*
Inversiones en superficie irrigada por el río Mendoza *115*
Inversiones en ACRES *117*
Inversiones en Otras Fuentes *120*
Inversiones en áreas subterráneas exclusivas *121*
Total de inversiones. Cuenca Río Mendoza *121*
9.2 Cuenca del Río Tunuyán 123
Determinación del nivel de eficiencia. Río Tunuyán *123*
Volumen de almacenamiento requerido *125*
Análisis de la aplicación de las alternativas *127*
Reservorios en redes de riego *128*
Inversiones en superficie irrigada por el Río Tunuyán *129*

Inversiones en arroyos de Cordillera Frontal *132*
Inversiones en Arroyos de manantial *135*
Inversiones en agua subterránea exclusiva *136*
Total de inversiones. Cuenca Río Tunuyán *138*
Conclusiones y visión a futuro *138*
9.3 CUENCA DEL RÍO DIAMANTE 140
Determinación del nivel de eficiencia. Río Diamante *140*
Volumen de almacenamiento requerido *142*
Análisis de la aplicación de las alternativas *145*
Reservorios en redes de riego *146*
Inversiones en superficie irrigada por el río Diamante *147*
9.4 CUENCA DEL RÍO ATUEL 149
Determinación del nivel de eficiencia. Río Atuel *149*
Volumen de almacenamiento requerido *151*
Análisis de la aplicación de las alternativas *154*
Reservorios en redes de riego *155*
Inversiones en superficie irrigada por el río Atuel *156*
9.5 CUENCA DEL RIO MALARGÜE 159
Determinación del nivel de eficiencia. Río Malargüe *159*
Volumen de almacenamiento requerido *160*
Análisis de la aplicación de las alternativas *161*
Reservorios en redes de riego *162*
Inversiones en superficie irrigada por el río Malargüe *162*
Inversiones en superficie irrigada por arroyos *163*

10. CONCLUSIONES 165

10.1 CONCLUSIONES GENERALES 165
10.2 CUENCA DEL RÍO MENDOZA 165
10.3 CUENCA DEL RÍO TUNUYÁN 166
10.4 CUENCA DEL RÍO DIAMANTE 167
10.5 CUENCA DEL RÍO ATUEL 168
10.6 CUENCA DEL RÍO MALARGÜE 169

1. APÉNDICE I: ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA BASADO EN DATOS DISPONIBLES 170

1.1 INTRODUCCIÓN 170
1.2 CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA 173
1.3 CONCLUSIONES 180
1.4 REFERENCIAS 182

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1: Derrames en La Angostura y erogaciones del embalse Valle Grande. 24
Tabla 2.2: Balance hídrico para el abastecimiento correspondiente al percentil 50. 27
Tabla 2.3: Balance hídrico para el abastecimiento correspondiente al nivel de confiabilidad de 90% y 80%. 27
Tabla 2.4: Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Atuel. 29
Tabla 2.5: Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Atuel. 29
Tabla 2.6: Montos de las inversiones. Rio Atuel. Alternativa 1. 29
Tabla 2.7: Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Atuel. 30
Tabla 2.8: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.1. 30
Tabla 2.9: Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Río Atuel. 30
Tabla 2.10: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.2. 30
Tabla 2.11: Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Atuel. 31
Tabla 2.12: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.3. 31
Tabla 2.13: Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Río Atuel. 31
Tabla 2.14: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 3.1. 32
Tabla 2.15: Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Atuel. 32
Tabla 2.16: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 3.2. 32
Tabla 2.17: Resumen de Alternativas de inversión Río Atuel. 32
Tabla 3.1: Resumen oferta por cuenca. 34
Tabla 3.2: Valores registrados de volumen de agua del Río Mendoza. 35
Tabla 3.3: Agua disponible Mendoza, percentiles anuales - Agua disponible total del Río Mendoza (hm³). 36
Tabla 3.4: Agua tratada proyecciones 2030-2050. 38
Tabla 3.5: Valores registrados de volumen de agua del Río Tunuyán. 39
Tabla 3.6: Agua disponible total del Río Tunuyán (hm³). 39
Tabla 3.7: Agua tratada proyecciones Tunuyán 2030-2050. 43
Tabla 3.8: Volúmenes de agua registrados Río Diamante. 44
Tabla 3.9: Agua disponible Diamante, percentiles anuales - Agua disponible total del Río Diamante (hm³). 44
Tabla 3.10: Agua tratada Río Diamante proyecciones 2021-2050. 46
Tabla 3.11: Volúmenes de agua registrados Río Atuel. 47
Tabla 3.12: Agua disponible Atuel, percentiles anuales - Agua disponible total del Río Atuel (hm³). 47
Tabla 3.13: Proyecciones ingreso de agua al acuífero Río Atuel 2021-2050. 48
Tabla 3.14: Agua tratada Río Atuel proyecciones 2030-2050. 49
Tabla 3.15: Volúmenes de agua registrados Río Malargüe. 50
Tabla 3.16: Agua disponible Atuel, percentiles anuales - Agua disponible total del Río Atuel (hm³). 50
Tabla 3.17: Agua tratada Río Malargüe proyecciones 2030-2050. 51
Tabla 4.1: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Mendoza para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050). Capacidad de Almacenamiento, 395 hm³. 54
Tabla 4.2: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Tunuyán para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 276 hm³. 56
Tabla 4.3: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Atuel para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050). 58
Tabla 4.4: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Diamante para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050). 59

Tabla 4.5: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en la cuenca del Río Malargüe para niveles de confiabilidad del 90% y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050). 62
Tabla 5.1: Río Mendoza Demanda Poblacional - Proyecciones 64
Tabla 5.2: Río Tunuyán Superior Demanda Poblacional – Proyecciones. 68
Tabla 5.3: Río Tunuyán Inferior Demanda Poblacional – Proyecciones. 68
Tabla 5.4: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Superior. 69
Tabla 5.5: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Inferior. 70
Tabla 5.6: Río Diamante Demanda Poblacional 71
Tabla 5.7: Río Diamante Demanda Poblacional – Proyecciones. 72
Tabla 5.8: Fuentes de abastecimiento. Demanda agrícola Río Diamante. 72
Tabla 5.9: Río Atuel Demanda Poblacional – Proyecciones. 74
Tabla 5.10: Fuentes de abastecimiento para la demanda Agrícola. Río Atuel. 75
Tabla 5.11: Río Malargüe Demanda Poblacional – Proyecciones. 76
Tabla 5.12: Fuentes de abastecimiento de la demanda agrícola. Cuenca Río Malargüe. 77
Tabla 7.1: Longitud de la red de riego para la cuenca del Río Mendoza. 84
Tabla 8.1: Costos de materiales para un sistema de riesgo por mangas. 93
Tabla 8.2: Costos estimados en dólares para la implementación de un sistema de gestión de la distribución (en USD). 94
Tabla 8.3: Costos estimados en dólares para la implementación de un sistema de gestión de la distribución por unidad de superficie cultivada (en USD/ha). 94
Tabla 8.4: Costos de mejora en estructuras de derivación por hectárea. 95
Tabla 8.5: Costos de caudalímetros en las diferentes cuencas por unidad de superficie. 95
Tabla 8.6: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050). 96
Tabla 8.7: Inversiones alternativa 2.1 (2035 – 2050). 97
Tabla 8.8: Parámetros para el cálculo de los costos anuales. Río Mendoza. 98
Tabla 8.9: Parámetros para el cálculo de los costos anuales. Río Tunuyán Superior. 98
Tabla 8.10: Parámetros para el cálculo de los costos anuales. Río Tunuyán Inferior. 98
Tabla 8.11: Parámetros para el cálculo de los costos anuales. Río Tunuyán Diamante. 98
Tabla 9.1: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado. Cuenca Río Mendoza. 99
Tabla 9.2: Escenarios simulados. Cuenca Río Mendoza. 100
Tabla 9.3: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3. Río Mendoza. 101
Tabla 9.4: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.2. Río Mendoza. 101
Tabla 9.5: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.1. Río Mendoza. 101
Tabla 9.6: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3 – 2.2. Río Mendoza. 102
Tabla 9.7: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3 – 2.1. Río Mendoza. 103
Tabla 9.8: Volumen de abastecimiento poblacional. Escenario tendencial. Río Mendoza. 105
Tabla 9.9: Volumen de abastecimiento poblacional. Escenario con mejoras. Río Mendoza. 105
Tabla 9.10: Escenario 2.3 – 2.2. Cobertura de la demanda. Cuenca del Río Mendoza. 106
Tabla 9.11: Escenario 2.3 – 2.2. Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Mendoza. 108
Tabla 9.12: Escenario 2.3 – 2.1. Cobertura de la demanda. Cuenca del Río Mendoza. 109
Tabla 9.13: Escenario 2.3 – 2.1. Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Mendoza. 110
Tabla 9.14: Capacidad de almacenamiento requerida. Situación tendencial o de referencia. Cuenca del río Mendoza. 111
Tabla 9.15: Análisis del escenario 2.3-2.2. Cuenca del río Mendoza 112
Tabla 9.16: Análisis del escenario 2.3-2.1. Cuenca del río Mendoza. 113

Tabla 9.17: Láminas de diseño para reservorios. 114
Tabla 9.18: Volumen de reservorios requeridos para las 66.839 ha cultivadas del río Mendoza, abastecidas desde Potrerillos. 114
Tabla 9.19: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca río Mendoza. 115
Tabla 9.20: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050) para la Cuenca Río Mendoza. 115
Tabla 9.21: Inversiones alternativa 2.1 (2035 – 2050) para la Cuenca Río Mendoza. 116
Tabla 9.22: Costos anuales escenario 2.3 – 2.2. Río Mendoza. 117
Tabla 9.23: Costos anuales escenario 2.3 – 2.1. Río Mendoza. 117
Tabla 9.24: Almacenamiento estacional requerido en ACRE Campo Espejo. 118
Tabla 9.25: Almacenamiento estacional requerido en ACRE Paramillo. 118
Tabla 9.26: Almacenamiento estacional requerido en ACRE Campo Espejo. 119
Tabla 9.27: Almacenamiento estacional requerido en ACRE Paramillo. 119
Tabla 9.28: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para los ACRES Paramillo y Campo Espejo. 119
Tabla 9.29: Inversiones anuales alternativa 2.3 (2025 – 2035) para los ACRES Paramillo y Campo Espejo. 120
Tabla 9.30; Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para Otras Fuentes. 120
Tabla 9.31: Inversiones anuales. Alternativa 2.3. Otras Fuentes. Cuenca Río Mendoza. 120
Tabla 9.32: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para zona exclusiva de agua subterránea. 121
Tabla 9.33. Inversiones anuales. Alternativa 2.2. Área subterránea exclusiva. Cuenca Río Mendoza. 121
Tabla 9.34: Total de inversiones anuales. Cuenca Río Mendoza. Escenario 2-3 – 2.2 122
Tabla 9.35: Total de inversiones anuales. Cuenca Río Mendoza. Escenario 2-3 – 2. 1 122
Tabla 9.36: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado. Cuenca Río Tunuyán. 123
Tabla 9.37: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. Rio Tunuyán Inferior. 124
Tabla 9.38: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. Rio Tunuyán Superior. 124
Tabla 9.39: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Tunuyán. 126
Tabla 9.40: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Tunuyán. 127
Tabla 9.41: Láminas de diseño para reservorios. Río Tunuyán Inferior. 128
Tabla 9.42: Láminas de diseño para reservorios. Rio Tunuyán Superior. 128
Tabla 9.43: Volumen de reservorios requeridos para las 60.431 ha cultivadas del río Tunuyán Inferior. 129
Tabla 9.44: Volumen de reservorios requeridos para las 15.272 ha cultivadas del río Tunuyán Superior. 129
Tabla 9.45: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca río Tunuyán Inferior. 130
Tabla 9.46: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca río Tunuyán Superior. 130
Tabla 9.47: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050) para 20.150 ha. Cuenca Río Tunuyán Inferior. 131
Tabla 9.48: Inversiones alternativa 2.1 (2035 – 2050) para 5.091 ha. Cuenca Río Tunuyán Superior. 131
Tabla 9.49: Costos anuales escenario 2.3 – 2.2. Río Tunuyán Inferior. 132
Tabla 9.50: Costos anuales escenario 2.3 – 2.1 Río Tunuyán Superior. 132
Tabla 9.51: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.3. Arroyos de cordillera frontal... 132
Tabla 9.52: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para 5.091 ha. Arroyos de cordillera frontal. 133
Tabla 9.53: Costos anuales escenario 2.3. Arroyos de cordillera frontal. 133
Tabla 9.54: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.1. Arroyos de cordillera frontal... 134
Tabla 9.55: Inversiones alternativa 2.1 (2025 – 2035) para 5.091 ha. Arroyos de Cordillera Frontal. 134
Tabla 9.56: Costos anuales escenario 2.1 Arroyos de Cordillera Frontal. 134
Tabla 9.57: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.3. Arroyos de manantial. 135
Tabla 9.58: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para 5 091 ha. Arroyos de manantial 135
Tabla 9.59: Costos anuales escenario 2.3 Arroyos de manantial 136

Tabla 9.60: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.2. Zona de uso exclusivo de agua subterránea. 136
Tabla 9.61: Inversiones alternativa 2.2 (2025 – 2035) Zona de uso exclusivo de agua subterráneo. Tunuyán Inferior. 137
Tabla 9.62: Inversiones alternativa 2.2 (2025 – 2035) Zona de uso exclusivo de agua subterráneo. Tunuyán Superior. 137
Tabla 9.63: Costos anuales escenario 2.2 Zona de uso exclusivo de agua subterránea. Tunuyán Inferior 137
Tabla 9.64: Costos anuales Cuenca Río Tunuyán para Escenario 1 (Cord Frontal Alt 2.1) y Escenario 2 (Cordillera Alt. 2.3) 138
Tabla 9.65: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado. Cuenca Río Diamante. 140
Tabla 9.66: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.2. Río Diamante. 141
Tabla 9.67: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3. Río Diamante. 141
Tabla 9.68: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. Río Diamante. 142
Tabla 9.69: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Diamante. Sin considerar aporte subterráneo. 143
Tabla 9.70: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Diamante. Considerando aporte subterráneo. 143
Tabla 9.71: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Diamante. 145
Tabla 9.72: Láminas de diseño para reservorios. Río Diamante. 146
Tabla 9.73: Volumen de reservorios requeridos para las 45.280 ha cultivadas del río Diamante. 146
Tabla 9.74: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca Río Diamante. 147
Tabla 9.75: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050) para la Cuenca Río Diamante. 148
Tabla 9.76: Costos anuales escenario 2.2 – 2.3 Cuenca Río Diamante. 148
Tabla 9.77: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado. Cuenca Río Atuel. 149
Tabla 9.78: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3. Río Atuel. 150
Tabla 9.79: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.2. Río Atuel. 150
Tabla 9.80: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 151
Tabla 9.81: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Atuel. Sin considerar aporte subterráneo. 152
Tabla 9.82: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Atuel. Considerando aporte subterráneo. 152
Tabla 9.83: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Atuel. 154
Tabla 9.84: Láminas de diseño para reservorios. Río Atuel. 155
Tabla 9.85: Volumen de reservorios requeridos para las 53623 ha cultivadas del Río Atuel. 155
Tabla 9.86: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca río Atuel. 156
Tabla 9.87: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050) para la Cuenca Río Atuel. 157
Tabla 9.88: Costos anuales escenario 2.3 – 2.2 Cuenca Río Atuel. 158
Tabla 9.89: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado. Cuenca Río Malargüe. 159
Tabla 9.90: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. Río Malargüe 159
Tabla 9.91: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Malargüe. 161
Tabla 9.92: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Atuel. 161
Tabla 9.93: Láminas de diseño para reservorios. 162
Tabla 9.94: Volumen de reservorios requeridos para las 2.997 ha cultivadas del río Malargüe. 162
Tabla 9.95: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la cuenca Río Malargüe. 163
Tabla 9.96: Costos anuales. Río Malargüe. 163
Tabla 9.97: Inversiones Alternativa 2.3 (2025 – 2035) Arroyo Alamito y el Chacay. 164
Tabla 9.98: Costos anuales. Arroyo Alamito y el Chacay. 164

Tabla 1.1: Conjuntos de coordenadas recuperados indicando el número de pozos que fue existos a la vinculación en la cuenca norte. La atribución de coordenadas fue fundamental para identificar los pozos, conocer su ubicación y analizar qué pozos se repitieron en los muestreos realizados en diferentes años. 174

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Derrames en La Angostura y volumen erogado por Valle Grande. 25
Figura 2.2: Relación entre los derrames en La Angostura y volumen erogado por Valle Grande. 25
Figura 2.3: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (352 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 26
Figura 3.1: Gráfico variación entra la demanda bruta y la neta como función de la eficiencia global. 37
Figura 3.2: Proyección del ingreso de agua al acuífero Río Mendoza del 2021 al 2050. 37
Figura 3.3: Proyección ingreso de agua al acuífero cuenca Tunuyán Superior 2021-2050 41
Figura 3.4: Proyección ingreso de agua al acuífero cuenca Tunuyán Inferior 2021-2050..... 42
Figura 3.5: Proyección ingreso de agua al acuífero Río Diamante 2021-2050..... 45
Figura 4.1:Río Mendoza variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (395 hm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 53
Figura 4.2: Río Mendoza variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050. 54
Figura 4.3: Río Tunuyán variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (276 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 55
Figura 4.4: Río Tunuyán variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050. 56
Figura 4.5: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (352 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 57
Figura 4.6: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050. 58
Figura 4.7: Río Diamante variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (544 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 59
Figura 4.8: Río Diamante variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050. 60
Figura 4.9: Río Malargüe variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (0 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 61
Figura 4.10: Río Malargüe variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (0 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050. 62
Figura 5.1: Demanda brutal total. Cuenca Río Mendoza. 63
Figura 5.2: Fuentes de abastecimiento. Demanda Poblacional. Cuenca del Río Mendoza..... 64
Figura 5.3: Fuentes de provisión de agua. Demanda Agrícola. Río Mendoza..... 65
Figura 5.4: Demanda de agua. Cuenca Río Tunuyán 66

Figura 5.5: Fuentes de abastecimiento. Demanda Poblacional. Cuenca del Río Tunuyán Superior. 67
Figura 5.6: Fuentes de suministro. Demanda Agrícola. Cuenca Río Tunuyán. 69
Figura 5.7: Demanda hídrica. Cuenca Río Diamante. 71
Figura 5.8: Fuentes de abastecimiento. Demanda Poblacional. Río Diamante 71
Figura 5.9: Fuentes de abastecimiento. Demanda Agrícola. Río Diamante. 73
Figura 5.10: Demanda Hídrica. Cuenca Río Atuel. 74
Figura 5.11: Fuentes de abastecimiento. Demanda Poblacional. Río Atuel. 75
Figura 5.12: Fuentes de abastecimiento para la demanda Agrícola. Río Atuel. 75
Figura 5.13: Fuentes de abastecimiento. Demanda poblacional. Río Malargüe. 77
Figura 5.14: Fuentes de abastecimiento. Demanda Agrícola. Cuenca Río Malargüe. 78
Figura 6.1: Esquema de alternativa 2.1 80
Figura 6.2: Esquema de alternativa 2.2 81
Figura 6.3: Esquema de alternativa 2.3 82
Figura 7.1: Unidad de manejo de referencia 85
Figura 7.2: Capacidad de almacenamiento 86
Figura 8.1: Costo de construcción de reservorios Fuente: Compañía nacional de agua de Israel. 93
Figura 9.1: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3 – 2.2. Río Mendoza. 103
Figura 9.2: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3 – 2.1. Río Mendoza. 104
Figura 9.3: Capacidad de almacenamiento requerida. Escenario 2.3 – 2.2. Cuenca del Mendoza. 106
Figura 9.4: Capacidad de almacenamiento requerida. Escenario 2.3 – 2.1. Cuenca del Mendoza. 109
Figura 9.5: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del río Tunuyán Inferior 124
Figura 9.6: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del río Tunuyán Superior 125
Figura 9.7: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Tunuyán. 125
Figura 9.8: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del río Diamante. 142
Figura 9.9: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Diamante. 143
Figura 9.10: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del río Atuel. 151
Figura 9.11: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Atuel. 152
Figura 9.12: Aplicación de las alternativas en cuenca Río Atuel. 157
Figura 9.13: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del río Malargüe. 160
Figura 9.14: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Malargüe 160
Figura 10.1: Cobertura de pozos de agua subterránea (puntos) en las áreas de recarga de Tunuyán Inferior (verde; incluyendo ambas márgenes del río Mendoza), Tunuyán Superior (amarillo), y Diamante y Atuel (rosa). Los cursos de agua se indican con líneas azules. 170
Figura 10.2: Áreas de recarga administradas que componen las principales cuencas de la provincia de Mendoza. Se desconoce la extensión de los acuíferos más allá de las áreas administradas. Los colores de fondo indican unidades geológicas (leyenda en la Figura 10.3). 171
Figura 10.3: Columna estratigráfica de la provincia de Mendoza. Los colores corresponden al mapa geológico de la Figura 10.2. 172
Figura 10.4: Niveles de cloruro de agua subterránea muestreados en la cuenca norte en 2007. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2007 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados después de 2007. 175
Figura 10.5: Niveles de cloruro de agua subterránea muestreados en la cuenca norte en 2010. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2010 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados antes y después de 2010. 176

Figura 10.6: Los niveles de cloruro de agua subterránea se muestrean en la cuenca del norte en 2015. Entre una cantidad considerable de pozos (letreros x), no se muestrearon datos en 2015, o la incompatibilidad de códigos/nombres de pozos obstaculiza cualquier integración de datos muestreada antes de 2015. 177
Figura 10.7: Niveles de sulfato de aguas subterráneas muestreados en la cuenca norte en 2007. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2007 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados después de 2007...... 178
Figura 10.8: Niveles de sulfato de aguas subterráneas muestreados en la cuenca norte en 2010. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2010 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados antes y después de 2010.... 179
Figura 10.9: Niveles de sulfato de aguas subterráneas muestreados en la cuenca norte en 2015. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2015 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados antes de 2015...... 180

0. REVISIÓN DEL REPORTE

El Reporte 6 del Plan Maestro para el Sector Hídrico de la Provincia de Mendoza, es el informe final del Plan Maestro, el cual integra las conclusiones y propuestas desarrolladas en etapas previas. Este reporte fue oficialmente presentado el 16 de diciembre de 2024.

Posteriormente, el Departamento General de Irrigación (DGI) y el Consejo Federal de Inversiones (CFI), como organismos de revisión, realizaron una serie de observaciones y comentarios técnicos con el objetivo de fortalecer y afinar los contenidos y propuestas del documento. Dichos comentarios fueron enviados el 20 de enero de 2025, y en las siguientes secciones se presentan las respuestas detalladas a cada una de las observaciones recibidas, junto con las modificaciones correspondientes realizadas en el informe.

INFORME DE EVALUACIÓN TÉCNICA

EXPEDIENTE GDE: EX-2022-00132909 - CFI-GES#DC

“Asesoramiento para la elaboración de un Plan Maestro para el sector hídrico de la provincia” – Mendoza.

REVISIÓN INFORME PARCIAL N°5 (Etapa 6) - Versión preliminar

De acuerdo con el ANEXO B del contrato, las tareas a realizar en el presente informe debían contemplar los siguientes grados de desarrollo:

TAREA	DESCRIPCIÓN	ESTATUS
1	Análisis de la situación actual de los recursos hídricos	**TERMINADO**
2	Proyecciones de la oferta	**TERMINADO**
3	Proyecciones de la demanda	**TERMINADO**
4	Balances hídricos prospectivos	**TERMINADO**
5	Propuesta de medidas para distintas situaciones futuras	**TERMINADO**
6	Análisis económico y financiero de la alternativa elegida, y resumen del plan maestro.	**TERMINADO**

Nota: El ESTATUS indica el grado de desarrollo que debería tener la tarea según lo indicado en ANEXO B del contrato.

Habiendo analizado el Informe a continuación se detallan una serie de recomendaciones para tener en cuenta en la entrega definitiva.

0.1 OBSERVACIONES DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

1. Considerar en los análisis de inversión las afectaciones o abordaje que se les dará a los sectores agrícolas/rurales vulnerables.
2. En lo relacionado a calidad de agua subterránea se solicita incluir en los análisis contaminantes claves como arsénico o salinidad.
3. Los análisis de alternativas en lo que respecta al riego por mangas, se subestiman los costos de operación y mantenimiento.
4. En lo que respecta a implementación, analizar posibles fuentes de financiamiento y a los mecanismos que puedan necesitarse. No se mencionan aspectos cómo los impactos económicos y sociales que puedan llegar a tener el abordaje de las distintas alternativas.
5. La imagen como recurso es sumamente útil. Atender y revisar donde la calidad es muy baja, incorporar fuentes en donde las imágenes no sean de su autoría, pero por sobre todas las cosas revisar referencias ya que muchas veces no se entiende lo que se quiere ilustrar.
6. Revisar que todas las tablas tengan la mención de las unidades de medida utilizadas y la visibilidad de estas.

Respuestas a las observaciones del CFI

1. Las definiciones sobre las políticas públicas relacionadas con los sectores agrícolas/rurales vulnerables corresponden al Poder Ejecutivo Provincial, es esa institución quien en caso de que hubiera políticas en ese sentido tiene la responsabilidad de definirlas e implementarlas.
2. Esos aspectos fueron desarrollados en el Informe N°1. El análisis realizado por Mekorot en el Informe 6 es únicamente complementario.
   Sin embargo, Mekorot, en coordinación con el DGI, preparará un análisis de parámetros adicionales que serán incluidos en el informe final que se presentará. Cabe destacar que este análisis es un agregado que excede el alcance de trabajo acordado.

3. En relación con la observación sobre la posible subestimación de los costos de operación y mantenimiento asociados al riego por mangas, se aclara que el valor de 0,75% del costo de la inversión total utilizado en el análisis corresponde a un valor medio para el mantenimiento de sistemas como los que se pretenden. Este porcentaje no representa el costo de reemplazo total de los componentes del sistema, ya que estos pueden variar significativamente en función del tipo de cultivo y las prácticas de manejo implementadas. El cálculo busca reflejar un costo promedio anual de mantenimiento, y no un costo de reposición integral del sistema. Por otra parte, los costos de operación considerados corresponden principalmente a los costos energéticos asociados al funcionamiento del sistema. Si se considera que estos costos han sido subestimados o presentan un impacto significativo, sería fundamental aportar valores específicos respaldados por referencias técnicas o experiencias locales para ajustar el análisis en consecuencia. Adicionalmente, las posibles incertidumbres relacionadas con los costos de mantenimiento y operación están contempladas en el ítem de contingencia, que representa un 20% del costo de la inversión y tiene como objetivo absorber variaciones o imprevistos que puedan surgir.
4. El análisis de fuentes de financiamiento no es parte de esta consultoría, de todas maneras, el DGI no recibe financiamiento directo, los financiamientos son siempre a través del Gobierno Provincial, por lo tanto, es el Gobierno Provincial quien tiene la capacidad de analizar las alternativas de financiamiento dentro de su estrategia financiera general para la Provincia. Dentro de esas estrategias de financiamiento que debería evaluar el Gobierno Provincial se deberán contemplar los mecanismos para las evaluaciones económicas y sociales relacionadas con cada mecanismo en particular.
5. Se realizarán las correcciones correspondientes.
6. Se realizarán las correcciones correspondientes.

0.2 OBSERVACIONES REALIZADAS POR EL DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN

1. Página 70 cambiar el párrafo “En la reunión llevada a cabo con la participación de representantes de la provincia, DGI, Mekorot y CFI, se decidió que la implementación de las alternativas se realizará siguiendo la siguiente secuencia

de desarrollo:" por "De las alternativas presentadas en el informe 5, y de acuerdo con las consideraciones discutidas con representantes de la Provincia y Departamento General de Irrigación, se considera que la combinación de las opciones 2.2 y 2.3, junto con la inversión en el revestimiento de la red primaria y secundaria y la flexibilización de las estructuras de derivación, es la más adecuada en términos generales. Siguiendo la siguiente secuencia de desarrollo:".

2. Página 98 – Río Mendoza ¿por qué cae el volumen de regulación anual para la alternativa del 46% de eficiencia del abastecimiento poblacional?, No se condice la figura 9.4 con la tabla 9.13., situación similar se produce en la cobertura de la demanda, cuando deberían ser más altas que en el escenario anterior, en esta condición da a entender que el escenario 2.1 tiene un peor desempeño que el 2.2.

Escenario Analizado	Con aporte de agua subterránea		Sin aporte de agua subterránea	
	Regulación Interanual	Regulación Estacional	Regulación Interanual	Regulación Estacional
Base o de Referencia	58%	57%	44%	44%
2.3 - 2.2 Poblacional al 46%	68%	67%	58%	57%
2.3 - 2.2 Poblacional al 25%	73%	71%	63%	63%

Escenario Analizado	Con aporte de agua subterránea		Sin aporte de agua subterránea	
	Regulación Interanual	Regulación Estacional	Regulación Interanual	Regulación Estacional
Base o de Referencia	56%	56%	44%	44%
2.3 - 2.1 Poblacional al 46%	66%	64%	60%	59%
2.3 - 2.1 Poblacional al 25%	71%	69%	65%	65%

3. ¿Por qué la diferencia entre los valores de la tabla 9-1 y los de los valores de la tabla 9.14?

Nivel de Confiabilidad	80%			
Década	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	1.370	1.270	1.230	1.130
Oferta de Agua Tratada (ACRE)	102	102	102	102
Oferta recirculada	50	53	53	53
Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2)	317	317	316	316
Demanda Proyectada	2.152	2.290	2.326	2.364
Balance Hídrico	-312	-548	-625	-764

Escenarios simulados	Década	Cobertura de demanda. Sin agua subterránea.	Cobertura de demanda. Con agua subterránea.	Demanda Bruta (hm^3/año)	Nivel de abastecimiento Superficial para riego (hm^3/año)	Agua Subterránea (hm^3/año)	Balance anual. Con Agua subterránea (hm^3/año)
Base o de referencia	2020/30	47%	62%	1.399	659	201	-537
	2030/40	45%	58%	1.436	649	204	-603
	2040/50	39%	53%	1.437	562	197	-678

4. ¿Por qué los niveles de abastecimiento entre la tabla 9.14 y 9.15 son distintos?, ¿es por el abastecimiento poblacional?, si es así, porque los valores de abastecimiento de la tabla 9.15 son iguales para los distintos escenarios expuesto en la tabla.

5. Página 114, en el Tunuyán superior, en la superficie irrigada directamente desde el río, como desde los arroyos de cordillera frontal, se debería explorar la aplicación directa de la alternativa 2.1, ¡puede ser que esta alternativa sea más económica que la 2.2, al no existir el bombeo!, como así también como una cuestión de la regulación estacional.

6. Página 117 debería aclárense el título "Análisis de la aplicación de las alternativas" que corresponde a la irrigadas por el río Tunuyán.

7. En el caso particular de la situación del Tunuyán Superior, así como en otras cuencas en menor medida, es importante destacar la necesidad de considerar la posible construcción de obras de interconexión entre canales que se abastecen de distintas fuentes. Dado que esta situación presenta un alto grado de incertidumbre, especialmente en la valoración de la magnitud de los impactos, es innegable que habrá efectos derivados de las mejoras por inversión. Por lo tanto, sería conveniente mencionarlo y, en su caso, establecer recomendaciones a futuro, como por ejemplo la mejora de modelos orientados a optimizar la gestión. El informe del Tunuyán debería tener una mayor integralidad entre fuentes e inversión con visión algo más estratégica.

8. Página 128 último párrafo "Al analizar la alternativa 2.2 para el río Diamante, puede detectarse que década tras década al producirse una mejora en las eficiencias tanto de conducción como de aplicación, la reducción del déficit es

mínima, bajando apenas 3 hm³ para los dos casos (poblacional 37% y poblacional 30%).” Esta alternativa no contempla una mejora en la eficiencia de conducción.

9. Página 129 primer párrafo “La alternativa 2.3 por el contrario, al producirse un aumento en la eficiencia, de manera conjuntase produce un aumento en el déficit del sistema, incrementando su valor de 50 hm³ a 163 hm³ (poblacional 37%) y de 47 hm³ a 160 hm³ (poblacional 30%). Esto puede deberse a la falta de recarga de los acuíferos ante un aumento en las eficiencias globales en la cuenca.” Esto no es producto de la afectación de la recarga, si fuese así la alternativa 2.2 presentaría un mayor déficit, es producto de que el avance de la reducción de la oferta es más rápido que la ganancia de la mejora en la eficiencia.

10. Página 137 “Para el río Atuel, existen alternativas que logran eliminar el déficit proyectado considerando la oferta sostenible con un nivel de confiabilidad del 80% y alternativas que, si bien no lo eliminan lo reducen de manera considerable.” Esto es cierto para el escenario de satisfacer la demanda de la superficie cultivada y no la sobre que posee infraestructura de riego. Aunque esta situación es común a todas las cuencas, en el caso del río Atuel adquiere una relevancia particular. Por lo tanto, se considera que esta circunstancia debe ser destacada con mayor énfasis en el documento, por ejemplo, en las conclusiones.

11. ¿Cuál es el motivo de la diferencia entre los niveles de abastecimiento de la tabla 9.77 y la 9.83?

Nivel de Confiabilidad	80%			
Década	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	820	770	705	660
Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2)	51	51	49	49
Demanda Proyectada	997	1.032	1.054	1.076
Balance Hídrico	-126	-211	-299	-367

Escenarios simulados	Década	Cobertura de demanda. Sin agua subterránea.	Cobertura de demanda. Con agua subterránea.	Demanda Bruta (hm^3/año)	Nivel de abastecimiento Superficial (hm^3/año)	Agua Subterránea (hm^3/año)	Balance anual. Con Agua subterránea (hm^3/año)
Base o de referencia	2020/30	61%	67%	987	605	58	-324
	2030/40	60%	65%	1.013	603	58	-358
	2040/50	56%	61%	1.034	576	58	-401
Aplicación de alternativas de inversión.	2020/30	64%	70%	946	606	56	-285
	2030/40	77%	81%	750	576	45	-139
	2040/50	82%	86%	684	564	40	-93

12. ¿Por qué el río Diamante que posee consumo de energía (RPG) tan elevado?, también se debería prestar atención a la energía de Agua Subterránea.

Costo anuales escenarios 2.3 – 2.2 Río Mendoza.

Año	Total de inversiones	Recup. de capital Alt 2.3	Recup. de capital Alt 2.2	Mant. Alt 2.3	Mant. Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año ha
2030	28.558.351	18.577.617		2.141.876		3.985.386		24.704.879	375
2035	28.558.351	18.577.617		2.141.876		2.750.916		23.470.410	356
2040	32.092.562	18.577.617	31.315.008	2.141.876	3.610.413	2.009.926	5.266.889	62.921.730	956
2045	32.092.562	18.577.617	31.315.008	2.141.876	3.610.413	1.415.023	10.537.097	67.597.034	1027
2050	32.092.562	18.577.617	31.315.008	2.141.876	3.610.413	854.807	15.810.621	72.310.343	1098

Costos anuales escenario 2.3 – 2.2. Río Tunuyán Inferior.

Año	Total, de inversiones	Recup de capital Alt 2.3	Recupe de capital Alt 2.2	Mant Alt 2.3	Mant Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	20.145.931	13.105.217		1.510.945				14.616.162	242
2035	20.145.931	13.105.217		1.510.945				14.616.162	242
2040	9.821.916	13.105.217	9.583.946	1.510.945	1.104.966	628.527	12.801.777	38.735.378	641
2045	9.821.916	13.105.217	9.583.946	1.510.945	1.104.966	1.257.053	25.603.555	52.165.682	863
2050	9.821.916	13.105.217	9.583.946	1.510.945	1.104.966	1.885.580	38.405.332	65.595.986	1085

Costos anuales escenario 2.3 – 2.2. Río Tunuyán Superior.

Año	Total, de inversiones	Recup. de capital Alt 2.3	Recup. de capital Alt 2.2	Mant. Alt 2.3	Mant. Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	5.186.243	3.373.725		388.968		0		3.762.694	246
2035	5.186.243	3.373.725		388.968		0		3.762.694	246
2040	2.481.557	3.373.725	2.421.433	388.968	279.175	754.308	3.234.434	10.452.044	684
2045	2.481.557	3.373.725	2.421.433	388.968	279.175	1.508.616	6.468.868	14.440.786	946
2050	2.481.557	3.373.725	2.421.433	388.968	279.175	2.262.924	9.703.303	18.429.528	1207

Costos anuales escenario 2.2 – 2.3 Cuenca Río Diamante.

Año	Total, de inversiones	Recup de capital Alt 2.3	Recup de capital Alt 2.2	Mant Alt 2.3	Mant Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año ha
2030	16.939.302	11.019.259		1.270.448		2.140.315		14.430.022	319
2035	16.939.302	11.019.259		1.270.448		4.280.630		16.570.337	366
2040	22.071.283	11.019.259	21.536.530	1.270.448	2.483.019	1.426.877	43.593.747	81.329.880	1796
2045	22.071.283	11.019.259	21.536.530	1.270.448	2.483.019	2.853.753	87.187.495	126.350.504	2790
2050	22.071.283	11.019.259	21.536.530	1.270.448	2.483.019	4.280.630	130.781.242	171.371.128	3785

Costos anuales escenarios 2.2 – 2.3 Cuenca Río Atuel.

Año	Total, de inversiones	Recup de capital Alt 2.3	Recup de capital Alt 2.2	Mant Alt 2.3	Mant Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año ha
2030	15.699.772	10.212.927		1.177.483		229.130		11.619.540	217
2035	15.699.772	10.212.927		1.177.483		196.662		11.587.073	216
2040	16.838.551	10.212.927	16.430.578	1.177.483	1.894.337	188.197	14.119.291	44.022.813	821
2045	16.838.551	10.212.927	16.430.578	1.177.483	1.894.337	179.732	28.517.441	58.412.498	1089
2050	16.838.551	10.212.927	16.430.578	1.177.483	1.894.337	171.267	43.194.450	73.081.043	1363

Respuestas a las observaciones del DGI

1. Cambio realizado en el párrafo solicitado.
2. Cambios realizados en el documento.
3. Los resultados están expresados en términos de un año medio. Esta metodología, que emplea un paso de tiempo mensual, presenta diferencias en los valores de abastecimiento superficial y déficit anual en comparación con los reportados en el Informe N°4, el cual utiliza un enfoque anual con un nivel de confiabilidad del 80%.
4. No obstante, este análisis no contradice el anterior, sino que lo complementa, ya que permite estimar tanto el nivel de almacenamiento estacional necesario como el déficit anual, incorporando los déficits mensuales identificados en el proceso.
5. Ídem 3.
6. Se procede a desarrollar la alternativa 2.1 en el caso del Tunuyán Superior.
7. La aclaración requerida se realiza en el primer párrafo del apartado a continuación del título.
8. Si bien el planteamiento de trasbases o interconexión de cuencas excede el alcance de este estudio, se marca la necesidad de aumentar la eficiencia hídrica en zonas de arroyos

y sistemas no regulados para mejorar la seguridad del agua y la cobertura de demandas. La integración de las áreas irrigadas del Tunuyán Superior y la gestión alrededor del embalse El Carrizal son modelos clave. Urge invertir en infraestructura, actualizar balances hídricos, implementar modelos de optimización y modernizar las normativas para una gestión más sostenible y coordinada del agua.

9. La alternativa no contempla una mejora en la conducción, solo experimenta cambios en la eficiencia de aplicación. Se modifica el texto de la siguiente manera: " Al analizar la alternativa 2.2 para el río Diamante, puede detectarse que década tras década al producirse una mejora en la eficiencia de aplicación, la reducción del déficit es mínima, bajando apenas 3 hm^3 para los dos casos (poblacional 37% y poblacional 30%)."
10. Se modifica el texto de la siguiente manera: " La alternativa 2.3 por el contrario, al producirse un aumento en la eficiencia, de manera conjunta se produce un aumento en el déficit del sistema, incrementando su valor de 50 hm^3 a 163 hm^3 (poblacional 37%) y de 47 hm^3 a 160 hm^3 (poblacional 30%). Esto puede deberse a que el avance de la reducción de la oferta es más rápido que la ganancia de la mejora en la eficiencia."
11. Se realizó una aclaración en las conclusiones del informe para hacer énfasis en la situación mencionada.
12. Ídem respuesta 3.
13. Los valores elevados de consumo de energía del riego por goteo se debían a un error en la fórmula de cálculo. Se realizaron las correcciones pertinentes en el documento.

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente reporte busca evaluar las alternativas de inversión seleccionadas, el costo y el impacto en el balance hídrico. Para ello, se analizan las condiciones actuales de la oferta y demanda hídrica en las cuencas provinciales, proyectando escenarios futuros. Las alternativas de inversión propuestas se enfocan en reducir pérdidas en los sistemas de conducción y distribución y evaluar la capacidad de almacenamiento requerida.

El estudio de disponibilidad de agua superficial se fundamenta en la proyección elaborada como parte del análisis de cambio climático.

1.1 CONTEXTO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El análisis abarca las cinco cuencas hidrográficas de la provincia: los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel y Malargüe. Cada cuenca se estudia en función de sus características específicas, incluyendo las interacciones entre aguas superficiales y subterráneas, las eficiencias en los sistemas de riego y abastecimiento, y los impactos del cambio climático proyectados hacia el 2050.

El alcance del estudio incluye:

- **Diagnóstico actual:** Evaluación de la oferta y demanda hídrica, identificando las tendencias en la cobertura de la demanda y la afectación por la disminución generalizada de la disponibilidad a futuro.
- **Evaluación de la capacidad de almacenamiento requerida**
- **Simulaciones y proyecciones:** Análisis de las alternativas de inversión y su impacto en la mejora de la cobertura de la demanda. Se considera la capacidad de almacenamiento actual en las cuencas.
- **Análisis de costos:** Estimación de los recursos económicos requeridos para implementar las alternativas seleccionadas.

1.2 RESUMEN TÉCNICO

El informe se estructura en diez capítulos, cada uno con un objetivo específico:

- **Actualización al reporte 4 y 5:** información complementaria respecto a la oferta sostenible de la cuenca del Río Atuel.

- **Revisión de la oferta hídrica actual y proyectada**: Caracteriza la disponibilidad de recursos hídricos en cada cuenca, incluyendo aguas superficiales, subterráneas y tratadas.
- **Revisión de la oferta hídrica sostenible por década:** Determina la oferta hídrica confiable para diferentes escenarios de capacidad de almacenamiento y niveles de confiabilidad.
- **Revisión de la demanda hídrica actual y proyectada**: Analiza las demandas poblacional, agrícola e industrial, evaluando las tendencias futuras y las eficiencias actuales.
- **Alternativas propuestas para la implementación:** Presenta opciones de inversión para mejorar la sostenibilidad y eficiencia hídrica en las cuencas.
- **Aplicación de las alternativas**: Evalúa la viabilidad práctica de implementar las estrategias propuestas en cada cuenca.
- **Resumen y actualizaciones sobre costos:** Detalla los costos asociados con las alternativas seleccionadas, priorizando aquellas más costo-efectivas.
- **Análisis de alternativas de inversión:** Compara las estrategias propuestas, evaluando su impacto técnico, económico y ambiental.
- **Resumen y conclusiones generales**: Recopila los principales hallazgos del análisis y formula recomendaciones estratégicas para la gestión hídrica futura.

Con este enfoque, el informe no solo busca responder a los desafíos inmediatos de la gestión hídrica en Mendoza, sino también establecer las bases para un manejo sostenible que garantice la disponibilidad del recurso en las próximas décadas.

2. ACTUALIZACIÓN AL REPORTE 4 Y 5

2.1 OFERTA SOSTENIBLE RÍO ATUEL

El informe N° 4, "Balances Prospectivos", presenta el nivel de abastecimiento para las décadas de 2020, 2030, 2040 y 2050, tomando como punto de referencia y cierre de la cuenca La Angostura, aguas arriba del sistema de embalses del río Atuel. No obstante, se considera apropiado realizar un análisis complementario que incluya los volúmenes de agua a la salida del embalse Valle Grande, esto permite ajustar el balance hídrico a los derrames y erogaciones que efectivamente se registran a la salida del embalse.

Para ello, se lleva a cabo un estudio que relaciona los volúmenes anuales de derrame del río en La Angostura con los volúmenes a la salida de Valle Grande. Con base en esta relación, se estima la oferta sostenible de escurrimientos superficiales para cada década a futuro.

Tabla 2.1: Derrames en La Angostura y erogaciones del embalse Valle Grande.

Ciclo Hidrológico	Volúmenes en hm³/año	
	La Angostura	Valle Grande
2000/2001	1427	1265
2001/2002	1435	1354
2002/2003	1590	1474
2003/2004	1176	1034
2004/2005	1044	916
2005/2006	1797	1631
2006/2007	1509	1337
2007/2008	1073	927
2008/2009	1154	1045
2009/2010	1012	939
2010/2011	735	626
2011/2012	940	681
2012/2013	780	689
2013/2014	735	579
2014/2015	884	567
2015/2016	993	777
2016/2017	855	805
2017/2018	696	611
2018/2019	593	592
2019/2020	671	474
2020/2021	643	568

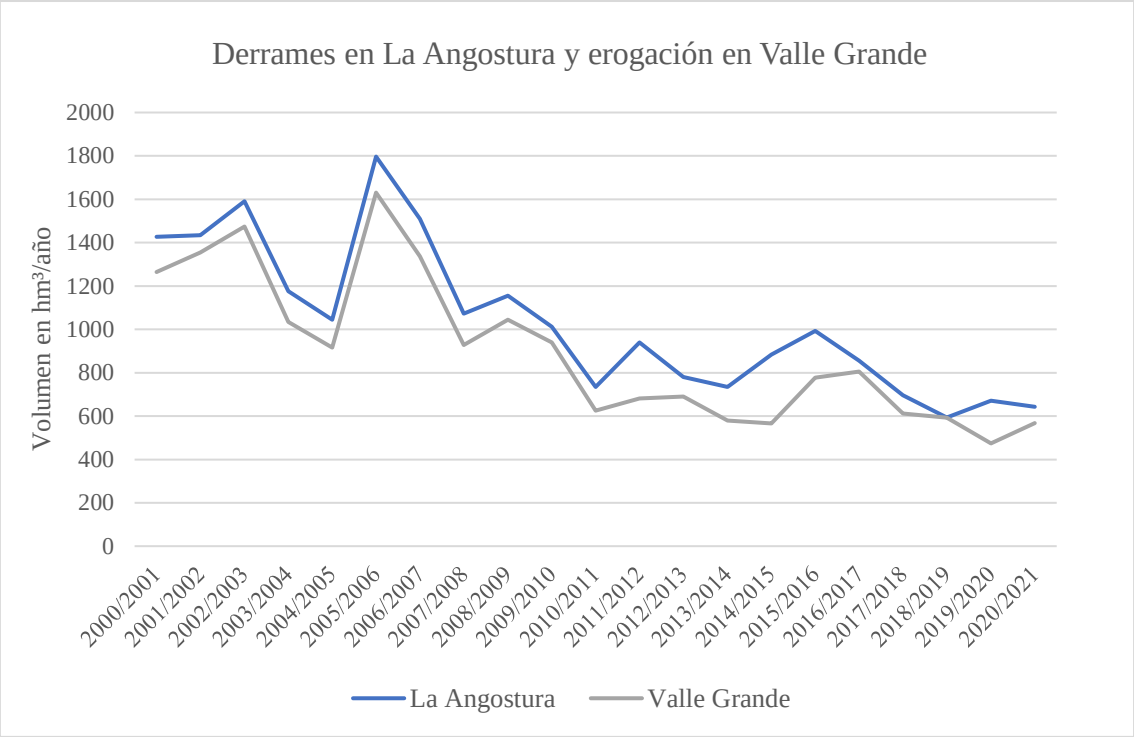


Figura 2.1: Derrames en La Angostura y volumen erogado por Valle Grande.

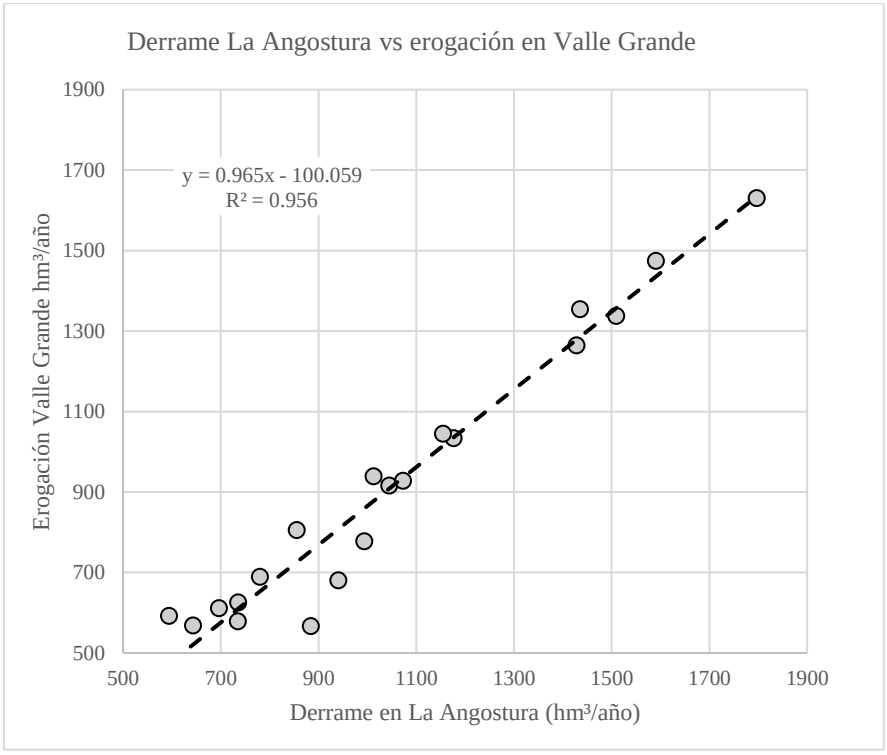


Figura 2.2: Relación entre los derrames en La Angostura y volumen erogado por Valle Grande.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de agua superficial sostenible a futuro:

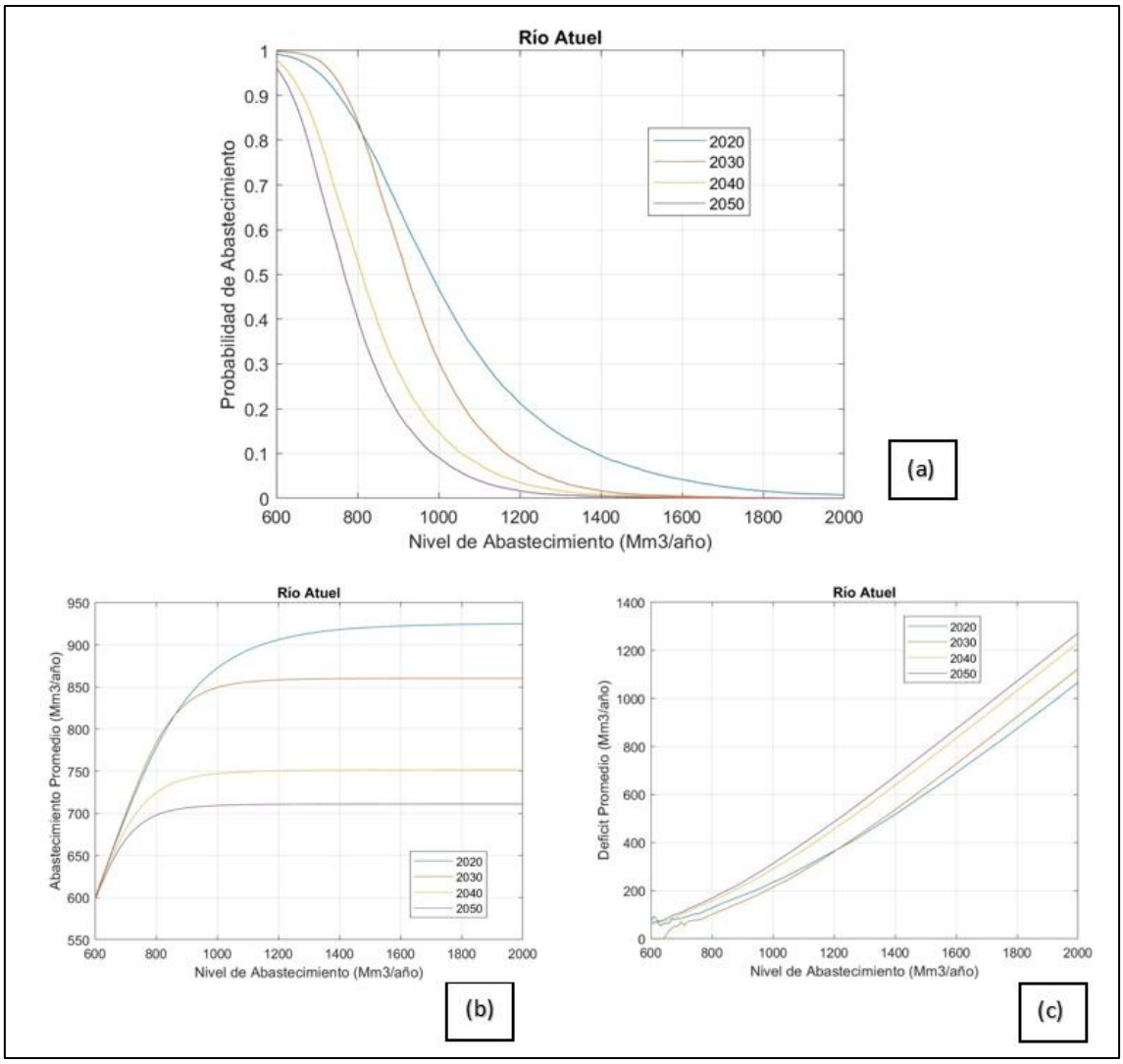


Figura 2.3: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (352 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

Al considerar el volumen sostenible a la salida del embalse Valle Grande como el nivel de abastecimiento proyectado y manteniendo constante la superficie cultivada a futuro, escenario sin cambios el déficit proyectado para cada una de las décadas analizadas queda de la siguiente manera, los mismos son expresados en hectómetros cúbicos por año para el percentil 50, y los niveles de confiabilidad del 80% y del 90%.

Tabla 2.2: Balance hídrico en hm³ para el abastecimiento correspondiente al percentil 50.

Nivel de Confiabilidad	Percentil 50%			
Década	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	859	821	709	672
Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2)	51	51	49	49
Demanda Proyectada	997	1 032	1 054	1 076
Déficit Promedio	**-87**	**-160**	**-296**	**-355**

Tabla 2.3: Balance hídrico hm³ para el abastecimiento correspondiente al nivel de confiabilidad de 90% y 80%.

Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
Década	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	750	770	660	635	820	770	705	660
Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2)	51	51	49	49	51	51	49	49
Demanda Proyectada	997	1032	1054	1076	997	1032	1054	1076
Déficit Promedio	**-196**	**-211**	**-344**	**-392**	**-126**	**-211**	**-299**	**-367**

2.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL DÉFICIT PROYECTADO

Se presenta una descripción de las alternativas para reducir el déficit hídrico en relación con la oferta sostenible. Para cada cuenca se presentan 3 alternativas generales.

- Alternativa 1: mejora en la eficiencia de conducción
- Alternativa 2: mejora en la eficiencia de aplicación, a través de la tecnificación
    - Alternativa 2.1: Implementación de sistemas colectivos de distribución de agua de riego e implementación de riegos tecnificados (riego) en propiedades. La aplicación de esta alternativa involucra una mejora en la red terciaria de distribución.
    - Alternativas 2.2: Implementación de un sistema de riego tecnificado, a nivel de propiedad o de un conjunto menor de propiedades que la alternativa anterior.

    - Alternativa 2.3: Implementación de un sistema de riego tecnificado de baja inversión como es el riego por mangas. Se mantiene la misma red de distribución.

- Alternativa 3: mejora en la eficiencia de conducción y aplicación.
    - Alternativa 3.1: Implementación de sistemas colectivos de distribución de agua de riego e implementación de riegos tecnificados (riego) en propiedades. La aplicación de esta alternativa involucra la inversión en la red terciaria y secundaria de distribución.
    - Alternativas 3.2: Implementación de un sistema de riego tecnificado, a nivel de propiedades y mejora de la red secundaria de distribución.

La alternativa 1 consiste en la impermeabilización de la totalidad de la red de riego para el año 2050, esto permite evaluar el impacto de la mejora de eficiencia de conducción en el sistema, manteniendo las eficiencias de aplicación actuales.
La alternativa 2, considera la mejora de la eficiencia de aplicación de agua de riego. La misma se evalúa a través de 3 subalternativas: la 2.1 considera la inversión en sistemas presurizados de distribución y sistemas tecnificados de aplicación de agua de riego. Es por ello que la implementación de los mismos impacta de manera positiva en la eficiencia de conducción de la red terciaria. La alternativa 2.2 considera la mejora en la eficiencia de aplicación mediante la implementación de riesgos presurizados en unidades menores, manteniendo la red terciaria como se encuentra actualmente. La alternativa 2.3 plantea una situación de tecnificación del riego con sistemas de baja inversión como es el riego por mangas, y el uso de reservorios y sistemas acordados de entrega y distribución del agua.
La tercera y última alternativa resulta de la combinación de las planteadas anteriormente. Busca una mejora generalizada en la red de riego en conjunto con un sistema presurizado de aplicación de agua de riego, tanto con sistemas colectivos de presurización y entrega como individuales.
Todas las propuestas analizadas tienen como finalidad eliminar el déficit proyectado a futuro para cada década.

La situación actual y su escenario tendencial indican un crecimiento del déficit hídrico a futuro que puede generar o bien una disminución del área cultivada o una disminución notaria en las dotaciones.

Tabla 2.4: Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Atuel.

Situación actual. Balance Hídrico. Río Atuel.						
	Década	EF Conducción	EF Aplicación	Superficie potencial (ha)	Δ Ha.	Déficit (hm³)
Sin Cambio. Superficie cultivada de 53 620 ha	2020	84%	49.8%	46 682	6 938	-126
	2030	84%	49.8%	42 379	11 241	-211
	2040	84%	49.8%	37 975	15 645	-299
	2050	84%	49.8%	34 820	18 800	-367

Alternativa 1 – Mejora de la Eficiencia de conducción.

Según la información recibida del DGI, la longitud total de los canales secundarios-terciarios-cuaternarios en Atuel es de 2.445 km, de los cuales 136 km son revestidos (eficiencia de conducción = 97%), y 2.309 km son canales de tierra (eficiencia de conducción promedio 84%).

Esta alternativa evalúa la extensión de canales de tierra que necesitan ser revestidos para reducir las pérdidas de agua, hasta llegar a una eficiencia de conducción del 95% en toda la cuenca.

Tabla 2.5: Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 1. Balance Hídrico. Río Atuel.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (hm³)
Poblacional 26%	2020	84%	49.8%	46 682	6 938	-126
	2030	90%	49.8%	45 379	11 241	-142
	2040	93%	49.8%	41 975	15 645	-202
	2050	95%	49.8%	39 337	18 800	-247

Tabla 2.6: Montos de las inversiones. Rio Atuel. Alternativa 1.

ALTERNATIVA 1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	**Inversiones totales**	Recup. de capital	Manten.	Energía	**Costo anual**
Poblacional 26%	2030	0	166	6	34	**206**	13	2	0	**15**
	2040	0	69	6	15	**89**	19	2	0	**22**
	2050	0	53	6	12	**70**	24	3	0	**27**
			287	17	61	**365**				**21**

Alternativa 2 – Mejora de la Eficiencia de Aplicación

Tabla 2.7: Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 2.1. Balance Hídrico. Río Atuel.						
Poblacional 26%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (hm³)
	2020	84.2%	49.8%	46 682	6 938	-126
	2030	87.2%	61.3%	53 620	0	0
	2040	88.4%	67.7%	53 620	0	0
	2050	89.7%	73.1%	53 620	0	0

Tabla 2.8: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.1.

ALTERNATIVA 2.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	**Inversiones totales**	Recup. de capital	Mantenim.	Energía	**Costo anual**
Poblacional 26%	2030	240	0	6	49	**295**	19	2	4	**25**
	2040	133	0	6	28	**167**	30	3	6	**40**
	2050	112	0	6	24	**141**	39	5	8	**52**
			0	17	101	**603**				**39**

Tabla 2.9: Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 2.2. Balance Hídrico. Río Atuel.						
Poblacional 26%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (hm³)
	2020	84.2%	49.8%	46 682	6 938	-126
	2030	84.2%	63.5%	53 620	0	0
	2040	84.2%	71.1%	53 620	0	0
	2050	84.2%	77.9%	53 620	0	0

Tabla 2.10: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.2.

ALTERNATIVA 2.2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	**Inversiones totales**	Recup. de capital	Mantenim.	Energía	**Costo anual**
Poblacional 26%	2030	170	0	6	35	**211**	14	2	4	**19**
	2040	94	0	6	20	**120**	22	2	6	**30**
	2050	85	0	6	18	**108**	29	3	8	**40**
			0	17	73	**439**				**30**

Tabla 2.11: Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 2.3. Balance Hídrico. Río Atuel.						
Poblacional 26%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (hm³)
	2020	84.2%	49.8%	46 682	6 938	-126
	2030	84.2%	63.6%	53 620	0	0
	2040	84.2%	66.8%	50 465	3 155	-21
	2050	84.2%	70.0%	48 422	5 198	-49

Tabla 2.12: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 2.3.

ALTERNATIVA 2.3		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
2.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	**Inversiones totales**	Recup. de capital	Manten.	Energía	**Costo anual**
Poblacional 26%	2030	83	0	6	18	**107**	7	1	0	**8**
	2040	13	0	6	4	**23**	8	1	0	**10**
	2050	14	0	6	4	**23**	10	1	0	**11**
			0	17	25	**153**				**10**

Alternativa 3 - Mejora en las eficiencias de aplicación y conducción.

Esta alternativa propone combinar las anteriores, sugiriendo inversiones mínimas para la máxima reducción del déficit.

En el caso de la tercera alternativa, después de calcular la combinación óptima de mejoras en las eficiencias de aplicación y conducción, resulta que mejorar la eficiencia de la aplicación a un nivel de déficit cero es la alternativa óptima, por lo tanto, la Alternativa 2 es igual a la Alternativa 3.

Tabla 2.13: Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 3.1. Balance Hídrico. Río Atuel.						
Poblacional 26%	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (hm³)
	2020	84.2%	49.8%	46 682	6 938	-126
	2030	89.9%	61.4%	53 620	0	0
	2040	92.1%	68.6%	53 620	0	0
	2050	93.8%	75.0%	53 620	0	0

Tabla 2.14: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 3.1.

ALTERNATIVA 3.1		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.1	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	**Inversiones totales**	Recup. de capital	Manten.	Energía	**Costo anual**
Poblacional 26%	2030	196	76	6	55	**333**	22	2	3	**27**
	2040	121	4	6	26	**156**	32	4	5	**41**
	2050	102	4	6	22	**134**	41	5	7	**52**
			85	17	104	**623**				**40**

Tabla 2.15: Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Atuel.

Alternativa 3.2. Balance Hídrico. Río Atuel.						
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (hm^3)
Poblacional 26%	2020	84.2%	49.8%	46 682	6 938	-126
	2030	89.9%	61.4%	53 620	0	0
	2040	92.1%	68.6%	53 620	0	0
	2050	93.8%	75.0%	53 620	0	0

Tabla 2.16: Montos de las inversiones. Río Atuel. Alternativa 3.2.

ALTERNATIVA 3.2		Inversiones (millones de USD)					Costos Anuales (millones de USD)			
3.2	Década	Aplic.	Cond.	Obras adic.	Imprev.	Inversiones totales	Recup. de capital	Manten.	Energía	Costo anual
Poblacional 26%	2030	144	76	6	45	271	18	2	4	24
	2040	90	4	6	20	119	25	3	6	35
	2050	80	4	6	18	108	32	4	9	45
			85	17	83	498				34

Resumen de alternativas de Río Atuel

Se presentan un resumen con las alternativas con los montos totales de inversiones y el canon equivalente en pesos ARS.

Tabla 2.17: Resumen de Alternativas de inversión Río Atuel.

Pérdidas del 26% en el abastecimiento poblacional

Alternativa	Década	Inversiones totales (millones de USD)	Costo anual (millones de USD)	Canon adicional (ARS)
1	2050	365	21	353 030
2.1	2050	603	39	647 670
2.2	2050	439	30	494 596
2.3	2050	153	10	160 038
3.1	2050	623	40	667 408
3.2	2050	498	34	572 431

3. REVISIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA ACTUAL Y PROYECTADA

3.1 INTRODUCCIÓN

Agua Superficial

El análisis de agua superficial disponible se basa en una proyección desarrollada como parte del estudio de cambio climático del IANIGLA. Para ello, se empleó un modelo empírico construido en este informe que utiliza variables meteorológicas como predictores del caudal. Entre las variables consideradas destacan:

- Profundidad de la capa de nieve en las zonas altas de las cuencas de los ríos (4,000 metros, años actual y previo).
- Temperaturas (media anual y máxima).
- Precipitación acumulada.

Los volúmenes previstos de agua superficial disponibles se distribuyen de acuerdo con una distribución lognormal. A partir de esta distribución, se calcularon los percentiles 5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95 para cada cuenca, lo que permite analizar los rangos probables de disponibilidad hídrica bajo distintos escenarios.

Agua subterránea

El análisis del agua subterránea se llevó a cabo delimitando las cuencas hidrográficas superficiales y las zonas homogéneas de los acuíferos. Los modelos WEAP empleados incluyen un conjunto integral de elementos como ríos, arroyos nivales y de manantial, canales, subcuencas, usos del agua y todas las interconexiones entre ellos. Utilizando datos climáticos y de uso del recurso, se modelaron los flujos hídricos para representar el comportamiento de cada cuenca.

Las fuentes de recarga modeladas para los acuíferos comprenden:

- Infiltración en los lechos de los ríos.
- Infiltración en zonas de cultivo derivada de la ineficiencia del riego.
- Infiltración en subcuencas sin riego, ajustando por escurrimientos y evapotranspiración.
- Flujos profundos naturales desde zonas homogéneas de acuíferos vecinos hacia los sectores analizados.

Los datos relevados por el Departamento General de Irrigación y por la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación nos permiten tener un panorama actual de la situación hídrica. Las proyecciones realizadas para los modelos se hicieron a partir de la información proporcionada por el IANIGLA.

Estos modelos, desarrollados por el Departamento General de Irrigación (DGI), forman la base para determinar los balances hídricos de las cuencas provinciales. Cada cuenca se aborda bajo un modelo conceptual específico que respeta las interacciones entre agua superficial y subterránea, de acuerdo con sus características particulares. (Para describir la de oferta actual usamos información relevada por Irrigación y la Subsecretaria de recursos Hídricos de la Nación y las proyecciones, usamos las del IANIGLA)

Agua tratada

El agua tratada es el aquella de uso doméstico que luego de pasar por un tratamiento se puede utilizar para el riego de ciertos cultivos. El potencial de agua tratada para uso agrícola y otros fines se evalúa tomando en cuenta el crecimiento poblacional. El cálculo se realiza considerando que el volumen de agua recibido por la población (descontadas las pérdidas) se multiplica por un factor de 0,66, representando la fracción reutilizable bajo condiciones proyectadas.

Tabla 3.1: Resumen oferta por cuenca en hm³/año.

Década	Fuente	Mendoza	Atuel	Diamante	Malargüe	Tunuyán	Total, Provincia
2030	Agua Superficial	1.506	1.006	1.148	329	1.551	5.540
	*Agua Subterránea	241	51	19	-	740	1.051
	**Agua Tratada	119	10	14	3	39	184
	Total Cuenca	1.867	1.067	1.181	332	2.330	6.775
2040	Agua Superficial	922	615	703	202	830	3.272
	*Agua Subterránea	241	50	15	-	712	1.018
	Agua Tratada	129	10	14	3	42	199
	Total Cuenca	1.292	675	732	205	1.584	4.489
2050	Agua Superficial	893	596	681	195	857	3.222
	*Agua Subterránea	242	49	14	-	658	963
	Agua Tratada	139	11	15	4	45	214
	Total Cuenca	1.273	656	710	199	1.560	4.399

** Aguas Subterráneas según la gestión sostenible del acuífero*

*** Agua Tratada - potencial, excede la capacidad de tratamiento actual*

3.2 OFERTA RÍO MENDOZA

Agua superficial

La cuenca del río Mendoza es una de las principales fuentes de agua superficial de la provincia, abasteciendo consumo humano, riego y actividades productivas. Con un recorrido de 273 km, el río concentra su oferta hídrica en la cordillera principal, donde los ríos Vacas, Cuevas y Tupungato aportan un caudal anual promedio significativo. Además, afluentes permanentes y temporales, junto con el deshielo primaveral, contribuyen de manera crucial al caudal total.

Los años de sequía severa han impactado los niveles de agua superficial en los ríos. Es importante destacar que el aporte a los mismos proviene del deshielo de la Cordillera de los Andes. Esto afecta directamente sobre el caudal que luego llevarán los ríos una vez iniciada la temporada de primavera-verano.

A continuación, se muestren los valores de agua superficial disponibles actual proporcionados por el DGI y además las proyecciones calculadas para la cuenca del Río Mendoza a partir de las del IANIGLA.

Tabla 3.2: Valores registrados de volumen de agua del Río Mendoza.

Año	Mendoza A.D (hm³/año)
2000-01	1.644
2001-02	1.575
2002-03	1.622
2003-04	1.464
2004-05	1.066
2005-06	2.300
2006-07	1.923
2007-08	1.451
2008-09	1.868
2009-10	1.431
2010-11	849
2011-12	1.004
2012-13	1.049
2013-14	1.089
2014-15	940
2015-16	1.309
2016-17	1.517
2017-18	1.030
2018-19	950
2019-20	857
2020-21	910

Los valores de agua disponible de los últimos 20 años para el Río Mendoza son:

Tabla 3.3: Agua disponible Mendoza, percentiles anuales - Agua disponible total del Río Mendoza (hm³/año).

Cuenca	Percentil	2020	2030	2040	2050
Mendoza	5	913,7	850,6	817,8	777,1
	10	1.014,1	938,3	905,2	847,5
	25	1.206,3	1.105,2	1.072,0	979,2
	50	1.463,4	1.326,0	1.294,1	1.150,0
	75	1.774,7	1.590,4	1.561,8	1.350,3
	90	2.113,1	1.874,8	1.851,3	1.561,5
	95	2.344,0	2.067,3	2.048,2	1.702,3

Las proyecciones indican una disminución del 14% en la oferta hacia 2050, pasando de 1300 hm³ en la década de 2030 a 1.150 hm³. Este descenso, influenciado por el cambio climático y la creciente demanda, plantea desafíos importantes para la gestión de los recursos superficiales.

Agua subterránea

A partir de los datos del Balance Hídrico del acuífero Margen Izquierda del Río Mendoza se elaboró un modelo que permite contemplar todos los procesos hidrogeológicos que suceden en la cuenca. La principal fuente de abastecimiento de agua es el Río Mendoza, y además se incluyen las precipitaciones y derrames ocasionales de las subcuencas pedemontanas. Este aporte se estima en un 5% del volumen anual del río. Además, una recarga importante del acuífero proviene del riego de donde las pérdidas de agua se infiltran en la cuenca.

Del balance hídrico podemos observar que la extracción promedio anual de los últimos 20 años del acuífero ha variado de 300 hm³ a inicios de la década hasta 400 hm³, lo que refleja un aumento en la demanda de agua por parte de estos. A estos se le suman salida del acuífero, que es el agua que se trasvasa de una cuenca a otra en el límite.

Las infiltraciones y recargas del acuífero rondan los 1000 hm³ según los datos del 2000 al 2020. Valores que se han mantenido cercanos al promedio y que indican que el agua de recarga bajo los niveles de eficiencia actuales mantiene valores estables con el paso del tiempo.

Un aumento en la eficiencia del sistema de riego si bien se traduce en una disminución de la demanda, considerando que no aumenta la superficie de cultivo. Al tratarse de un

sistema donde la infiltración juega un papel significativo en la recarga de estos, una mejora en eficiencia traería aparejada una diminución en la recarga del acuífero.

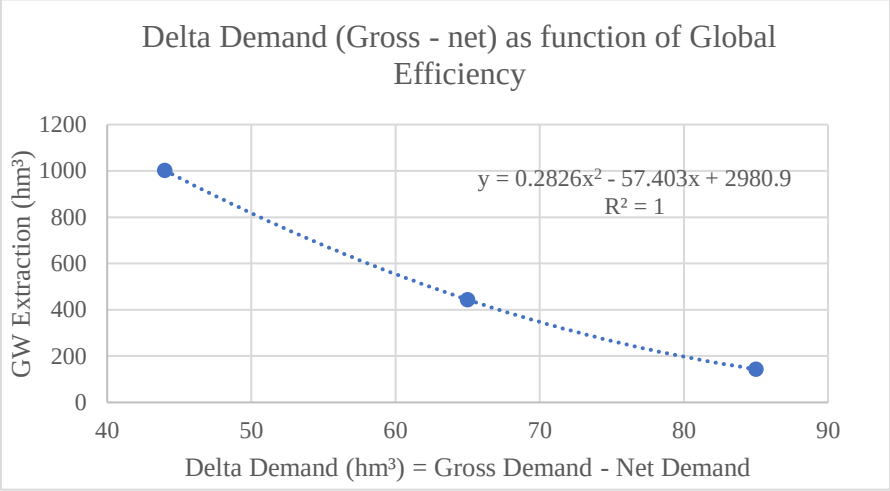


Figura 3.1: Gráfico variación entra la demanda bruta y la neta como función de la eficiencia global.

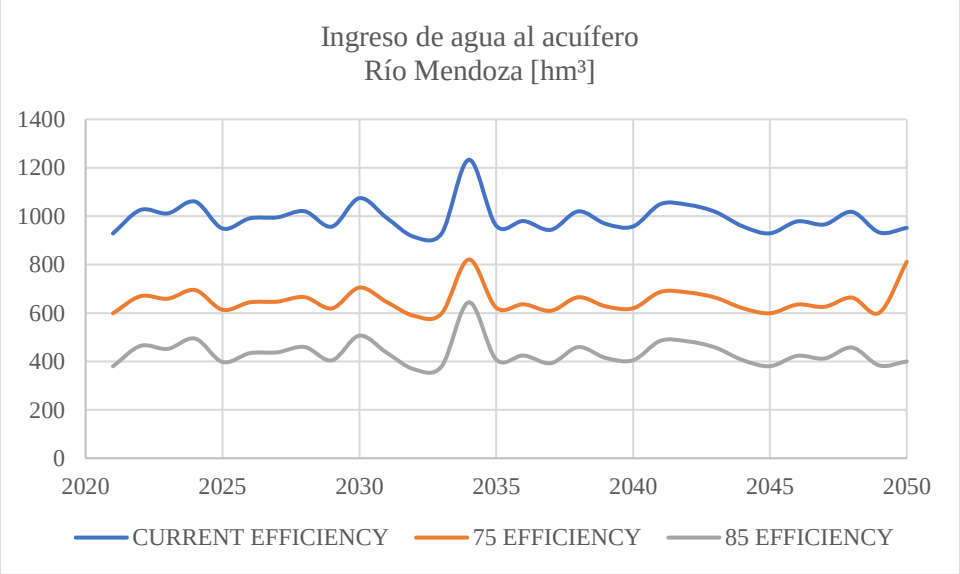


Figura 3.2: Proyección del ingreso de agua al acuífero Río Mendoza del 2021 al 2050.

Agua tratada

El volumen proyectado de agua tratada en la cuenca del río Mendoza incrementará levemente, desde 119 hm³ en 2030 a 139 hm³ en 2050, representando un recurso estratégico para complementar la oferta hídrica. Este crecimiento se limita por la capacidad de las plantas de tratamiento, principalmente El Paramillo y Campo Espejo, que actualmente procesan más del 70% del volumen tratado en la cuenca.

La utilización de agua tratada en riego permite su aplicación en cultivos específicos, dependiendo de las normativas de calidad del agua. La demanda asociada a este tipo de

agua sigue creciendo, impulsada por la necesidad de diversificar las fuentes disponibles y asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico en el mediano y largo plazo.

Ampliar la infraestructura de tratamiento para maximizar el uso potencial del agua tratada, frente a escenarios de creciente estrés hídrico y reducción de la oferta superficial proyectada resulta de gran importancia para la cuenca.

Tabla 3.4: Agua tratada proyecciones 2030-2050.

Cuenca	Agua tratada. Volumen proyectado en hm^3/año			
	2020	2030	2040	2050
Mendoza	106	119,2	128,8	139,2

3.3 OFERTA RÍO TUNUYÁN

Agua superficial

La cuenca del río Tunuyán abarca 18.954 km², localizada en la zona centro-norte y centro de Mendoza. Nace en los glaciares de la cordillera principal, al suroeste del Volcán Tupungato, y recorre el Valle de Uco hasta extinguirse en la llanura de travesía del este mendocino. Su cauce se organiza en tres subcuencas:

- **Subcuenca Alta:** Comprende el sector montañoso hasta la estación de aforos Valle de Uco, con ríos y arroyos de régimen nival como Las Tunas, Yaucha y Aguanda.
- **Subcuenca Media:** Se desarrolla en el oasis del Valle de Uco, una planicie aluvial con importantes aportes de arroyos provenientes del Cordón del Plata.
- **Subcuenca Baja:** Se extiende desde las Huayquerías hasta La Paz, incluyendo el oasis de riego aguas abajo del embalse El Carrizal.

El río recibe aportes significativos por ambas márgenes a lo largo de su recorrido. En el tramo alto, destacan los arroyos Yaucha y Aguanda, mientras que en el Valle de Uco confluyen, entre otros, los arroyos Claro, Caroca y Guiñazú. Aguas abajo, el embalse El Carrizal regula el caudal del Tunuyán Inferior, marcando un límite administrativo clave definido por el Departamento General de Irrigación (DGI).

A continuación, se muestren los valores de agua superficial disponibles actual proporcionados por el DGI y además las proyecciones calculadas para la cuenca del Río Mendoza a partir de las del IANIGLA.

La siguiente tabla muestra los valores de agua disponible del Río Tunuyán para los últimos 20 años.

Tabla 3.5: Valores registrados de volumen de agua del Río Tunuyán.

Año	Tunuyán A.D (hm³)
2000-01	1.535
2001-02	1.699
2002-03	1.817
2003-04	1.304
2004-05	1.195
2005-06	2.123
2006-07	1.684
2007-08	1.380
2008-09	1.655
2009-10	1.343
2010-11	1.035
2011-12	1.078
2012-13	1.133
2013-14	1.189
2014-15	1.069
2015-16	1.691
2016-17	1.468
2017-18	993
2018-19	973
2019-20	812
2020-21	1.101

Tabla 3.6: Agua disponible total del Río Tunuyán (hm³).

Cuenca	Percentil	2020	2030	2040	2050
Tunuyán	5	1.276,0	1.244,2	1.249,9	1.223,0
	10	1.346,2	1.314,5	1.316,9	1.284,8
	25	1.474,7	1.443,5	1.439,3	1.397,0
	50	1.636,0	1.605,7	1.592,5	1.536,3
	75	1.819,2	1.790,4	1.765,9	1.692,8
	90	2.006,2	1.979,2	1.942,4	1.850,7
	95	2.128,1	2.102,5	2.057,3	1.952,9

Las proyecciones indican una ligera disminución de aproximadamente el 5% para el año 2050. Pasamos de tener 1600 hm³ disponibles en el año 2030 a 1530 hm³ para el 2050. Las proyecciones muestran un descenso en el agua superficial disponible para las décadas futuras. En el caso de la cuenca del Río Tunuyán este descenso es menor.

Agua subterránea

El agua subterránea de la cuenca del río Tunuyán tiene su recarga principalmente mediante infiltraciones en las cordilleras Principal y Frontal, los arroyos nivales, el lecho del río Tunuyán y las percolaciones profundas de los sistemas de riego y napas freáticas. La hidrogeología de la cuenca es compleja, con dinámicas de recarga que alimentan acuíferos conectados al sistema de riego y al flujo superficial, particularmente en el Valle de Uco y aguas abajo del embalse El Carrizal. Además, el modelo hidrogeológico que se utilizó para estudiar el agua subterránea en esta cuenca incluye la precipitación, las derivaciones de riego, las extracciones de agua subterránea y las transferencias hacia acuíferos vecinos.

Para evaluar las extracciones, se diferencian las áreas de uso exclusivo de agua subterránea, independientes de la oferta hídrica superficial, de aquellas que la utilizan como complemento. Este enfoque permite estimar los volúmenes extraídos y correlacionarlos con la oferta promedio del sistema, representada por los derrames de los ríos Mendoza y Tunuyán en puntos clave como Potrerillos y El Carrizal.

Para el Tunuyán Superior el período del 2001 al 2020 trajo consigo un descenso en los volúmenes de agua que ingresaban al acuífero. Para el 2001 entraban 802 hm^3 de agua al año, pero para el 2020 el volumen cae un 19%, a 654 hm^3 anuales. Si analizamos en términos de extracción de agua subterránea, estas dos décadas muestran que el consumo ha ido en aumento de 319 hm^3 a 453 hm^3 por año. En términos de variación del almacenaje, el acuífero presenta un comportamiento fluctuante con tendencia a la disminución del agua que contiene.

A partir de las proyecciones realizadas sobre esta cuenca se muestra el siguiente gráfico de ingresos de agua al acuífero.

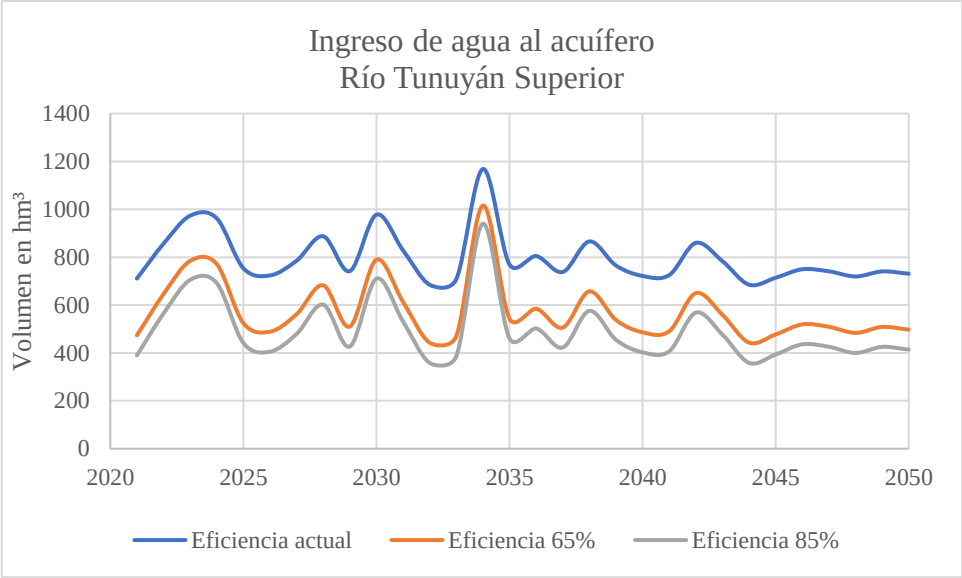


Figura 3.3: Proyección ingreso de agua al acuífero cuenca Tunuyán Superior 2021-2050.

Las simulaciones realizadas permiten concluir que una mejorar la eficiencia para la cuenca del Tunuyán Superior trae aparejado descensos en los volúmenes de agua que ingresan al acuífero.

Para el caso del Tunuyán Inferior, si analizamos el período 2001-2020 podemos ver que los ingresos de agua al acuífero van en descenso de 600 hm³/año para inicios de la década a 450 hm³/año para el 2020. Por otro lado, los valores de extracción de agua subterránea para el mismo período se mantienen estables y rondan los 290 hm³/año. Si por último analizamos la variación del almacenamiento, el cual contempla además de los ingresos y extracciones si no también las salidas de acuífero, podemos notar una ligera caída de este en estas últimas dos décadas.

Las proyecciones realizadas sobre a la cuenca del Río Tunuyán muestran lo siguiente:

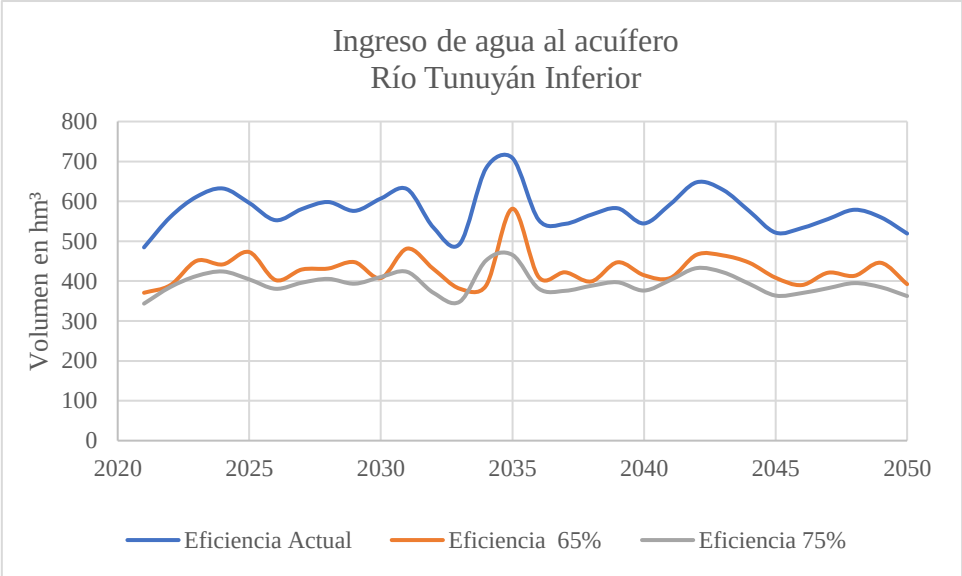


Figura 3.4: Proyección ingreso de agua al acuífero cuenca Tunuyán Inferior 2021-2050.

Podemos ver que una mejora en la eficiencia implica una disminución en el ingreso de agua a los acuíferos de la zona. Esta mejora se traduce en menores pérdidas de agua durante los riegos de cultivos, pero también una disminución de recarga del agua subterránea. Si bien, el salto de la eficiencia actual (45% aproximadamente) al 65% implica una disminución notoria, podemos apreciar que una mejora de 10 puntos (llegar al 75%) hace que la disminución de los ingresos no sea tan marcada y se mantenga cerca a la de la eficiencia del 65%.

Agua tratada

El agua tratada en la cuenca del río Tunuyán constituye una fuente complementaria significativa para la gestión hídrica, especialmente en los oasis de riego. En el Tunuyán Superior, el volumen tratado aumentará de 13,1 hm³ en 2030 a 15,8 hm³ en 2050, mientras que en el Tunuyán Inferior se proyecta un crecimiento de 26 hm³ a 30 hm³ en el mismo período.

Tunuyán tiene una planta de tratamiento perteneciente a AYSAM que atiende a la ciudad cabecera de departamento; para una población servida aproximada de 16.700 habitantes; el tratamiento es en lagunas secundaria cuyo vuelco estimado de alrededor de 4,677 m³/día se deriva a melgas de infiltración que ocupan una superficie de 80 ha, y sus efluentes previos un incompleto tratamiento, vuelcan al río Tunuyán cuando egresa de la cuenca.

San Carlos tiene una planta de tratamiento de efluentes perteneciente a AYSAM con una laguna que procesa aproximadamente 2.022 m³/día proveniente de una población servida

de alrededor de 7.721 habitantes de la zona urbana. Los efluentes se derivan a una zona de A.C.R.E. de aproximadamente 50 ha de una capacidad total de 100 ha. Actualmente la planta está siendo renacionalizada.

El servicio cloacal para la cuenca del Tunuyán Inferior es coincidente con las áreas urbanas más densamente pobladas. Los centros urbanos en la Subcuenca del Tunuyán inferior que se encuentran abastecidos con el servicio de colectores cloacales son San Martín, Junín, Rivadavia, Palmira, Barriales, La Libertad, Los Otoyanes, Mirador, La Paz, Ingeniero Giagnoni y Santa Rosa.

Con base en la proyección de crecimiento poblacional y la expansión agrícola en la región, se espera que la demanda de agua tratada siga en aumento.

Tabla 3.7: Agua tratada proyecciones Tunuyán 2030-2050.

Cuenca	Agua tratada. Volumen proyectado en hm³/año			
	Volumen	2030	2040	2050
Tunuyán Superior	4	13,1	14,4	15,8
Tunuyán Inferior	12	26	28	30

3.4 OFERTA RÍO DIAMANTE

Agua superficial

El río Diamante recorre 338 km desde la Laguna del Diamante, en la cordillera de los Andes, hasta su confluencia con el río Desaguadero. La cuenca, de 11.000 km², abarca los departamentos de San Carlos, San Rafael y General Alvear. Los escurrimientos provienen principalmente del deshielo de nieves y glaciares, con aportes menores por lluvias convectivas en verano. Su régimen termo nival presenta picos de caudal en diciembre y enero, con estiaje en invierno.

El monitoreo de los caudales se realiza principalmente en la estación La Jaula, aguas arriba de la presa Agua del Toro. Aguas abajo, aportes adicionales como los de los arroyos Carrizalito y Hondo, junto a escurrimientos pluviales, complementan la oferta hídrica regulada por el sistema de presas del Diamante (Agua del Toro, Los Reyunos y El Tigre).

A continuación, se muestren los valores de agua superficial disponibles de las últimas dos décadas proporcionadas por el DGI y, por otro lado, las proyecciones calculadas para la cuenca del Río Mendoza del IANIGLA.

Tabla 3.8: Volúmenes de agua registrados Río Diamante.

Año	Diamante A.D (hm^3)
2000-01	1.477
2001-02	1.516
2002-03	1.774
2003-04	1.086
2004-05	985
2005-06	1.846
2006-07	1.417
2007-08	1.017
2008-09	1.161
2009-10	1.106
2010-11	705
2011-12	715
2012-13	840
2013-14	711
2014-15	660
2015-16	1.027
2016-17	989
2017-18	718
2018-19	676
2019-20	526
2020-21	666

Proyecciones de la oferta para el Río Diamante.

Tabla 3.9: Agua disponible Diamante, percentiles anuales - Agua disponible total del Río Diamante (hm^3).

Cuenca	Percentil	2020	2030	2040	2050
Diamante	5	554,1	498,1	424,9	366,3
	10	606,8	551,0	476,5	408,0
	25	705,8	651,8	576,8	488,4
	50	835,2	785,8	713,3	596,5
	75	988,0	947,1	881,9	728,4
	90	1.150,3	1.121,4	1.068,5	872,7
	95	1.259,0	1.239,8	1.197,6	971,7

Las proyecciones indican una disminución del 24% en la oferta hacia 2050, pasando de 785,8 hm^3 en la década de 2030 596,5 hm^3 para 2050. Este descenso puede verse influenciado por el cambio climático y el aumento esperado para la demanda en los años futuros.

Agua subterránea

El acuífero subterráneo del río Diamante se recarga principalmente mediante infiltraciones en el lecho del río y los aportes de los arroyos nivales, además de percolaciones profundas provenientes de las áreas bajo riego.

Los modelos hidrológicos consideran la precipitación, el riego y las extracciones para evaluar la dinámica del acuífero. Se realizan balances para determinar los volúmenes de ingreso y egreso, lo que permite planificar su uso sostenible en conjunto con el sistema superficial.

Cuando se analiza el modelo del acuífero del Río Diamante se observa que los volúmenes de agua que ingresaron durante los últimos 20 años vienen en descenso. Por otro lado, la extracción de agua subterránea ha aumentado para el mismo período. Esto denota que las variaciones de agua en el acuífero describen un descenso en su almacenamiento.

Si vemos las proyecciones realizadas con la eficiencia actual en el sistema, los valores de agua que ingresan, se mantienen fluctuantes, pero entorno a un valor de 1.390 hm^3, sin descenso o aumentos marcados.

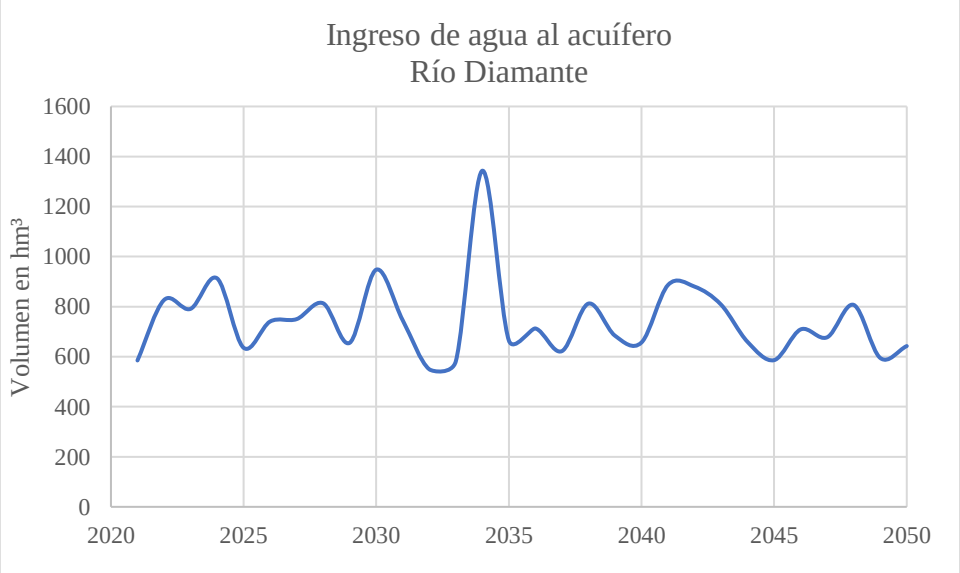


Figura 3.5: Proyección ingreso de agua al acuífero Río Diamante 2021-2050.

.

Agua tratada

En la cuenca del río Diamante, un alto porcentaje de la población de la ciudad de San Rafael cuenta con acceso al servicio de recolección y tratamiento de efluentes domiciliarios, provisto por la empresa AySAM SAPEM. La principal planta de tratamiento es el Establecimiento Depurador Cuadro Nacional, que procesa diariamente 12.700 m³ de efluentes. Estos se reutilizan con fines agrícolas en un predio del Ejército Argentino, irrigando una superficie de 250 hectáreas, lo que constituye el principal A.C.R.E (Área de Cultivo con Reúso de Efluentes) del departamento.

Otra planta, denominada 25 de Mayo, irriga un A.C.R.E más pequeño de 6 hectáreas en la localidad homónima.

Este recurso es clave para disminuir la presión sobre el agua superficial y subterránea, contribuyendo a una gestión más eficiente de la cuenca. Podemos ver que del 2030 al 2050 existirá un aumento del agua tratada.

Tabla 3.10: Agua tratada Río Diamante proyecciones 2021-2050.

Cuenca	Agua tratada. Volumen proyectado en hm^3/año			
	2020	2030	2040	2050
Diamante	5	13,6	14,3	15,1

3.5 OFERTA RÍO ATUEL

Agua superficial

El río Atuel, con una longitud de desarrollo de aproximadamente 600 km, nace en la laguna homónima en la cordillera de los Andes, a 3.500 m.s.n.m. Su cuenca, de régimen termonival, abarca principalmente los departamentos de San Rafael, Malargüe y General Alvear. La cuenca activa se encuentra en la región oriental, con precipitaciones pluvio-nivales que oscilan entre 600 y 800 mm anuales, mientras que en la región occidental las precipitaciones son menores, con 250 mm anuales.

El río atraviesa el Cañón del Atuel y la depresión de los Huarpes antes de ingresar en la planicie cuyana, donde se caracteriza por su sistema anastomosado. Los aportes hídricos provienen de la fusión de nieves y precipitaciones pluviales estacionales, con picos de caudal en diciembre y enero, y estiaje en junio y julio.

El monitoreo de los caudales incluye estaciones como Puente Sosneado, Cañada Ancha y La Angostura, siendo el embalse El Nihuil el principal punto de cierre. Entre La

Angostura y El Nihuil, se observan pérdidas de caudal por infiltración y derivaciones laterales, mientras que los ingresos al embalse se calculan con balances hídricos considerando el periodo 2000-2021. A continuación, se muestran los valores de agua superficial disponible de las últimas dos décadas (desde el 2000 hasta el 2021).

Tabla 3.11: Volúmenes de agua registrados Río Atuel.

Año	Atuel A.D (hm³)
2000-01	1.269
2001-02	1.358
2002-03	1.480
2003-04	1.034
2004-05	919
2005-06	1.637
2006-07	1.342
2007-08	927
2008-09	1.049
2009-10	943
2010-11	627
2011-12	681
2012-13	692
2013-14	579
2014-15	567
2015-16	777
2016-17	809
2017-18	611
2018-19	594
2019-20	474
2020-21	569

Las proyecciones elaboradas a partir de la información proporcionada por el IANIGLA arrojaron los siguientes valores de oferta para las décadas futuras. Podemos apreciar una disminución en la oferta para el 2050 del 24% con respecto a la oferta prevista para el 2030.

Tabla 3.12: Agua disponible Atuel, percentiles anuales - Agua disponible total del Río Atuel (hm³).

Cuenca	Percentil	2020	2030	2040	2050
Atuel	5	787,3	732,7	671,9	556,7
	10	846,2	789,3	718,0	600,7
	25	954,3	893,5	802,0	681,9
	50	1.090,9	1.025,7	907,1	785,4
	75	1.246,7	1.177,2	1.025,7	904,2
	90	1.406,8	1.333,5	1.146,3	1.027,2
	95	1.511,6	1.436,1	1.224,6	1.108,1
	90	383,5	377,1	370,7	314,0
	95	415,7	409,7	416,3	355,3

Agua subterránea

La cuenca del río Atuel presenta una interacción significativa entre las aguas superficiales y subterráneas, especialmente en áreas como la depresión de los Huarpes, donde se producen infiltraciones y emergencias de agua que alimentan bañados y esteros. Las percolaciones desde el lecho del río y las derivaciones laterales también contribuyen a recargar acuíferos en la región media y baja de la cuenca.

Estas interacciones juegan un rol crucial en la sostenibilidad hídrica, especialmente en zonas con alta demanda agrícola y donde las aguas subterráneas sirven como complemento en épocas de estiaje. Los modelos de balance hídrico utilizados consideran las infiltraciones, las extracciones y las transferencias hacia acuíferos vecinos.

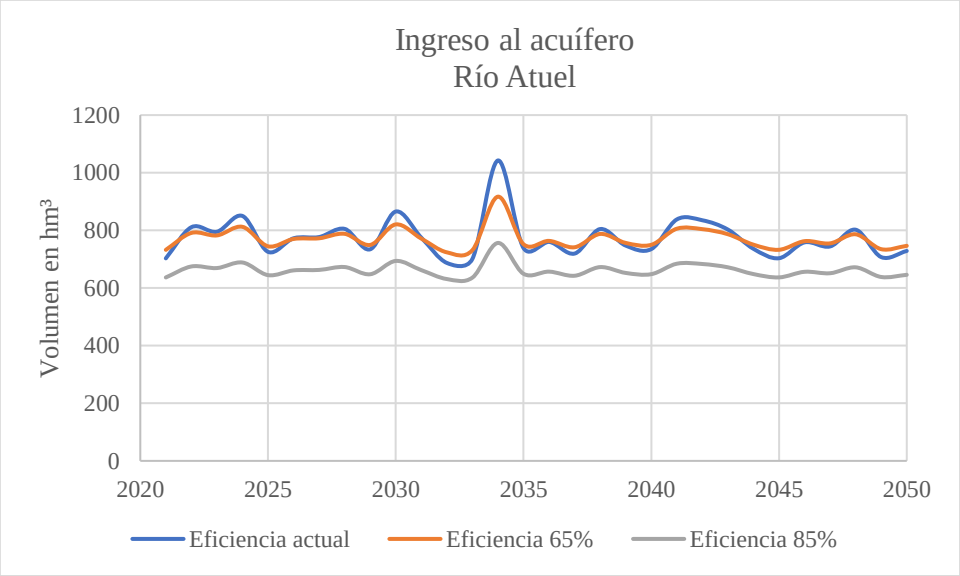


Tabla 3.13: Proyecciones ingreso de agua al acuífero Río Atuel 2021-2050.

Al analizar el escenario actual con una eficiencia del 45%, podemos ver que los ingresos del acuífero se mantienen constantes con el paso del tiempo sin mostrar descensos ni ascensos abruptos en la curva de volúmenes de agua proyectados. El cambio en la eficiencia se traduce como una disminución de estos ingresos, trasladando la curva ligeramente a volúmenes menores (pasando de 45% a 65% de eficiencia). El salto de eficiencia del 65% al 85% si significa un cambio mayor en los volúmenes de ingreso al acuífero, bajando la curva a valores que promedian los 660 hm^3.

Agua tratada

En la cuenca del río Atuel, el tratamiento y reúso de aguas residuales se encuentra en etapa de consolidación, con una contribución significativa de la planta de tratamiento de

efluentes cloacales ubicada en la ciudad de General Alvear, gestionada por la empresa AySAM SAPEM. Esta planta trata diariamente 6.139 m³ de efluentes.

Aunque el uso actual de agua tratada tiene una menor incidencia en comparación con las fuentes superficiales y subterráneas, su potencial para reúso agrícola y urbano alivia la presión sobre los recursos hídricos tradicionales. La ampliación de la infraestructura y el fomento de proyectos de reúso podrían incrementar su aplicación en zonas agrícolas del departamento de General Alvear, promoviendo una gestión hídrica más sostenible en la región. La siguiente tabla muestra los valores proyectados de oferta de agua tratada a partir del agua poblacional que se reutilizará en las futuras décadas.

Tabla 3.14: Agua tratada Río Atuel proyecciones 2030-2050.

Cuenca	Agua tratada. Volumen proyectado en hm^3/año			
	2020	2030	2040	2050
Atuel	4	9,7	10,2	10,6

3.6 OFERTA RÍO MALARGÜE

Agua superficial

El río Malargüe, de 73 km de longitud, se origina en el lago Malargüe a 2.500 m.s.n.m. y desemboca en la laguna de Llancanelo, siendo su principal afluente. Su cuenca, la única endorreica de la provincia, abarca 11.146 km² y comprende principalmente el departamento Malargüe y una pequeña porción de San Rafael.

El río presenta un régimen termonival, con máximos de caudal en la temporada estival. A lo largo de su recorrido, recibe aportes significativos de arroyos como Torrecillas, Lagunitas, Agua Hedionda, Pincheira, y Loncoche, entre otros. La determinación de las ofertas hídricas normal y seca se basa en los caudales registrados en la Estación de Aforos La Barda, utilizando datos de la Secretaría de Infraestructura y Políticas Hídricas (SIyPH) de la Nación para la serie temporal 2000-2021.

Además de los caudales del río principal, la cuenca incluye ríos y arroyos secundarios que alimentan la laguna de Llancanelo, como Butamallín, Chacay, Álamo, Mocho y Malo, que contribuyen a la oferta hídrica total de este sistema endorreico.

Registros de agua disponible superficial del 2000 al 2021.

Tabla 3.15: Volúmenes de agua registrados Río Malargüe.

Año	Malargüe A.D (hm^3)
2000-01	475
2001-02	466
2002-03	442
2003-04	263
2004-05	371
2005-06	627
2006-07	397
2007-08	320
2008-09	346
2009-10	297
2010-11	149
2011-12	187
2012-13	192
2013-14	146
2014-15	132
2015-16	340
2016-17	204
2017-18	142
2018-19	149
2019-20	140
2020-21	190

Proyecciones de agua disponible para el Río Malargüe para las futuras décadas.

Tabla 3.16: Agua disponible Atuel, percentiles anuales - Agua disponible total del Río Atuel (hm^3).

Cuenca	Percentil	2020	2030	2040	2050
Malargüe	5	200,1	193,0	145,0	115,7
	10	217,0	209,8	162,9	130,9
	25	248,3	241,0	197,9	161,0
	50	288,4	281,2	245,6	202,7
	75	335,0	328,0	304,9	255,1
	90	383,5	377,1	370,7	314,0
	95	415,7	409,7	416,3	355,3

Agua subterránea

La interacción entre las aguas superficiales y subterráneas en la cuenca del río Malargüe es moderada, influida por las infiltraciones a lo largo del recorrido del río y de los arroyos secundarios que aportan al sistema. La dinámica hídrica subterránea en áreas cercanas a la laguna de Llancanelo es clave para mantener sus niveles y ecosistemas asociados. Estas aguas subterráneas son alimentadas por las percolaciones desde el río principal y sus afluentes, además de aportes provenientes de las vertientes y pozos permanentes en la región, como los Menucos y Carapacho.

Agua tratada

Actualmente, la ciudad de Malargüe no dispone del servicio de recolección y tratamiento de efluentes domiciliarios. Aunque parte de la red de infraestructura ya está ejecutada, la planta de tratamiento aún se encuentra en proceso de construcción. Este desarrollo es crucial para atender las necesidades de la población urbana y reducir el impacto sobre los recursos hídricos locales, especialmente en el contexto de un sistema endorreico como el de la laguna de Llancanelo.

Tabla 3.17: Agua tratada Río Malargüe proyecciones 2030-2050.

Cuenca	Agua tratada. Volumen proyectado en hm^3/año			
	2020	2030	2040	2050
Malargüe	-	3,1	3,3	3,6

4. REVISIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA SOSTENIBLE POR DÉCADA

4.1 GENERALIDADES

La oferta hídrica sostenible se define como la cantidad de agua disponible que puede garantizar un abastecimiento confiable para los distintos usos, considerando las restricciones físicas, climáticas, de infraestructura y de gestión.

Este concepto implica evaluar no solo el volumen de agua que puede ser utilizado en el presente, sino también la capacidad de mantener ese uso en el tiempo sin comprometer la disponibilidad a futuro.

Para cada cuenca, la oferta sostenible se determina mediante simulaciones que incorporan variaciones en la capacidad de almacenamiento y las demandas futuras proyectadas, así como distintos niveles de confiabilidad (como el 90% y el 80%).

Los resultados reflejan la relación entre las infraestructuras existentes, los usos del agua, y la necesidad de optimizar la gestión para maximizar el abastecimiento bajo diferentes escenarios climáticos y de demanda.

4.2 OFERTA SOSTENIBLE RÍO MENDOZA

La cuenca del Río Mendoza se caracteriza por su dependencia de las infraestructuras de almacenamiento. Las primeras simulaciones se hicieron a partir de la capacidad actual de almacenamiento (395 hm³), aumentando el nivel de abastecimiento entre 800 y 2 000 hm³ por año.

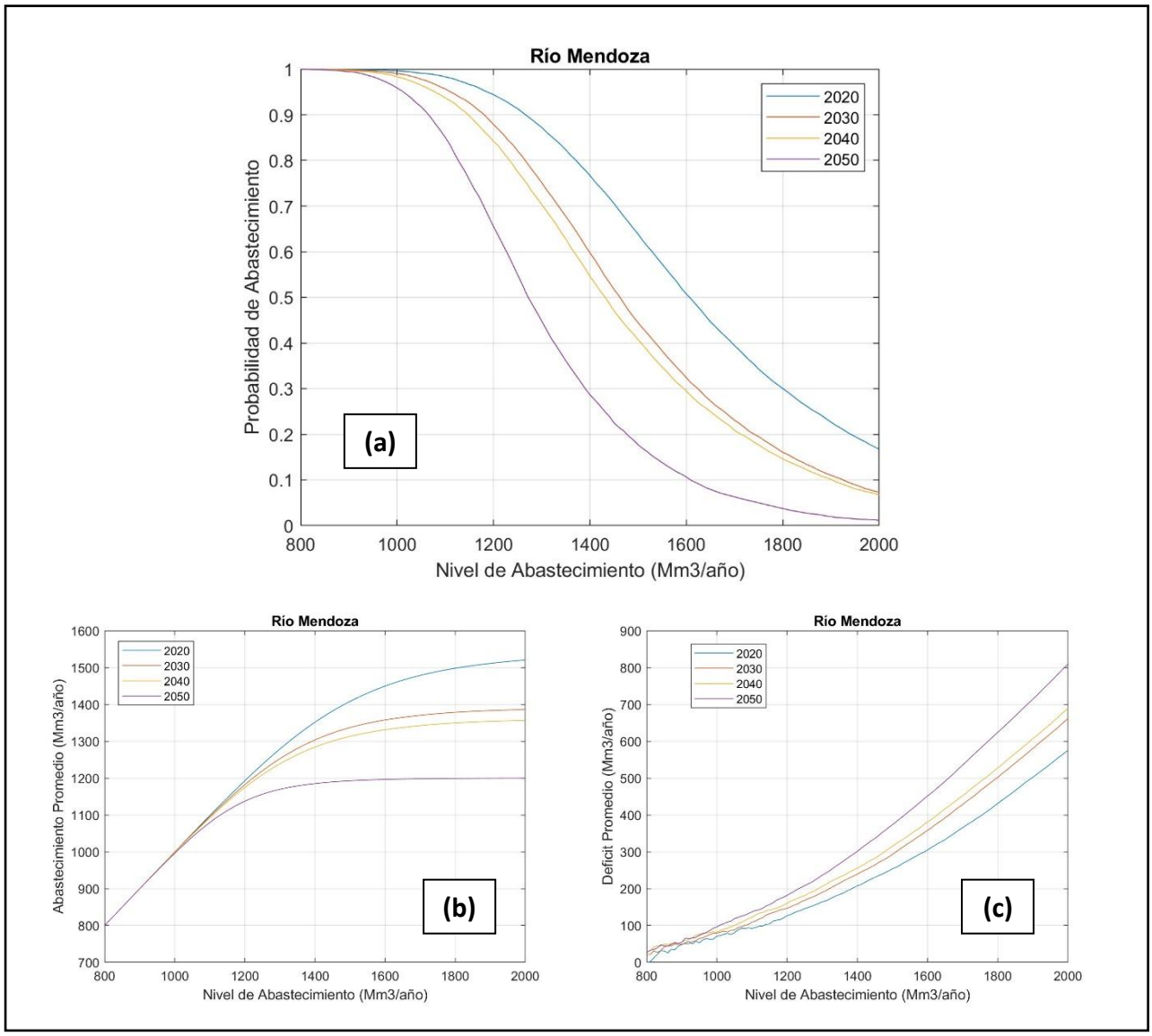


Figura 4.1:Río Mendoza variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (395 hm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

A continuación, se muestran los valores obtenidos para una confiabilidad de 90% y de 80%, en cada década.

Tabla 4.1: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en hm³ en la cuenca del Río Mendoza para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050). Capacidad de Almacenamiento, 395 hm³.

Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
Década	2020[1]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	1270	1180	1150	1070	1370	1270	1230	1130
Abastecimiento Promedio	1255	1166	1136	1057	1333	1235	1197	1101
Déficit Promedio	151	137	138	121	188	172	170	146

Luego en otra etapa se realizaron simulaciones a partir de los niveles de abastecimiento obtenidos para un 90 % de nivel de confiabilidad, realizando variaciones de manera progresiva en la capacidad de almacenamiento de 395 hm³ hasta 800 hm³. Las simulaciones muestran que la confiabilidad de abastecimiento mejora significativamente al aumentar la capacidad de almacenamiento, alcanzando valores superiores al 96% para 800 hm³, pero embargo el nivel de abastecimiento promedio no aumenta en forma considerable (menos de 10 m³). Sin embargo, el incremento en la oferta promedio es marginal, evidenciando que la sostenibilidad en esta cuenca no se limita a la infraestructura, sino que requiere mejoras en la eficiencia de uso y la gestión de las reservas hídricas. Esto subraya la importancia de considerar tanto la dimensión física como la administrativa en la sostenibilidad de la oferta.

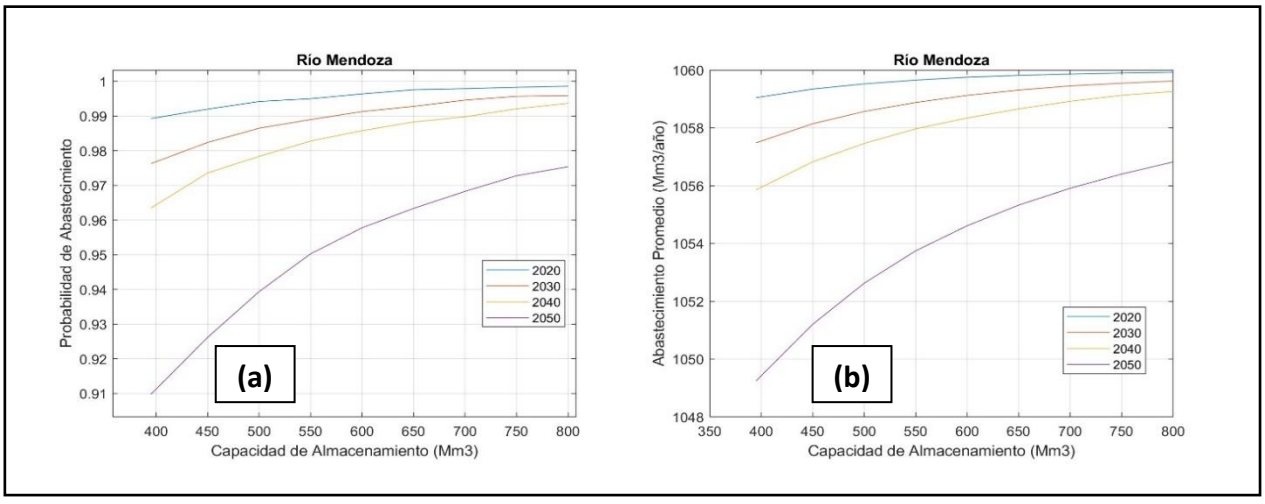


Figura 4.2: Río Mendoza variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050.

4.3 OFERTA SOSTENIBLE RÍO TUNUYÁN

La cuenca del Río Tunuyán posee una capacidad de almacenamiento de 276 hm³. Se realizaron simulaciones para su capacidad actual, cambiando el nivel de abastecimiento entre 1.000 y 2.200 hm³ por año.

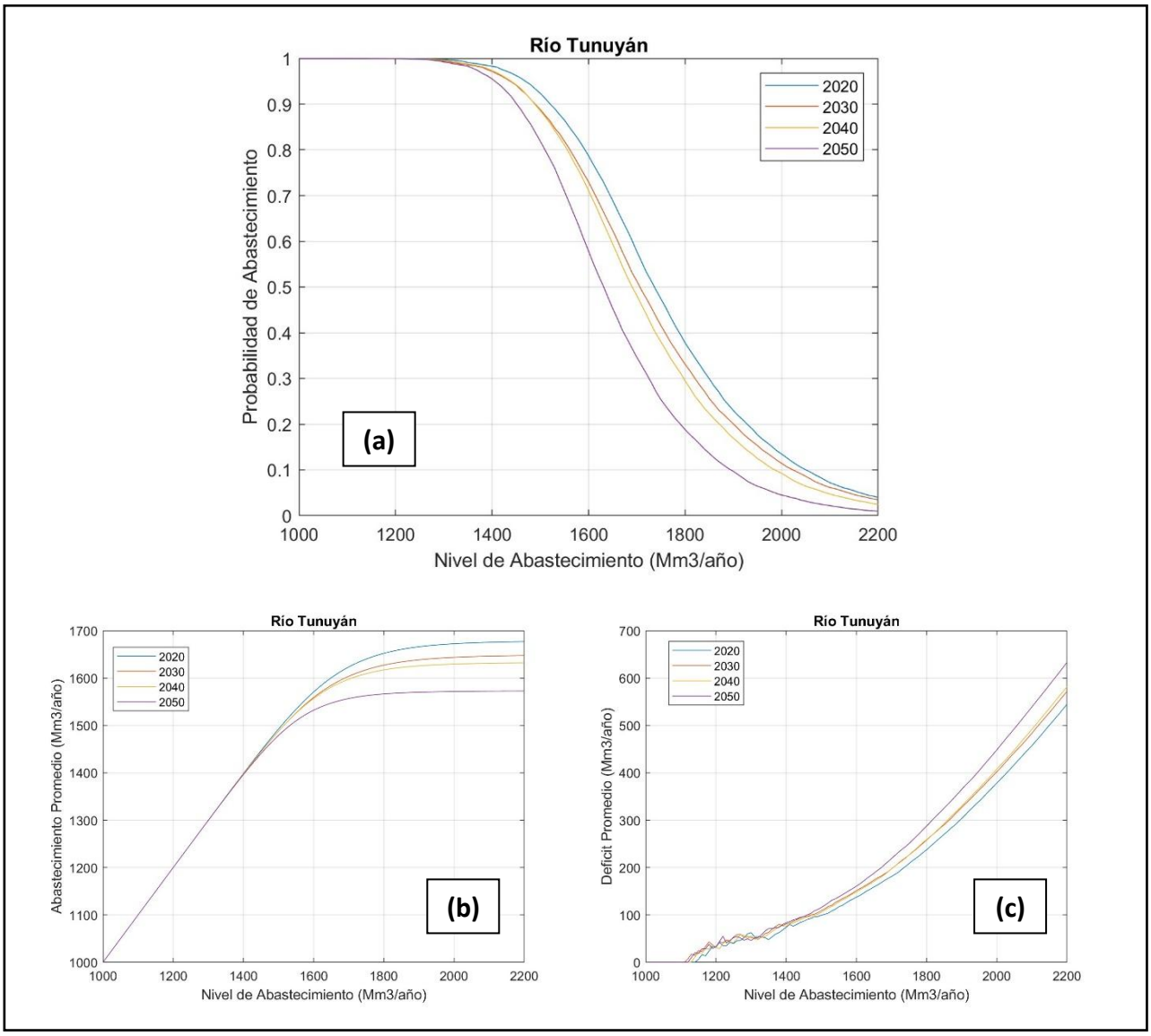


Figura 4.3: Río Tunuyán variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (276 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos para dos niveles de confiabilidad, 90% y 80%, en cada década.

Tabla 4.2: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en hm³ en la cuenca del Río Tunuyán para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050), 276 hm³.

Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
Década	2020[2]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	1520	1490	1490	1450	1590	1550	1550	1510
Abastecimiento Promedio	1510	1479	1480	1440	1563	1526	1525	1485
Déficit Promedio	104	104	102	96	129	127	124	120

En la segunda etapa de simulación, se procedió de igual manera que con el Río Mendoza, tomando los niveles obtenidos para un nivel de confiabilidad del 90% y variando gradualmente la capacidad de almacenamiento de su valor actual a 600 hm³.

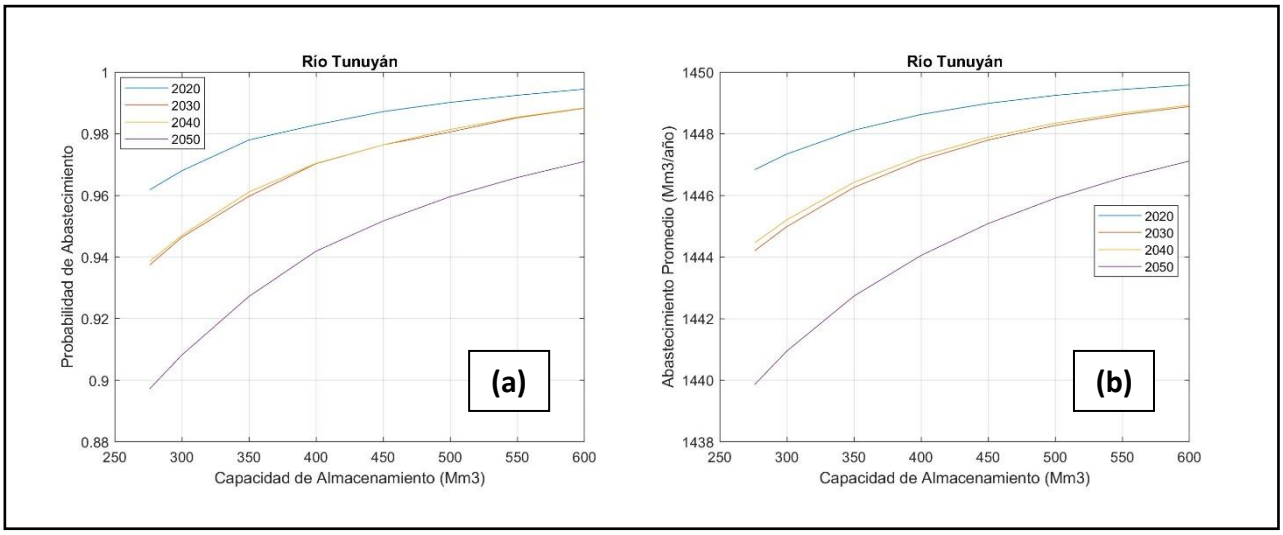


Figura 4.4: Río Tunuyán variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050.

A partir de los resultados obtenidos se observan patrones similares: la confiabilidad aumenta significativamente con mayores capacidades de almacenamiento (hasta 600 hm³), mientras que los incrementos en el abastecimiento promedio son limitados. Esto sugiere que la sostenibilidad en esta cuenca debe enfocarse en la diversificación de fuentes y la optimización del uso, además de considerar inversiones estratégicas en infraestructura.

4.4 OFERTA SOSTENIBLE RÍO ATUEL

La cuenca del Río Atuel posee una oferta regulada por una capacidad de almacenamiento actual de 352 hm³, y enfrenta una complejidad adicional debido a una pronunciada disminución de los niveles de abastecimiento y confiabilidad para el año 2050. Las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento, cambiando el nivel de abastecimiento entre 600 y 2.000 hm³ por año.

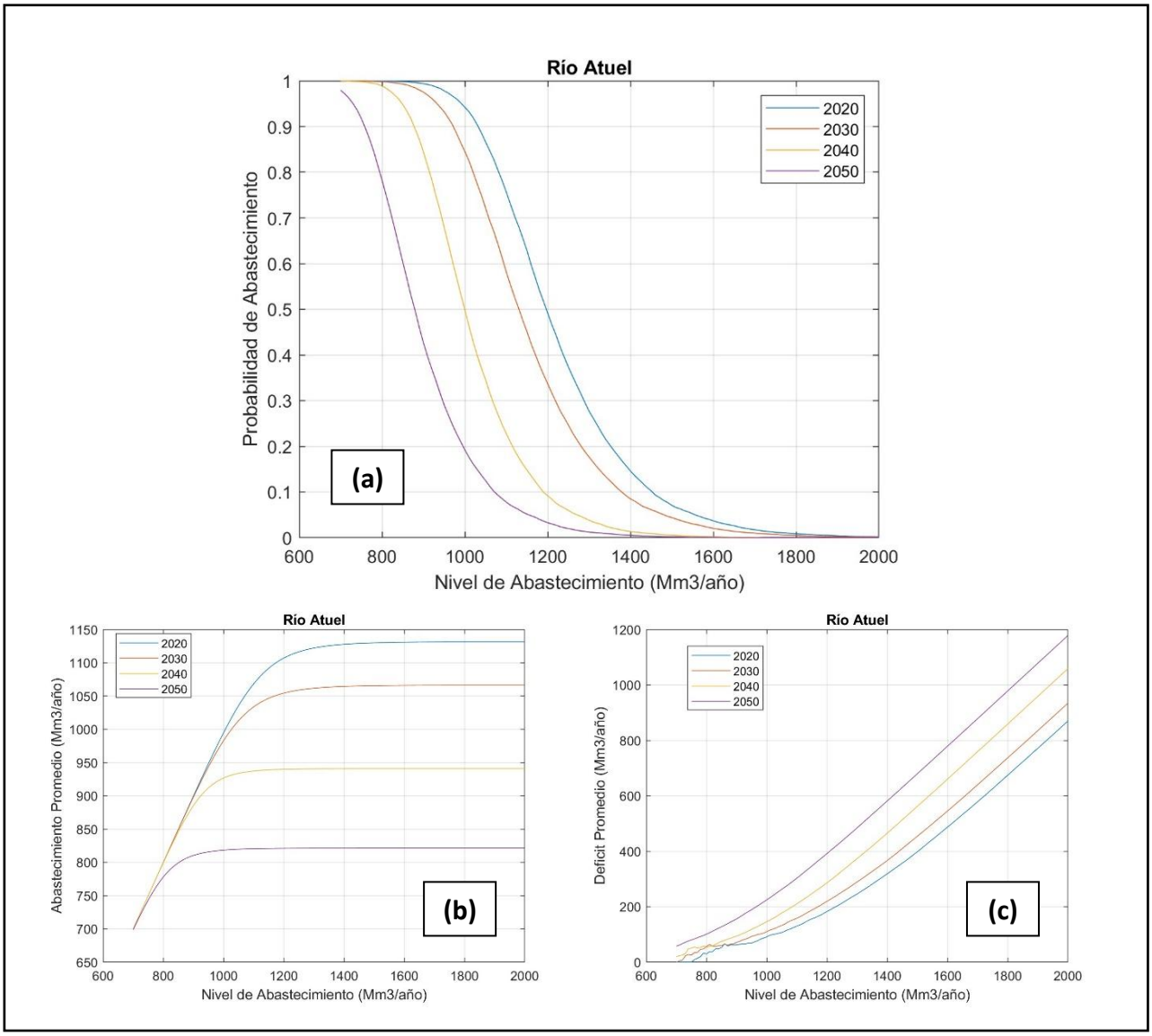


Figura 4.5: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (352 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

La Tabla 4.3 muestra los valores obtenidos para dos niveles de confiabilidad, 90% y 80%, en cada década.

Tabla 4.3: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en hm³ en la cuenca del Río Atuel para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050).

Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
Década	2020[3]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	1030	970	880	760	1080	1020	910	790
Abastecimiento Promedio	1020	960	871	751	1056	996	892	772
Déficit Promedio	102	100	86	84	120	119	98	96

De igual forma que en las otras cuencas, se realizó una segunda etapa de simulaciones tomando los niveles obtenidos para un nivel de confiabilidad del 90 %. Las simulaciones indican que el almacenamiento mejorado podría elevar la confiabilidad por encima del 96%, pero con incrementos marginales en la oferta promedio. La gestión sostenible en esta cuenca requerirá un enfoque integral que abarque tanto el mejoramiento de la infraestructura existente como la regulación de la demanda en sectores críticos.

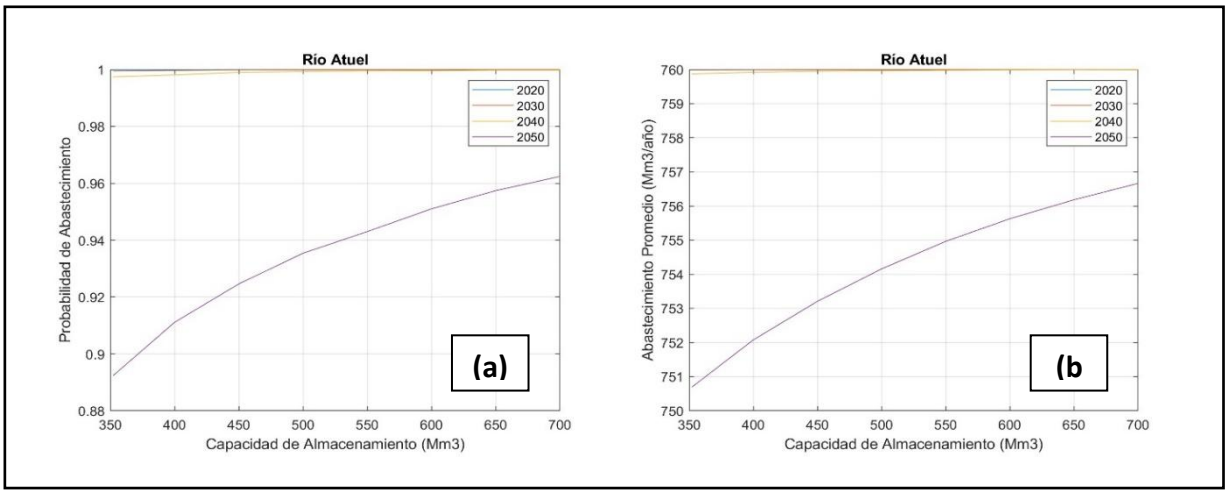


Figura 4.6: Río Atuel variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050.

4.5 RÍO DIAMANTE

Para la cuenca del Río Diamante, las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento 544 hm³, cambiando el nivel de abastecimiento entre 600 y 1.600 hm³ por año. Los resultados son presentados en la siguiente figura.

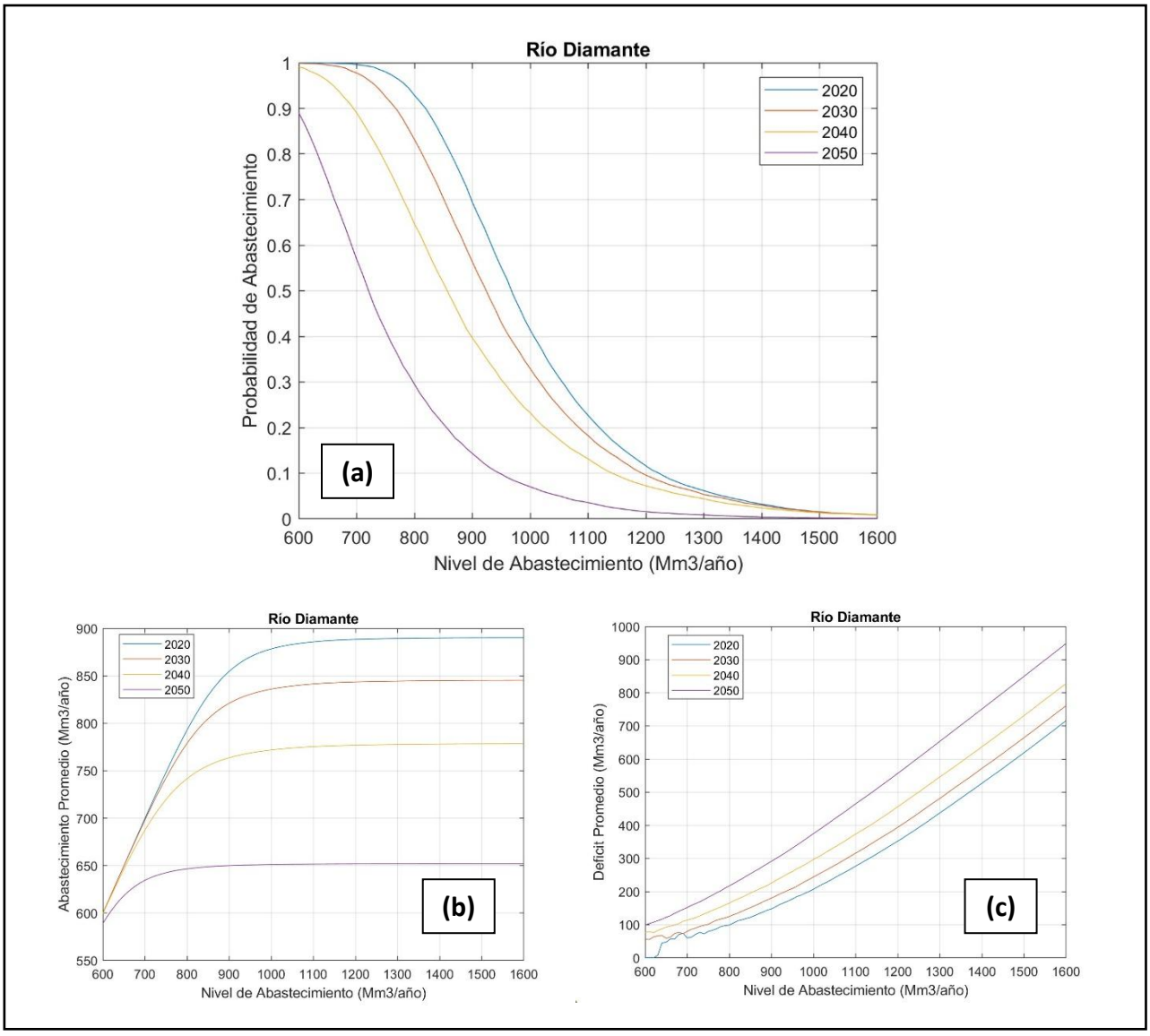


Figura 4.7: Río Diamante variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (544 Mm^3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

Tabla 4.4: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en hm³ en la cuenca del Río Diamante para Niveles de confiabilidad del 90 y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050).

Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
Década	2020[4]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	820	770	690	600	860	810	740	630
Abastecimiento Promedio	809	758	680	589	835	785	714	608
Déficit Promedio	112	114	111	99	128	130	133	112

Luego se realizó una segunda proyección a partir de los niveles obtenidos de abastecimiento con 90% de confiabilidad, variando gradualmente la capacidad de almacenamiento de 544 hm³ hasta 1.100 hm³.

Las proyecciones muestran una caída en los niveles de abastecimiento confiable hacia 2050. Realizar un aumento en la capacidad hasta 1.100 hm³ nos muestra una mejora notable en términos de confiabilidad, aunque no sucede lo mismo para los valores de abastecimiento promedio, con un impacto limitado.

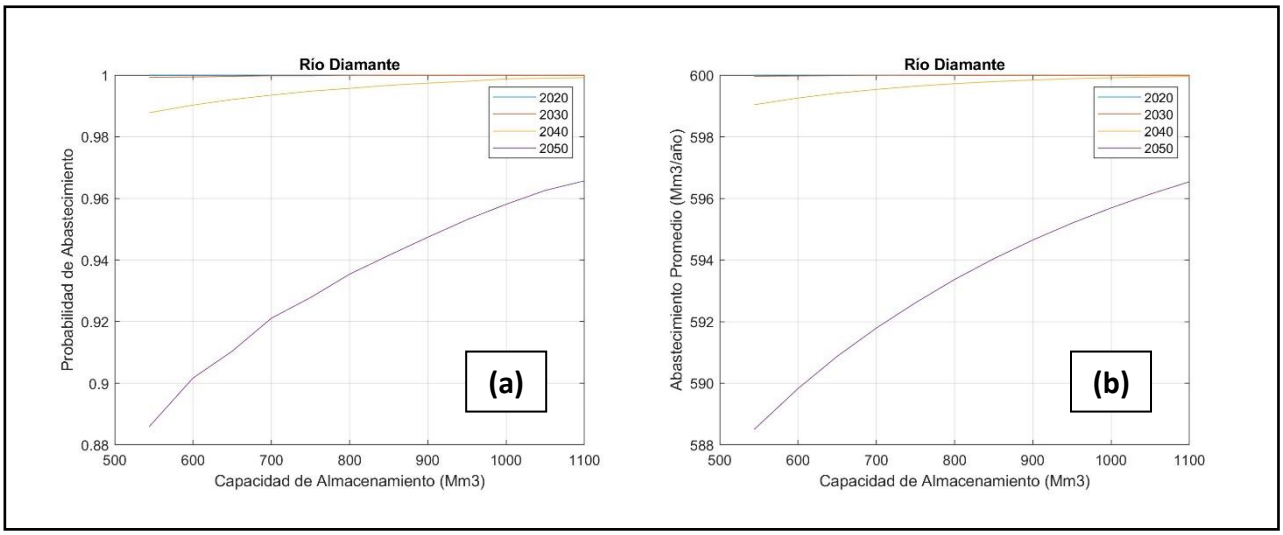


Figura 4.8: Río Diamante variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento y (b) Abastecimiento Promedio, para distintas Capacidades de Almacenamiento con Niveles de Abastecimiento Fijos para 2020, 2030, 2040 y 2050.

4.5. RÍO MALARGÜE

La cuenca del Río Malargüe presenta características únicas debido a la ausencia de infraestructura de almacenamiento actual. Las primeras simulaciones se realizaron para la capacidad actual de almacenamiento, que para este caso es de 0 hm³, cambiando el nivel de abastecimiento entre 100 y 600 hm³ por año.

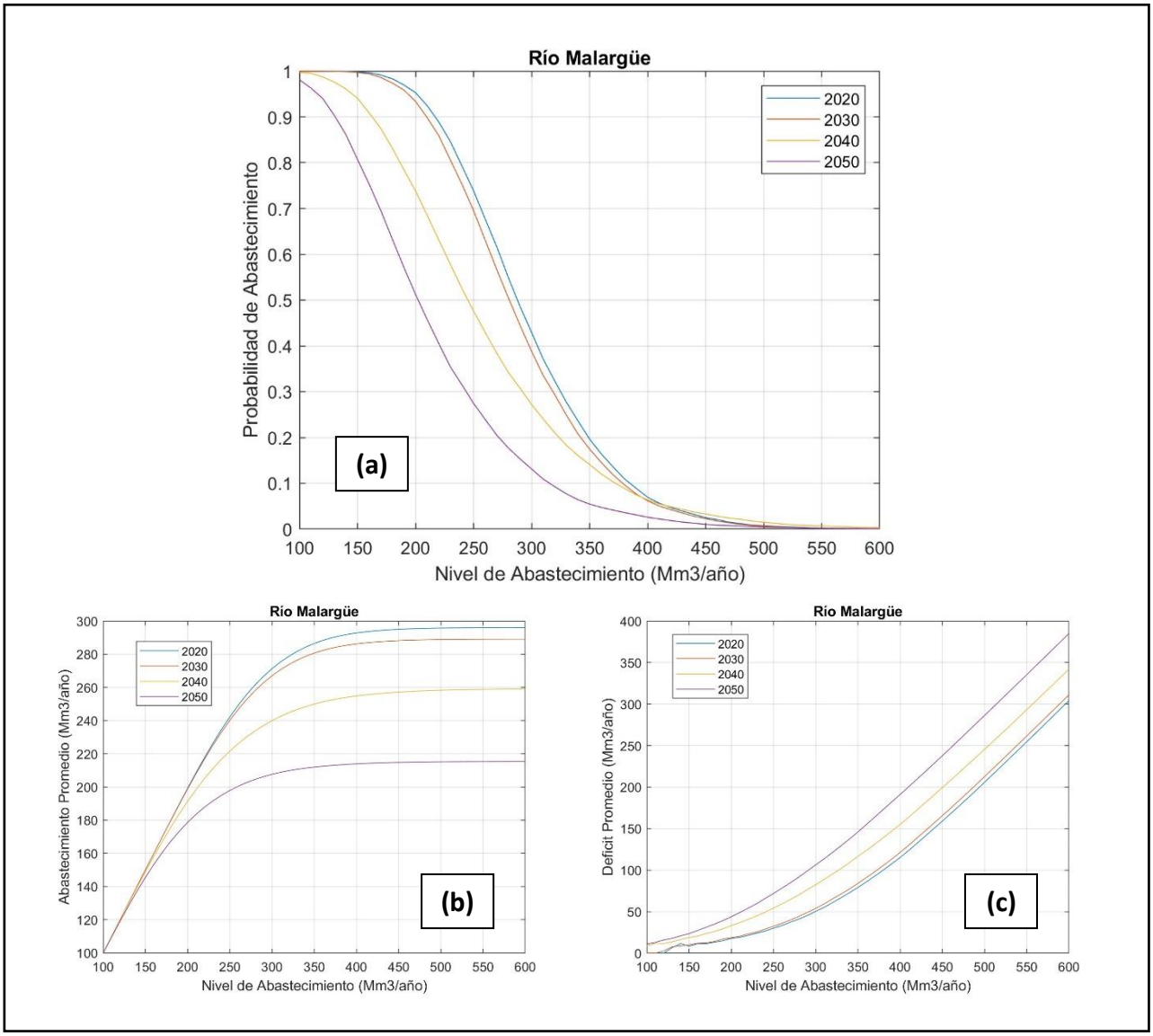


Figura 4.9: Río Malargüe variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (0 Mm³) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

La Tabla 4.5 muestra los valores obtenidos para dos niveles de confiabilidad, 90 y 80%, en cada década.

Tabla 4.5: Nivel de Abastecimiento, Abastecimiento Promedio y Déficit Promedio en hm³ en la cuenca del Río Malargüe para niveles de confiabilidad del 90% y 80% (2020, 2030, 2040 y 2050).

Nivel de Confiabilidad	90%				80%			
Década	2020[5]	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	220	210	160	130	240	230	190	150
Abastecimiento Promedio	218	208	158	128	234	225	184	145
Déficit Promedio	21	20	21	18	27	25	29	24

Para la segunda etapa las simulaciones realizadas se hicieron tomando como punto de partida los niveles obtenidos para un nivel de confiabilidad del 90%, variando gradualmente la capacidad de almacenamiento de 0 hasta 200 hm³.

Las simulaciones muestran que incluso un almacenamiento limitado (200 hm³) podría incrementar significativamente la confiabilidad del abastecimiento, pero como en los casos anteriores el nivel de abastecimiento promedio no aumenta significativamente (menos de 5 hm³). Estos resultados destacan la importancia de desarrollar infraestructura básica para garantizar una oferta hídrica sostenible en esta cuenca, especialmente frente a escenarios futuros de mayor demanda y estrés hídrico.

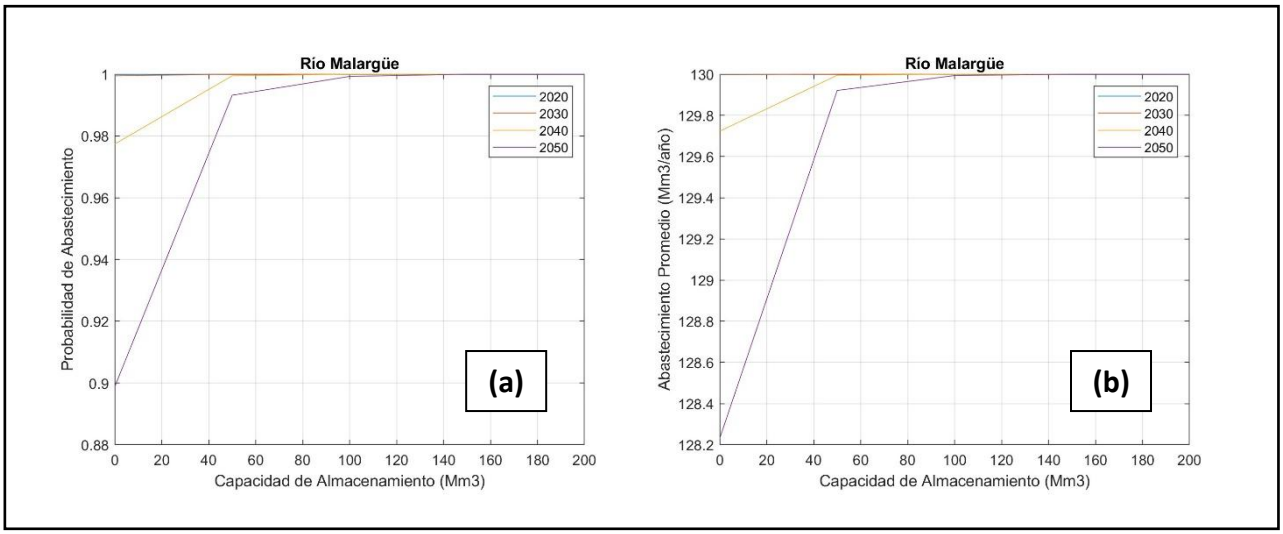


Figura 4.10: Río Malargüe variación de, (a) Probabilidad de Abastecimiento, (b) Abastecimiento Promedio y (c) Déficit Promedio, para distintos Niveles de Abastecimiento y Capacidad de Almacenamiento Fija (0 Mm3) para 2020, 2030, 2040 y 2050.

5. REVISIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA ACTUAL Y PROYECTADA

5.1 DEMANDA HÍDRICA RÍO MENDOZA

La cuenca del río Mendoza se abastece de diversas fuentes hídricas, entre las que destacan las aguas superficiales provenientes del río Mendoza, el embalse de Potrerillos y los afluentes de montaña, complementadas por aguas. La dotación en el Dique Cipolletti representa una parte considerable de la fuente superficial, supliendo aproximadamente 73% de la demanda.

Las eficiencias globales del sistema varían de fuente a fuente, obteniendo valores más altos de eficiencia para los sistemas abastecidos de agua subterránea, mientras que en los sistemas superficiales los valores de pérdidas son mayores.

La cuenca del río Mendoza abastece tanto a la población como a sectores clave de la agricultura e industrias diversas. La demanda hídrica total podemos dividirla en tres grandes usos: demanda poblacional, agrícola e industrial. La demanda agrícola constituye la mayor parte, representando el 82% del consumo total con aproximadamente 1.778 hm³/año, seguido por la demanda poblacional (14%) e industrial (3%).

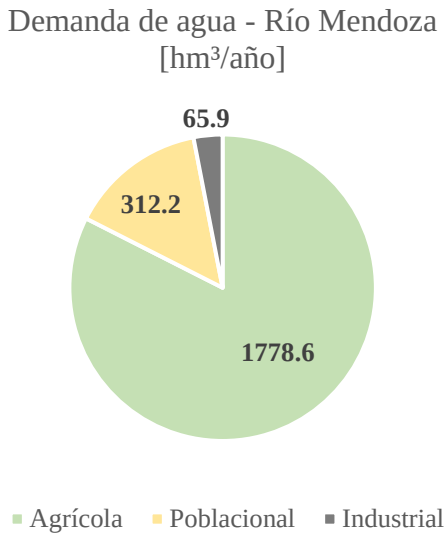


Figura 5.1: Demanda brutal total. Cuenca Río Mendoza.

Demanda Poblacional

La población de la cuenca, que supera el millón de habitantes, depende mayormente del río Mendoza y, en menor medida, de fuentes subterráneas.

Esta demanda es del tipo prioritaria, y el abastecimiento del agua se encuentra a cargo de la empresa AYSAM y otras entidades locales que gestionan la potabilización y distribución. Según la empresa distribuidora la demanda poblacional ronda los 312 l/hab.día, de los cuales 72 l/hab.día se destinan a usos del agua potable que no son para consumo.

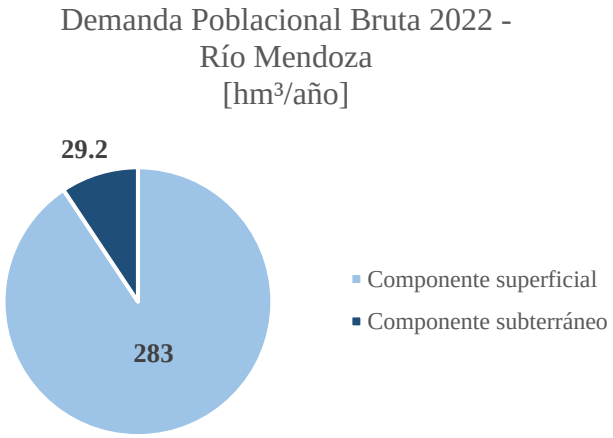


Figura 5.2: Fuente de abastecimiento. Demanda Poblacional. Cuenca del Río Mendoza.

Actualmente, el consumo neto se estima en 312 hm³/año, con una tendencia de aumento que, de continuar, llegaría a 393,6 hm³/año para el año 2050, impulsado por el crecimiento poblacional. El sistema actualmente presenta un nivel de pérdidas significativo, estimado en 46%.

Tabla 5.1: Río Mendoza Demanda Poblacional - Proyecciones

Rio Mendoza. Composición de la Demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	2022	2030	2040	2050
Demanda residencial	133,1	143,7	155,2	167,7
Otras demandas	34,2	36,9	39,9	43,1
Pérdidas del sistema 46%	144,9	156,5	169,1	182,7
Consumo Poblacional proyectado	312,2	337,2	364,2	393,6
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	2022	2030	2040	2050
Componente superficial	283,0	305,6	330,1	356,7
Componente subterráneo	29,2	31,6	34,1	36,8

Demanda Agrícola

La agricultura es el mayor consumidor de agua, con cultivos como frutales, vides, olivos y forrajes. La eficiencia promedio en este sector ronda el 44%, aunque varía dependiendo de la fuente: desde un 43% en los sistemas que dependen del Dique Cipolletti hasta un 59% para el caso de las aguas subterráneas.

Las proyecciones agrícolas, manteniendo la superficie de cultivos y la tecnología de riego actual, indican que los cambios en la evapotranspiración, causados por el cambio climático, aumentarán levemente la demanda neta para 2050, elevándose a 824,4 hm^3 anuales.

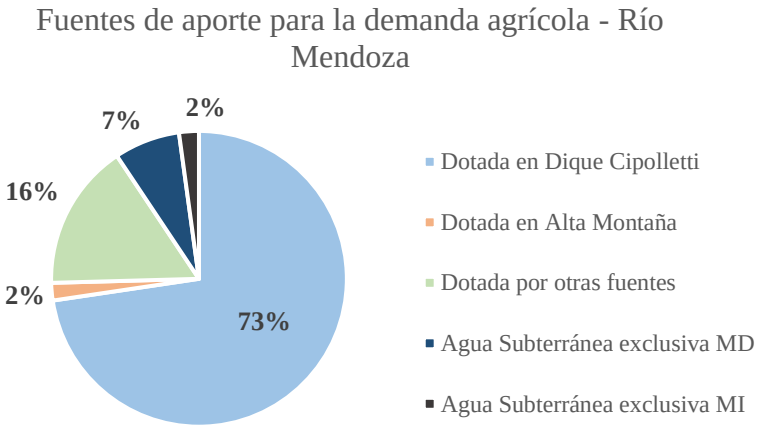


Figura 5.3: Fuentes de provisión de agua. Demanda Agrícola. Río Mendoza.

Demanda Industrial

Otros sectores, como el industrial y recreativo, representan una porción menor pero constante en el consumo total abarcando un 3% de la demanda actual de la cuenca.

Para el caso de la cuenca del Río Mendoza, esta demanda está compuesta en mayor medida por uso industrial vitivinícola que incluye el destilado de vinos, concentración de mostos, elaboración de bebidas y demás actividades relacionadas. Además, existen otras demandas como transporte, petroquímicas, conserveras, etc., incluidas en el uso industrial que abarcan demandas de agua menores.

Aunque el crecimiento en estos sectores es modesto (estimado en 0,5% anual), su desarrollo implica una ligera pero sostenida presión sobre los recursos hídricos.

5.2 DEMANDA HÍDRICA RÍO TUNUYÁN

La cuenca del río Tunuyán se divide en una zona alta, el Tunuyán Superior y otra ubicada sobre la llanura, Tunuyán Inferior. La zona alta se abastece de diversas fuentes hídricas, entre las que destacan las aguas superficiales provenientes del Dique Valle de Uco, arroyos de manantial, arroyos provenientes de la cordillera frontal y por último acuíferos de la zona. El Tunuyán Superior no posee un embalse regulador del sistema a diferencia de la zona baja. Por otro lado, el Tunuyán inferior se abastece del dique Tiburcio Benegas en mayor medida, y de agua subterránea para suplir la demanda restante.

Las eficiencias globales del sistema varían entre las dos subcuencas y de fuente a fuente. Para la subcuenca del Tunuyán Superior el agua proveniente de los acuíferos cuenta con una eficiencia global del 44%, mientras que la eficiencia de la fuente superficial cae a valores que rondan el 30%. Para el Tunuyán Inferior los valores de eficiencia de las distintas fuentes son similares y se encuentran entorno al 50%.

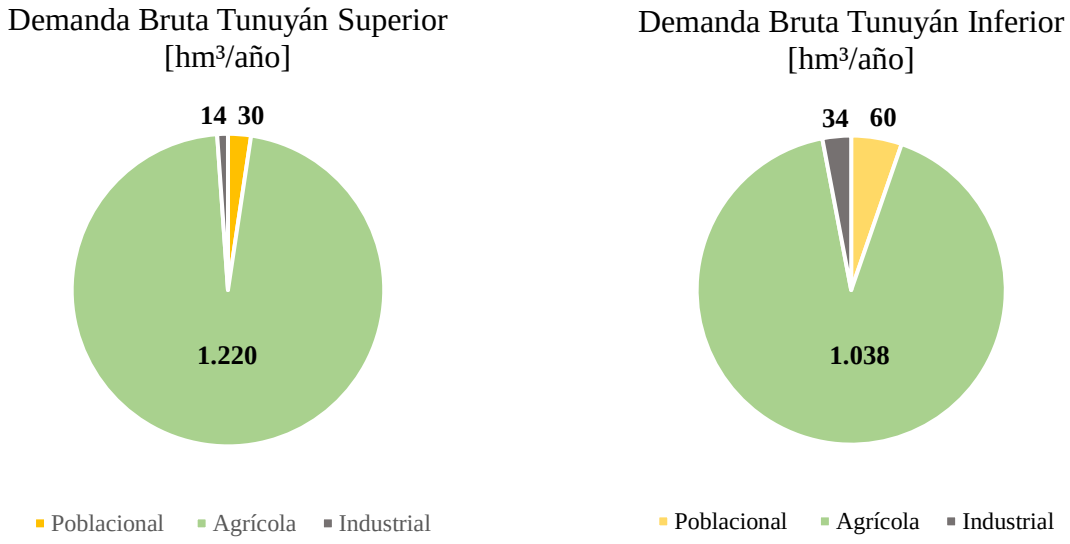


Figura 5.4: Demanda de agua. Cuenca Río Tunuyán.

La cuenca del río Tunuyán abastece tanto a la población como a sectores de la agricultura e industrias diversas. El sector agrícola constituye la mayor parte de la demanda para ambas subcuencas, representando el 97% para el Tunuyán Superior y el 92% para el Tunuyán Inferior respecto del consumo total, seguido por la demanda poblacional (2% y 5% respectivamente) y uso industrial (1% y 3%).

Poseen una distribución de la demanda similar las zonas alta y baja de la cuenca como puede apreciarse en los gráficos.

Demanda Poblacional

La demanda poblacional es el uso prioritario de la cuenca. El consumo anual para la zona del Tunuyán Superior es de 30 hm³ al año y para la subcuenca del Tunuyán Inferior los valores alcanzan los 60 hm³ anuales.

En cuanto a la distribución de la demanda respecto a las fuentes podemos apreciar que el agua superficial y subterránea suplen la demanda del Tunuyán Superior en proporciones similares. En el caso del Tunuyán Inferior, el agua es netamente de fuente subterránea.

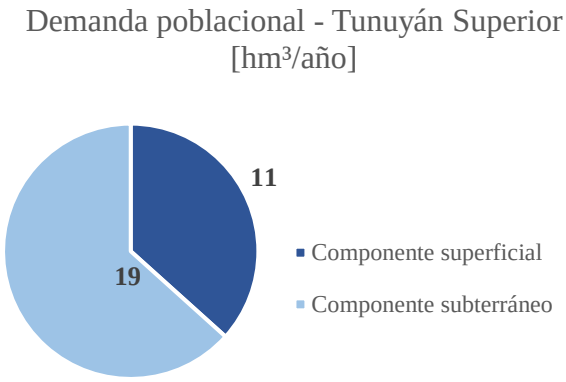


Figura 5.5: Fuentes de abastecimiento. Demanda Poblacional. Cuenca del Río Tunuyán Superior.

Para el Tunuyán Superior entre los organismos encargados de la red, se encuentra AYSAM gestionando un 51% de las conexiones, el resto se encuentra a cargo el Municipio de Tupungato con un 26% de las conexiones y el 23% restante, corresponde a pequeños operadores comunitarios. El sistema de distribución de agua potable cuenta con pérdidas del 40% en promedio. Se prevé un aumento en la demanda poblacional a casi 40 hm³/año para la década del 2050.

Tabla 5.2: Río Tunuyán Superior Demanda Poblacional – Proyecciones.

Rio Tunuyán Superior. Composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm^3/año.				
Componente demanda	2022	2030	2040	2050
Demanda residencial	14,3	15,8	17,3	19,0
Otras demandas	3,7	4,1	4,5	4,9
Pérdidas del sistema 40%	12,0	13,3	14,6	16,0
Consumo Poblacional proyectado	30,0	33,1	36,4	39,9
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm^3/año.				
Suministro	2022	2030	2040	2050
Componente superficial	11,0	12,1	13,3	14,6
Componente subterráneo	19,0	20,9	23,0	25,3

En el caso del Tunuyán Inferior la gestión involucra a AySAM con un 74% de las conexiones, un 25% gestionado de manera comunitaria y el 1% restante es de gestión municipal. Las pérdidas también alcanzan el 40% y se espera un crecimiento de la demanda poblacional a 75 hm³/año para el 2050.

Estos incrementos en la demanda se espera que sean absorbidos por una mejor en la eficiencia del sistema.

Tabla 5.3: Río Tunuyán Inferior Demanda Poblacional – Proyecciones.

Rio Tunuyán Inferior. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm^3/año.				
Componente demanda	2022	2030	2040	2050
Demanda residencial	28,5	30,8	33,2	35,7
Otras demandas	7,3	7,9	8,5	9,2
Pérdidas del sistema 40%	24,2	26,1	28,2	30,3
Consumo Poblacional proyectado	60,0	64,8	69,9	75,1
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm^3/año.				
Suministro	2022	2030	2040	2050
Componente subterráneo	60,0	64,8	69,9	75,1

La agricultura es el mayor consumidor de agua en ambas subcuencas. La eficiencia promedio en para el Tunuyán Superior ronda el 35%, aunque varía dependiendo de la fuente. En el caso del Tunuyán Inferior las eficiencias se mantienen en torno al 53%.

Demanda Agrícola

Las proyecciones agrícolas, manteniendo la superficie de cultivos y la tecnología de riego actual, indican que los cambios en la evapotranspiración, causados por el cambio climático, aumentarán levemente la demanda neta para 2050, llevando la demanda bruta a valores cercanos a los 454,6 hm³ anuales para el Tunuyán Superior y 580,6 hm³ al año para el Inferior.

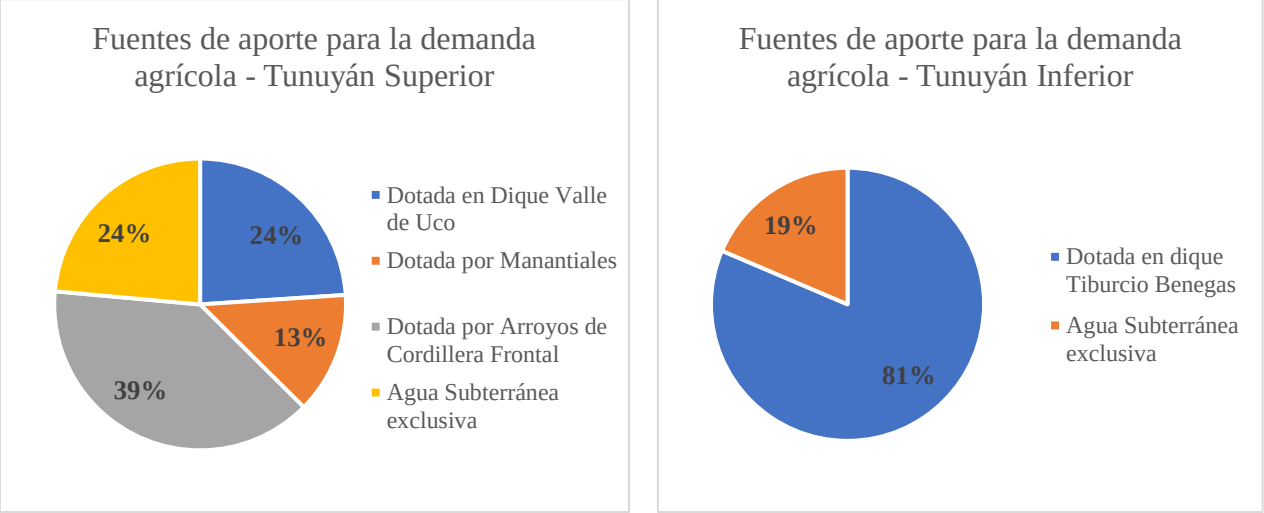


Figura 5.6: Fuentes de suministro. Demanda Agrícola. Cuenca Río Tunuyán.

Como puede apreciarse en los gráficos, para el Tunuyán Superior las distintas fuentes aportan de manera similar. Para la zona del Tunuyán Inferior, la situación es más dispar, siendo la mayor fuente es el agua superficial proveniente del Dique Tiburcio Benegas y solo 20% de la demanda es cubierta por agua subterránea.

Tabla 5.4: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Superior.

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	Demanda Neta (hm^3)	Eficiencia (%)	Demanda Bruta (hm^3)
Dotada en Dique Valle de Uco	98,1	34%	292,4
Dotada por Manantiales	56,3	34%	164,3
Dotada por Arroyos de Cordillera Frontal	142,3	30%	476,1
Agua Subterránea exclusiva	127,1	44%	287,5
Total	423,7	35%	1220,3

Tabla 5.5: Demanda Agrícola Neta y Bruta - Río Tunuyán Inferior.

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	Demanda Neta (hm^3)	Eficiencia (%)	Demanda Bruta (hm^3)
Dotada en dique Tiburcio Benegas	437,4	52%	845,4
Agua Subterránea exclusiva	106,6	55%	193
Superficie Total	544	52%	1038,4

Demanda Industrial

La demanda industrial representa una porción mucho menor de demanda. Siendo para el Tunuyán Superior es el 1% de la demanda. Para el Tunuyán Inferior el uso industrial es el 3% de lo demandado. El sector que mayor demanda realiza es el vitivinícola. El crecimiento proyectado en estos sectores es modesto, estimado en 0,5% anual.

5.3 DEMANDA HÍDRICA RÍO DIAMANTE

La cuenca del río Diamante se abastece de diversas fuentes hídricas: las aguas superficiales provenientes del río Diamante, los desagües y drenajes del sistema y por último las aguas subterráneas. La dotación del Dique Galileo Vitali cubre una parte considerable de la fuente superficial.

Las eficiencias globales del sistema varían según el tipo de fuente, obteniendo valores más altos de eficiencia para los sistemas abastecidos de agua subterránea, mientras que en los sistemas superficiales los valores de pérdidas son mayores.

La cuenca del río Diamante abastece a la población de manera prioritaria y a otros como a sectores como la agricultura e industrias. La demanda hídrica total está dividida en tres grandes usos: demanda poblacional, agrícola y de uso industrial. La demanda agrícola constituye la mayor parte, del consumo total con aproximadamente el 96% seguido por la demanda poblacional 2% y, por último, la industrial con el 1%.

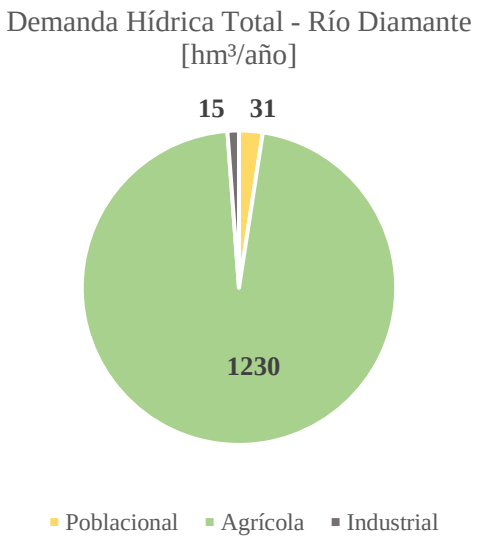


Figura 5.7: Demanda hídrica. Cuenca Río Diamante.

Demanda poblacional

La cuenca posee una población de 151.444 habitantes, con una residencial anual es de 280hm³. El agua potable estimada para otros usos distintos al consumo poblacional se estimó en 73 hm³ anuales.

Tabla 5.6: Río Diamante Demanda Poblacional

Diamante	l/hab. día	280	72		
	2022	Demanda residencial	Otras demandas	Pérdidas del sistema 37%	Consumo Poblacional
Departamento	Población	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año	hm³/Año
San Rafael (72%)	151.544	15,5	4,0	11,5	31,0
Total	139.765	15,5	4,0	11,5	31,0

Esta demanda se abastece de dos tipos de fuentes, la superficial cubriendo la mayor parte de la necesidad de agua potable y el agua subterránea complementando.

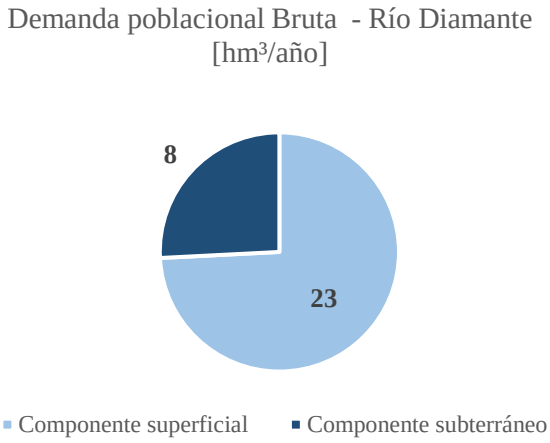


Figura 5.8: Fuentes de abastecimiento. Demanda Poblacional. Río Diamante.

Se estima que el incremento de la demanda poblacional se compensa con la mejora de eficiencia de la red, que actualmente se encuentran en el orden del 37%.

Tabla 5.7: Río Diamante Demanda Poblacional – Proyecciones.

Rio Diamante. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Demanda residencial	15,5	16,4	17,3	18,2
Otras demandas	4,0	4,2	4,4	4,7
Pérdidas del sistema 37%	11,5	12,1	12,8	13,5
Consumo Poblacional proyectado	31,0	32,7	34,5	36,4
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	**2022**	**2030**	**2040**	**2050**
Componente superficial	23,0	24,3	25,6	27,0
Componente subterráneo	8,0	8,4	8,9	9,4

Demanda Agrícola

La demanda agrícola de la cuenca es abastecida por tres grandes fuentes de agua: el agua superficial dotada a partir del dique Galileo Vitali, el agua proveniente de los desagües y drenajes del sistema y el agua subterránea. La mayor fuente de agua proviene del componente superficial, quedando el agua subterránea relegada a suplir solo el 1% de la demanda.

Tabla 5.8: Fuentes de abastecimiento. Demanda agrícola Río Diamante.

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	Demanda Neta (hm³)	Eficiencia (%)	Demanda Bruta (hm³)
Dotada en dique Galileo Vitali	350,6	31%	1.142,7
Dotada por desagües y drenajes	25,7	32%	79,8
Agua Subterránea exclusiva	3,0	41%	7,5
Total	379,3	31%	1.230,0

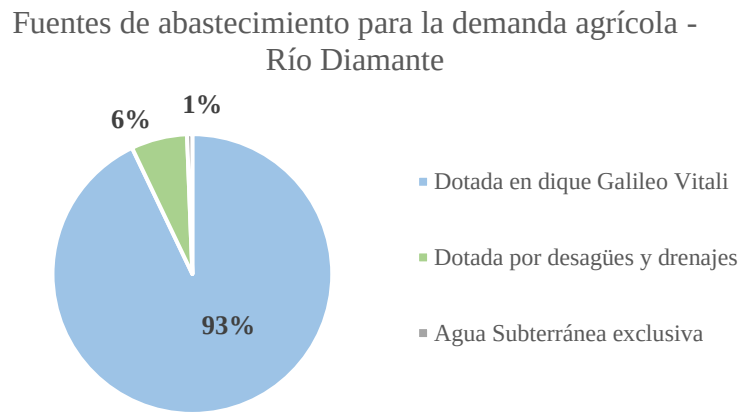


Figura 5.9: Fuentes de abastecimiento. Demanda Agrícola. Río Diamante.

Demanda Industrial

Para el caso del río Diamante las demandas para el sector industrial representan una pequeña parte de la demanda de la cuenca, el 1,2%. Este uso se encuentra distribuido entre diferentes actividades, siendo la principal el uso industrial olivícola junto con el tratamiento de agua. El uso olivícola incluye todos los procesos industriales relacionados al olivo: elaboración de aceites, encurtido de aceitunas, entre otros.

Las proyecciones de la demanda industrial se espera que tengan un crecimiento constante del 0,5% hasta el año 2050.

5.4 DEMANDA HÍDRICA RÍO ATUEL

La cuenca del Río Atuel se abastece de distintas fuentes hídricas, por un lado, las aguas superficiales provenientes del Dique Valle Grande y además los afluentes de las tomas superiores. La dotación proveniente del dique cubre la mayor parte de la demanda 97%.

Las eficiencias globales del sistema son similares para las distintas fuentes, alcanzando valores del 42% aproximadamente.

La demanda agrícola abarca la mayor parte un 97%, seguido por la demanda poblacional 2% e industrial un 1%.

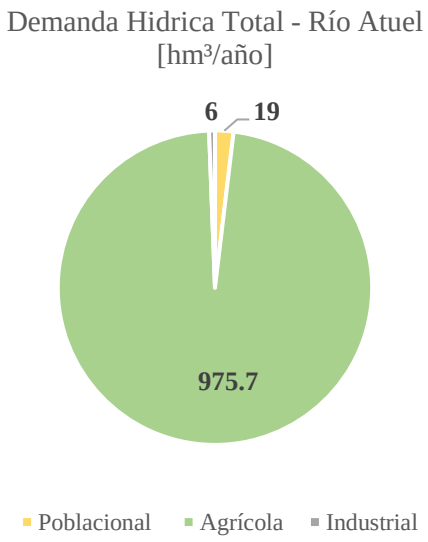


Figura 5.10: Demanda Hídrica. Cuenca Río Atuel.

Tabla 5.9: Río Atuel Demanda Poblacional – Proyecciones.

Rio Atuel. composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm³/año.				
Componente demanda	2022	2030	2040	2050
Demanda residencial	11,2	11,7	12,3	12,8
Otras demandas	2,9	3,0	3,2	3,3
Pérdidas del sistema 26%	5,0	5,2	5,5	5,7
Consumo Poblacional proyectado	19,0	19,9	20,9	21,8
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm³/año.				
Suministro	2022	2030	2040	2050
Componente superficial	3,9	4,1	4,3	4,5
Componente subterráneo	15,4	16,2	16,9	17,7

Demanda Poblacional

La cuenca del río Atuel abastece los departamentos de General Alvear y el 28% de la población de San Rafael. La gestión es realizada un 46% por AySAM, un 35% por pequeños operadores y un 1% por el municipio. Las pérdidas se estiman en un 26% en el sistema actual con un consumo de 19 hm³/año. La proyección de la demanda indica que este valor crecerá a 21,8hm³/año.

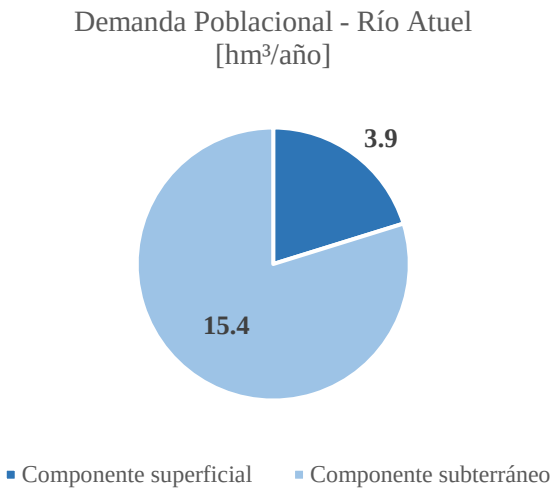


Figura 5.11: Fuentes de abastecimiento. Demanda Poblacional. Río Atuel.

Demanda Agrícola

Practicamente la totalidad de la deamanda agricola, un 97%, se abastece desde el dique Valle Grande. El 3% restantes, responde a las tomas superiores, ubicadas aguas arriba del dique El Nihuil.

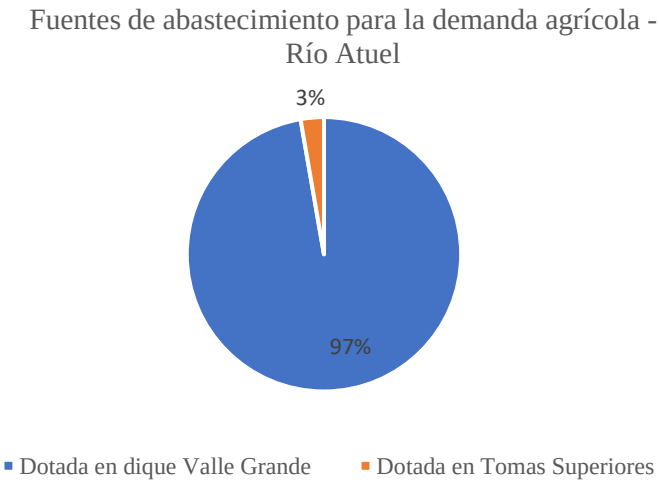


Figura 5.12: Fuentes de abastecimiento para la demanda Agrícola. Río Atuel.

Tabla 5.10: Fuentes de abastecimiento para la demanda Agrícola. Río Atuel.

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	Demanda Neta (Hm^3)	Eficiencia (%)	Demanda Bruta (Hm^3)
Dotada en dique Valle Grande	396,4	42%	949,0
Dotada en Tomas Superiores	11,4	43%	26,7
Total	407,8	42%	975,7

Demanda Industrial

La demanda industrial respresenta el 6% de la demanda total de la cuenca. Las proyecciones estiman que la demanda industrial tendrá una tasa de crecimiento del 0,5% para el 2050.

5.5 DEMANDA RÍO MALARGÜE

La cuenca del Río Malargüe se compone de dos fuentes hídricas: el río Malargue y los arroyos El Alamito y Chacay.

Las eficiencias globales del sistema son similares tanto para el sistema abastecido por el río como por el arroyo, alcanzando valores en el entorno del 45%.

El río malrgue posee un importante uso ambiental, abasteciendo a la laguna de Llancanello, aguas abajo del oasis irrigado.

Uso Ambiental

En la cuenca del río Malargüe, se incluye un uso relacionado con la demanda ambiental de la laguna Llancanelo, registrado bajo la categoría Eventual y que abarca un total de 2478,15 hectáreas.

Demanda Poblacional

La cuenca del río Malargüe abastece de agua para consumo poblacional de 33.107 habitantes (departamento de Malargüe). Aysam gestiona el 87% de las conexiones y el 13% es suministrada por el municipio. El suministro de agua proviene de fuentes superficiales en mayor medida y subterráneas.

Tabla 5.11: Río Malargüe Demanda Poblacional – Proyecciones.

Rio Malargüe. Composición de la demanda poblacional y suministro.				
Proyección de la demanda poblacional. Volumen en hm^3/año.				
Componente demanda	2022	2030	2040	2050
Demanda residencial	3,4	3,7	4,0	4,4
Otras demandas	2,9	3,1	3,4	3,7
Pérdidas del sistema 26%	2,2	2,4	2,6	2,9
Consumo Poblacional proyectado	8,5	9,3	10,1	11,0
Proyección de la oferta por fuente de suministro. Volumen en hm^3/año.				
Suministro	2022	2030	2040	2050
Componente superficial	3,0	1,9	2,1	2,3
Componente subterráneo	5,5	7,5	8,2	8,9

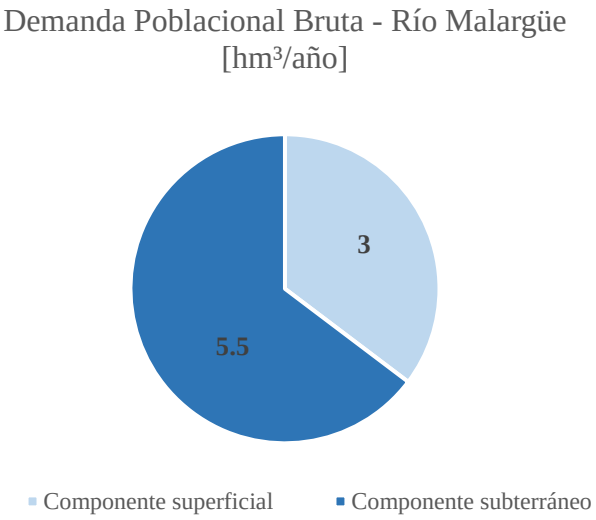


Figura 5.13: Fuentes de abastecimiento. Demanda poblacional. Río Malargüe.

La demanda actual es de 8,5 hm³ al año y se espera que para el año 2050 se alcancen los 11 hm³ anuales con el crecimiento pobalcional proyectado. Como en la cuencas anteriores, el aumento de la demanda se suple con una mejora en la eficiencia de al red.

Demanda Agrícola

Para la cuenca del Río Malargüe los aportes de agua a la red de riego se encuentran distribuidos de manera similar. El río provee el 56% de la demanda, mientras que los arroyos abastecen el resto del sistema.

Tabla 5.12: Fuentes de abastecimiento de la demanda agrícola. Cuenca Río Malargüe.

Demanda hídrica de cultivos. Total, de la cuenca. Años 2000 a 2020			
Fuente principal	Demanda Neta (hm³)	Eficiencia (%)	Demanda Bruta (hm³)
Dotada por el río	28,2	43%	65,7
Dotada por arroyo	36,6	47%	78,4
Total	64,8	45%	144,0

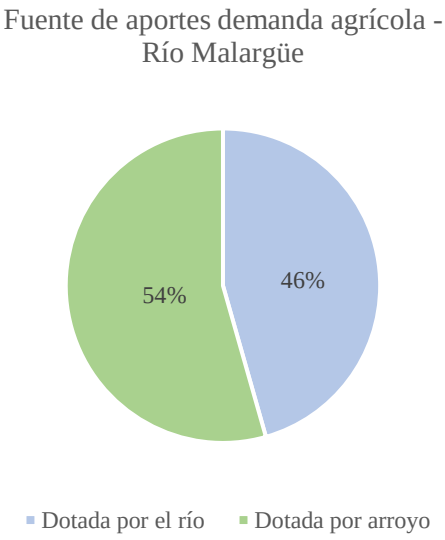


Figura 5.14: Fuentes de abastecimiento. Demanda Agrícola. Cuenca Río Malargüe.

Demanda Industrial

La cuenca del Río Malargüe posee una demanda industrial extremadamente baja, ya que el valor alcanza un 0,1 hm³/año según los datos relevados por el DGI. Esta demanda se compone de usos relacionados a conserveras, transporte y petroquímicas en mayor medida.

6. ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

De las alternativas presentadas en el informe 5, y de acuerdo con las consideraciones discutidas con representantes de la Provincia y Departamento General de Irrigación, se considera que la combinación de las opciones 2.2 y 2.3, junto con la inversión en el revestimiento de la red primaria y secundaria y la flexibilización de las estructuras de derivación, es la más adecuada en términos generales. Siguiendo la siguiente secuencia de desarrollo:

La implementación de la Alternativa 2.3 se llevará a cabo entre los años 2025 y 2035. A partir del año 2035, se implementará la Alternativa 2.2 hasta que se elimine el déficit hídrico. En caso de que la Alternativa 2.2 no permita eliminar el déficit, también se evaluará la Alternativa 2.1, cuya eficiencia es mayor, pero requiere inversiones significativamente más altas en comparación con la Alternativa 2.2.

A continuación, se presentará una breve descripción de cada una de las alternativas, los costos requeridos y una representación esquemática de cada alternativa.

La segunda alternativa propone mejorar la eficiencia en la aplicación del agua de riego a través de tres subalternativas, según el nivel de intervención en la red de distribución y el grado de tecnificación en las propiedades. Todas las opciones buscan garantizar un volumen de regulación que cubra la demanda diaria de sistemas de riego tecnificados. La Subalternativa 2.1 plantea un sistema comunitario de entrega de agua presurizada, interviniendo la red terciaria con tuberías adecuadas. Las otras subalternativas consideran mantener la red actual, implementando mejoras específicas para ajustarse a las necesidades de los cultivos.

Alternativa 2.1

La Alternativa 2.1 propone la construcción de un reservorio central en las unidades administrativas de manejo, junto con la presurización del sistema y la entrega de agua a través de tuberías en condiciones adecuadas para la implementación de sistemas de riego por goteo. El objetivo es alcanzar una eficiencia de aplicación del 85%.

La implementación de un sistema comunitario de entrega de agua presurizada no solo mejora la aplicación del agua de riego, sino que también aumenta la eficiencia de conducción del sistema, ya que requiere una red de tuberías de distribución. Para

cuantificar esta mejora, se estima la longitud de la red terciaria impermeabilizada por cada hectárea donde se implementa esta mejora.

En la cuenca del río Mendoza, se calcula que existen 41 metros de conducción terciaria por hectárea cultivada, un valor obtenido de la relación entre la longitud total de la red y la superficie cultivada de la cuenca. Se asume una relación lineal entre la longitud impermeabilizada de la red terciaria y la eficiencia de conducción de toda la red de riego.

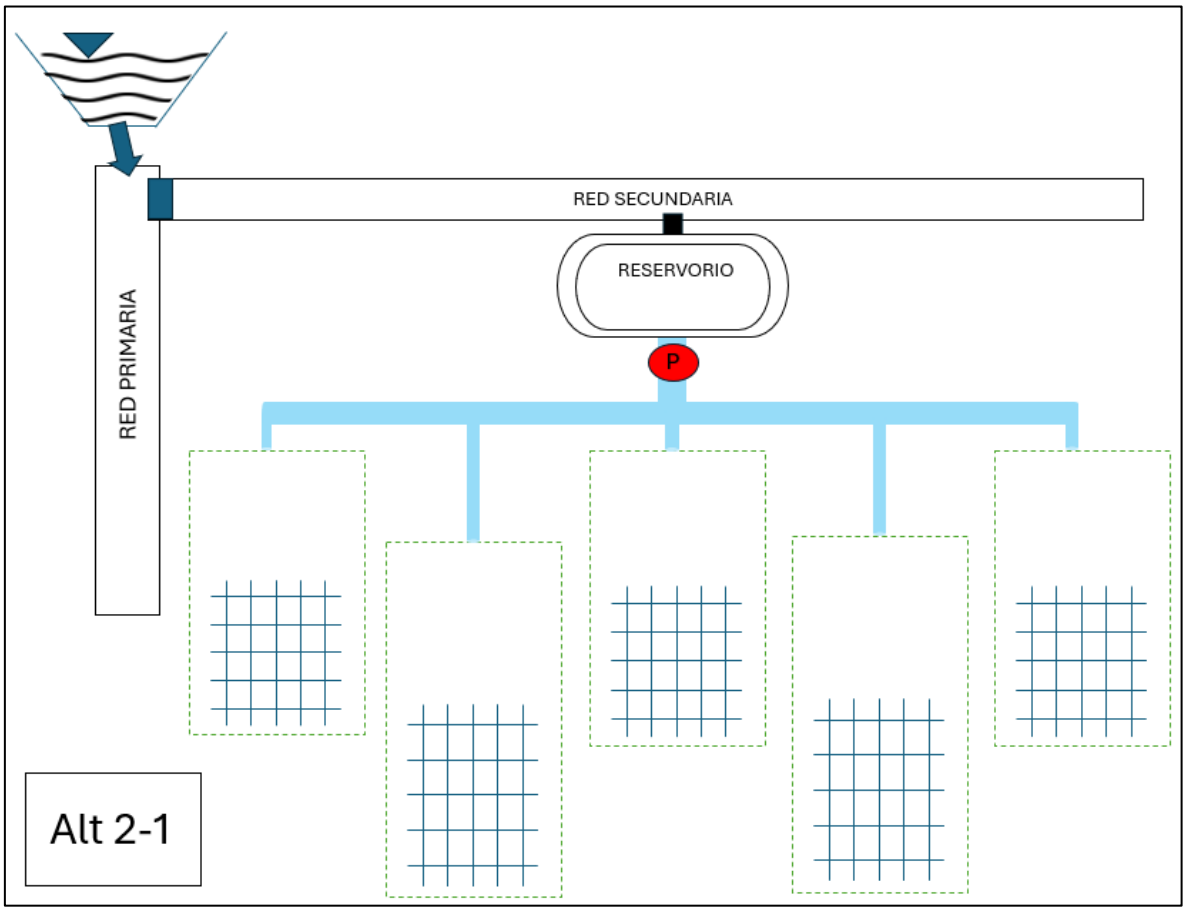


Figura 6.1: Esquema de alternativa 2.1.

Alternativa 2.2. Inversiones adicionales.

La Alternativa 2.2 propone unidades de riego con sistemas de aplicación tecnificados y tradicionales, con potencialidad de ser escalable hasta llegar a implementar riegos tecnificados en la totalidad del área cultivada.

El sistema propuesto cuenta con un reservorio central con capacidad de dotar, mediante canales de riego, a reservorios menores ubicados en las propiedades.

Se considera la aplicación de riego por goteo en las propiedades, y el sistema de presurización y filtrado se realiza en cada propiedad o unidad de riego menor. La eficiencia de aplicación pretendida es del 85%. No se plantean cambios en el valor de eficiencia de conducción actual.

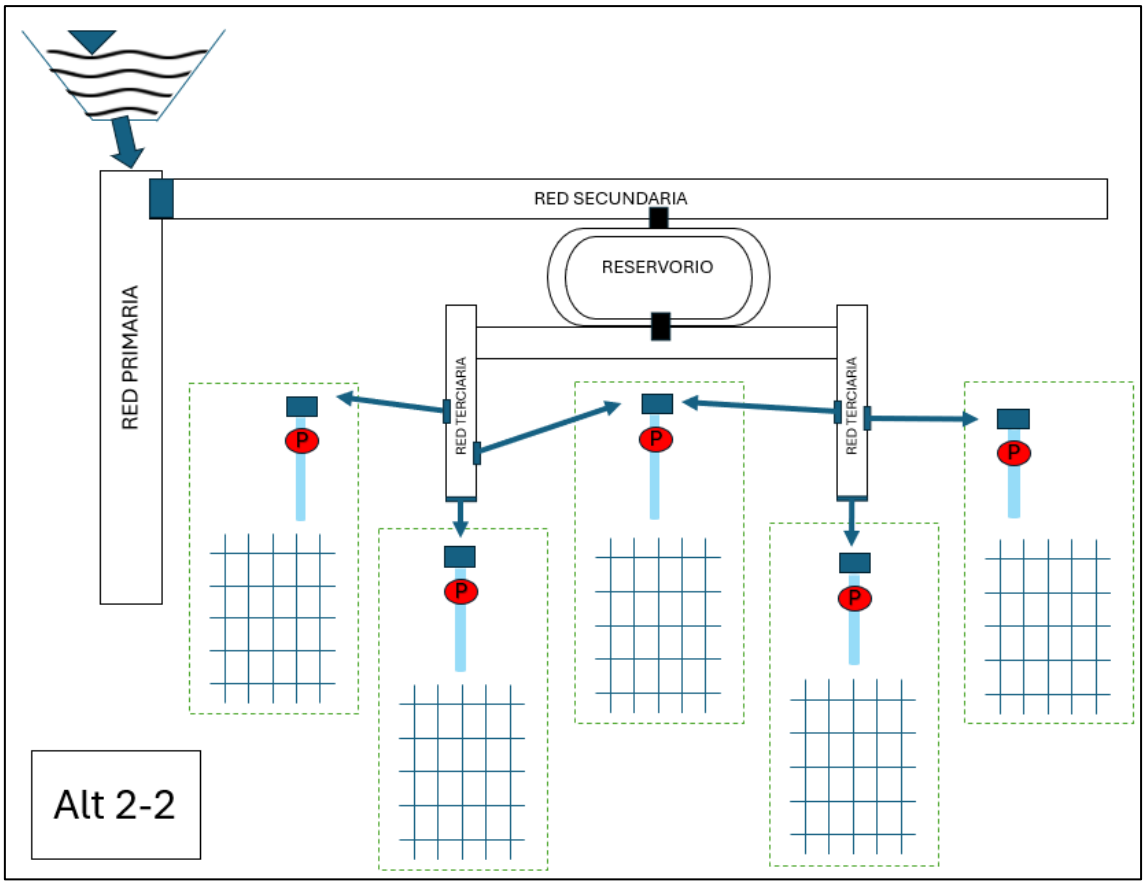


Figura 6.2: Esquema de alternativa 2.2.

Alternativa 2.3

La Alternativa 2.3 se presenta como una mejora a los sistemas de distribución actuales. Es compatible con los sistemas tradicionales de entrega y contempla la aplicación de riegos tecnificados a baja presión en una mayor cantidad de propiedades, que las otras alternativas.

Esta alternativa es escalable a la alternativa 2.1 y necesita de una menor inversión por hectárea. El sistema planteado cuenta con un reservorio central que implementa sistemas acordados de entrega, y riegos por mangas permitiendo así la disminución las pérdidas de conducción interna del agua en las propiedades, un mayor control de los caudales y tiempos de los riegos por surcos. La eficiencia de aplicación pretendida es del 65%. La misma responde a una mejora en la gestión de los turnos de riego, admitiendo una

distribución flexible en función de la demanda hídrica estacional de los mismos. La eficiencia de conducción es la que actualmente posee el sistema.

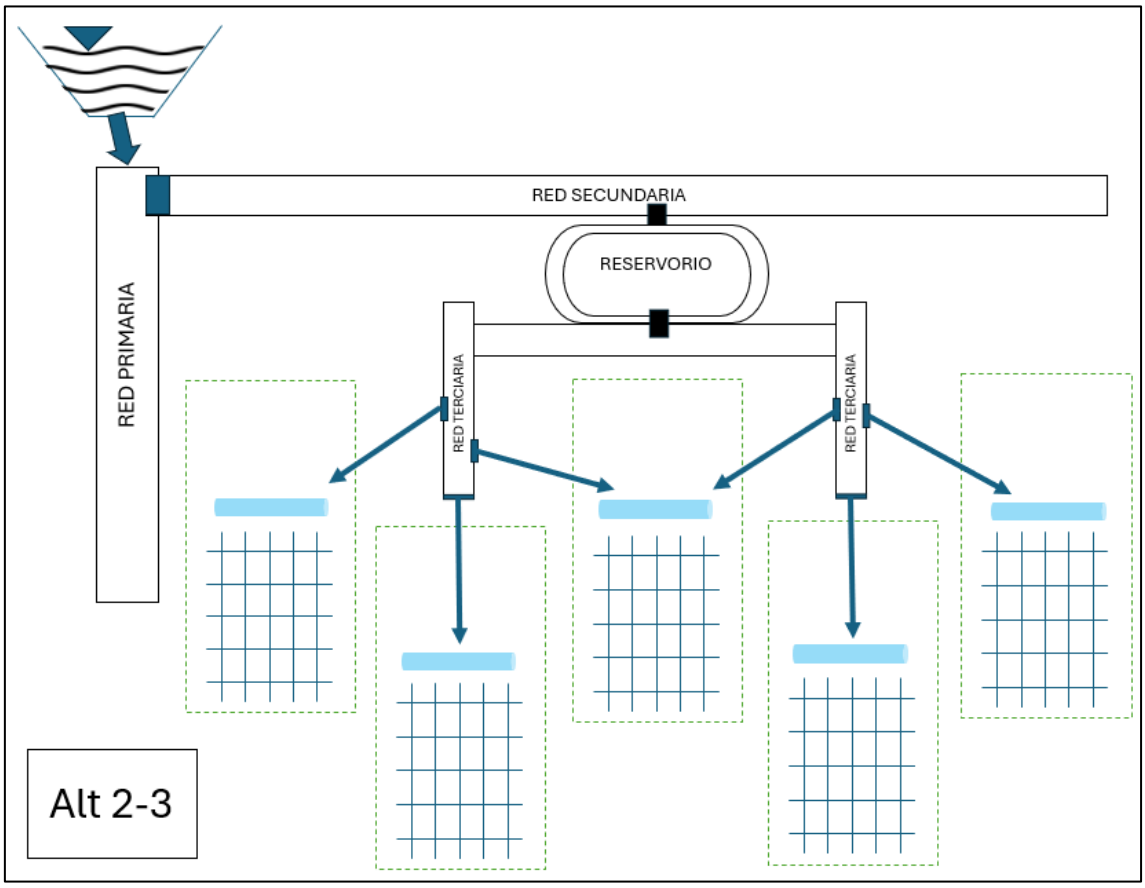


Figura 6.3: Esquema de alternativa 2.3.

7. APLICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

7.1 INTRODUCCIÓN

El presente análisis tiene como objetivo evaluar el desempeño de las alternativas e inversión hacia 2050 considerando la capacidad de almacenamiento de cada sistema, la demanda hídrica actual afectada por las tendencias de cambio climático y las proyecciones de los derrames utilizadas en los informes previos.

7.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EFICIENCIA

En el capítulo 4 se presenta un resumen de los valores de oferta sostenible proyectada hacia 2050. La misma se define como el nivel de suministro de agua que puede mantenerse constante cada año, considerando la variabilidad hídrica y la capacidad de almacenamiento disponible. Este nivel de oferta sostenible garantiza un nivel de satisfacción de la demanda hídrica, considerado adecuado, ajustándose a las proyecciones futuras y teniendo en cuenta la optimización de la gestión de excedentes en años húmedos y déficits en años secos.

El valor de confiabilidad de la oferta disponible mide la frecuencia con la que se cumple el nivel propuesto. El análisis se realiza para un nivel de confiabilidad del 80%. Esto genera que existirán años con déficit, donde será necesario tener planes de mitigación del mismo cuando los mismos se presenten. Al largo del desarrollo del capítulo se presentan los valores de oferta disponible para un nivel de confiabilidad del 80%, valor con el que se desarrollan las alternativas en el reporte 5.

7.3 DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO DE REFERENCIA

Para evaluar la inversión y la eficiencia de diversas alternativas en el manejo del agua, se ha seleccionado un área de referencia que sirve como unidad de manejo. Esta unidad de referencia representa la situación de una inspección de cauce o un canal de riego. La selección de esta unidad se basa en criterios como la superficie empadronada, el tamaño medio de las hijuelas o unidades de turnado, y la longitud de las redes secundaria, terciaria y cuaternaria.

Tabla 7.1: Longitud de la red de riego en metros para la cuenca del Río Mendoza.

CANALES RELEVADOS	SECUNDARIA	TERCIARIA Y CUATERNARIA
Canal Bajada de Araujo	4.043	83.927
Canal Barrancas Espino	6.034	2.128
Canal Céspedes	14.622	88.846
Canal Compuertas	13.424	31.034
Canal Matriz Lulunta	933	10.662
Canal Rufino Ortega	5.253	355
Hijuela Morales Villanueva	11.232	49.501
Hijuela Santa Rita	3.232	15.898
Lujan Centro	13.480	9.815
Rama Algarrobal	5.313	36.899
Rama Lujan Oeste Unificada	27.545	30.488
Rama Lujan Sur Unificada	34.443	5.618
Rama Mathus Hoyos	6.498	79.122
Rama Matriz Gil	2.910	78.402
Rama Nueva California	33.284	33.329
Rama San Roque	711	1.131
Rama Sobremonte	6.195	41.409
Valores medios en m	**11127**	**35210**
Valores medios en km	**11,13**	**35,21**

Para la determinación de esta unidad de referencia, se ha utilizado información actualizada (a junio de 2024) del relevamiento de la red de riego para la cuenca del Rio Mendoza, proporcionada por el departamento de SIG. La superficie media empadronada en la cuenca del rio Mendoza, por inspección de cauce es de 1800 ha y su superficie total media es de 3800 ha. Estos valores se tienen en cuenca en la construcción de la unidad de referencia.

La unidad de referencia se compone de la siguiente manera, siendo sus principales características las siguientes:

a) Superficie cultivada: 1.800 ha
b) Longitud de la red secundaria (principal y derivaciones): 11,3 km
c) Longitud de la red terciaria y cuaternaria: 38,0 km
d) Número de hijuelas o unidades de turnado: 10, divididas en 2 ramas de 5 hijuelas cada una.
e) Número de propiedades por hijuela: 40
f) Superficie de las propiedades: 4,5 ha
g) Superficie total de la unidad: 3.870 ha

Esta descripción general proporciona una base para la evaluación de los costos de inversión y la eficiencia de las distintas alternativas de manejo del agua en la cuenca del Río Mendoza, y extrapolable al resto de las cuencas de la provincia.

La unidad de referencia se ha construido con las longitudes medias de las redes secundarias y terciaria/cuaternaria. La red secundaria cuenta con un tramo inicial de 1 km, que abastece 1.800 hectáreas, y luego se divide en dos ramas que suministran agua a 900 hectáreas cada una. Estas ramas, a su vez, abastecen 10 hijuelas de 180 hectáreas cada una, que distribuyen el agua de acuerdo con sus necesidades específicas.

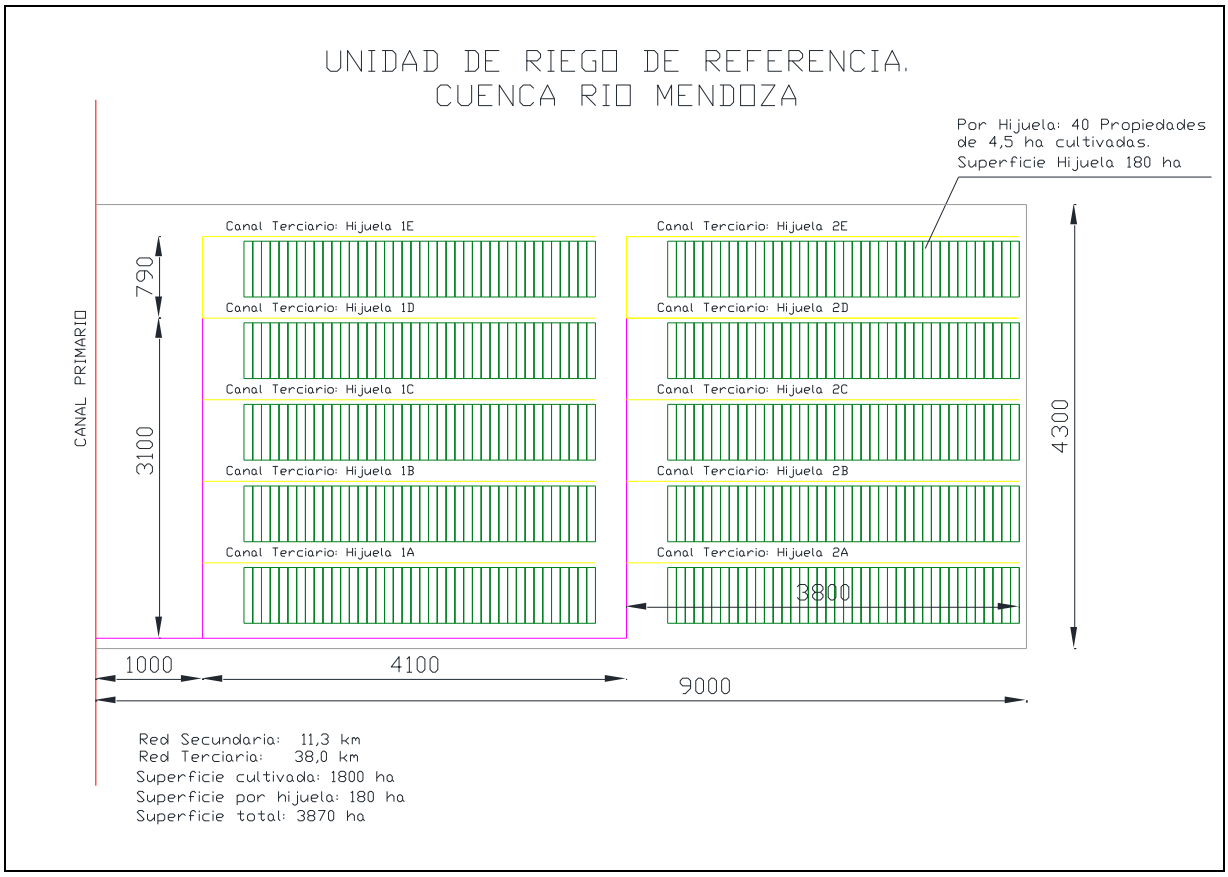


Figura 7.1: Unidad de manejo de referencia.

7.4 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Se define como capacidad de almacenamiento o de regulación al volumen que el sistema necesita para que sea capaz de absorber las diferencias entre la presentación de los derrames (o caudales en el rÍo) y las erogaciones necesarias para satisfacer la demanda, en un espacio de tiempo determinado. La capacidad de almacenamiento en un embalse o sistema de embalses puede ser clasificada en dos categorías: regulación estacional e interanual.

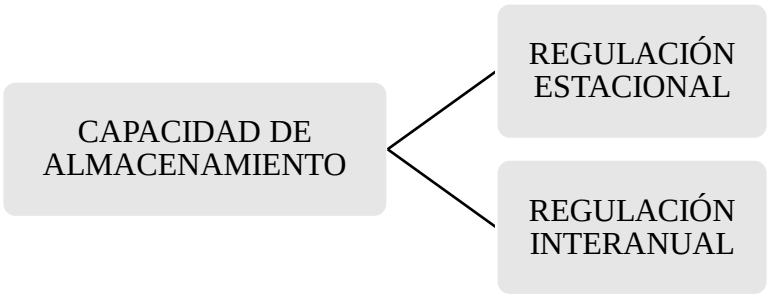


Figura 7.2: Capacidad de almacenamiento.

Almacenamiento Estacional

La regulación estacional busca ajustar las erogaciones a las demandas anuales, minimizando las diferencias entre la oferta hídrica y la demanda. En este tipo de regulación, el volumen erogado es similar al volumen de oferta hídrica del año. Los sistemas de regulación estacional tienen como objetivo disminuir el déficit estacional, pero no aseguran poder satisfacer la demanda hídrica total de la cuenca en un año determinado, ni se puede asegurar un mismo nivel de cobertura de la demanda para años sucesivos. No tienen la capacidad (o la misma es limitada) para regular la variabilidad interanual con la que se presentan los derrames.

Un ejemplo de sistemas de regulación estacional son los embalses de la provincia de Mendoza. Estos sistemas buscan satisfacer las demandas de primavera y compensarlas con los meses de menor demanda (enero, otoño e invierno). De esta manera, se asegura un equilibrio estacional en la gestión de las erogaciones.

Almacenamiento Interanual

La regulación interanual busca independizar las erogaciones que satisfacen la demanda hídrica de la oferta hídrica anual de un año determinado, asegurando así la satisfacción de la demanda año tras año, sin importar las variaciones en la oferta. Para alcanzar este nivel de regulación, se requiere al menos alguna de estas condiciones:

Gran capacidad de regulación con respecto a la demanda: El volumen de almacenamiento dependerá de cada caso en particular. Fundamentalmente de la presentación estacional y la variabilidad interanual de los derrames y de la demanda hídrica.

Agua Subterránea u otras fuentes hídricas: Contar con la posibilidad de extraer agua de los acuíferos u otra fuente hídrica (agua de mar desalinizada o reúso de efluentes tratados)

en la cantidad y calidad necesaria para satisfacer las demandas y poder independizar la cobertura de la demanda de la oferta hídrica superficial de un año determinado.

7.5 LA DEMANDA HÍDRICA Y SU ROL EN LA CAPACIDAD DE REGULACIÓN

Es factible aumentar o mejorar la capacidad de regulación mediante la reducción de la demanda hídrica bruta. Bajo un escenario donde la demanda bruta se logre disminuir a niveles que se asegure el nivel de satisfacción pretendido se alcanzaría una regulación estacional efectiva, con posibilidad de almacenar una parte del agua para la temporada siguiente. Esto genera la independencia del nivel pretendido de satisfacción de la demanda y la oferta hídrica de un año determinado.

En resumen, un aumento de la eficiencia genera sistemas menos vulnerables a las sequías, optimizando la capacidad de almacenamiento existente y liberando una cantidad significativa de agua para ser asignada a otros usos.

7.6 VOLUMEN DE RESERVORIOS EN LAS REDES DE RIEGO

Las alternativas analizadas, cuentan con la construcción de reservorios de agua comunitarios en las redes de riego. Con ellos se busca satisfacer requerimientos puntuales de caudal y volumen de agua adaptados a los sistemas de riego tanto tecnificados como sistemas acordados de agua, posibilitando llegar a los niveles de eficiencia global que se pretenden.

Las consideraciones que se tienen en cuanta a la hora de definir el volumen necesario se pueden resumir en:

- Proporcionar un volumen de agua que permita erogaciones acordes a las demandas de los sistemas de riego utilizados y los cultivos de distribución secundarios
- Independizar las entregas de la red primaria con las entregas de la red secundaria. Por ejemplo, si un canal primario está dotado solo 4 días en la semana y abastece una zona de riego donde los productores pretenden regar los 7 días de la semana, el reservorio deberá tener la capacidad de recibir el agua durante los 4 días y luego entregarla el resto de los días donde no se cuente con agua en el sistema primario.

Dado que los costos de almacenar agua son elevados, resulta conveniente analizar la posibilidad de operar la red primaria de manera continua o reducir al máximo los tiempos

de rotación de los turnos en dicha red. Durante estos períodos, el reservorio será el encargado de abastecer de agua al sistema secundario y terciario.

El análisis se enfoca en calcular el volumen de agua necesario para satisfacer las demandas de los cultivos, considerando la operación de la red primaria de distribución. No se incluye el volumen requerido para absorber flujos impermanentes derivados de cuestiones operativas en la red de riego. Si se pretende que el reservorio debe cumplir con este requerimiento, además de su función reguladora, deberá contar con un volumen de almacenamiento adicional que permita absorber las fluctuaciones de caudal generadas en la red de riego y, a su vez, recibir el agua necesaria para atender a los cultivos.

Para cada cuenca, se calcula una lámina que representa la demanda media de la misma, ajustada a un nivel de eficiencia aceptable. Con este valor de lámina de diseño, se procede a determinar el volumen requerido bajo diversas condiciones de operación de la red.

7.7 CONSIDERACIONES DE OPERACIÓN DE EMBALSES Y GESTIÓN DE LAS EROGACIONES

Al inicio de cada temporada, se calculan las erogaciones destinadas al riego, descontando los usos prioritarios al derrame proyectado. Esto permite determinar, al inicio de la temporada, qué proporción de la demanda será posible cubrir, es decir, la satisfacción de la demanda. Con este valor se ajustan las erogaciones, manteniendo las proporciones de la curva de demanda. La diferencia entre los volúmenes a erogar, dependientes de la demanda de riego, y los derrames en el río es absorbida por el o los embalses. Tanto la capacidad de los mismos como su gestión están orientadas a cubrir los déficits estacionales.

En cuanto a la regulación interanual, entendida como la posibilidad de regular más de una temporada de riego (más de 12 meses), en principio no se contempla, ya que las cuencas no cuentan con capacidad de embalse suficiente para ello. Sin embargo, se considera un porcentaje de las reservas podrá ser utilizado cuando la cobertura de la demanda desciende por debajo de un cierto umbral. Esto impacta directamente en la satisfacción de la demanda del año siguiente, una situación observada en los embalses de la provincia durante los primeros años de la última sequía, donde durante el desarrollo del misma, se observa que cada nueva temporada, los embalses comenzaban con menos agua que la anterior. Esto llega a un límite, donde se debe empezar a destinar agua para recuperar las reservas utilizadas. Este aspecto adquiere relevancia a medida que aumenta la eficiencia

del riego, lo que permite una mayor capacidad de regulación al reducir los requerimientos de agua. No obstante, esto no alcanza para lograr una regulación interanual completa.

Metodología general de cálculo

Con los datos de derrames mensuales proyectados hacia 2050 y la demanda neta se simula los cambios en el almacenamiento del embalse y la cobertura de la demanda año tras año.

Secuencia de cálculo

1. Se calcula el valor de derrame para toda la temporada. Volúmenes mensuales entre agosto y julio del año siguiente.
2. Se estima el valor de demanda bruta a satisfacer (requerimiento de riego) para todo el año. Se suman los valores mensuales de demanda bruta (neta afectada por la eficiencia global).
3. Se resta el volumen de agua que no está disponible para distribuir como oferta superficial, pérdidas o infiltración en el lecho del rio o embalses.
4. Se restan los volúmenes destinados a usos prioritarios del derrame anual del rio (como por ejemplo el abastecimiento poblacional en el Río Mendoza).
5. Con el valor de derrame anual del rio destinado a riego, se calcula la cobertura anual de ese año, dividiendo el valor de derrame por el valor de demanda bruta.
6. Se afectan las demandas brutas mensuales por el valor de cobertura para obtener las erogaciones mensuales.
7. Para cada mes, se tienen las erogaciones y los ingresos de agua. La diferencia es absorbida por el embalse.
8. Para cada temporada de riego, se calcula el almacenamiento estacional requerido. El valor se estima como la máxima diferencia entre las demandas acumuladas y los ingresos al embalse en cada temporada.
9. Se calcula el agua no embalsada como que volumen que no es capaz de almacenar debido a que el embalse llega a su capacidad máxima. Es el volumen que se libera aguas abajo.
10. Con la tasa de sedimentación se considera año tras año la pérdida en volumen útil de almacenamiento.

11. Para todo el periodo de análisis, se calcula el volumen de almacenamiento teórico que se necesita para ser capaz de regular la totalidad de los derrames y aseguran un nivel de abastecimiento estable (o constante) todos los años.

Datos Generales

- **Volumen almacenamiento inicial.** En el sistema de embalses.
- **Volumen máximo**. En el sistema de embalses.
- **Volumen mínimo**. En el sistema de embalses.
- **Tasas de sedimentación**: Reducción anual en capacidad de embalses.
- Perdidas en el embalse y río
- **Uso de reservas:** Las reservas a utilizar se calcula como una proporción de la demanda bruta.
- **Umbral para uso de reservas**: Valor de cobertura a partir del cual se utilizan las reservas del embalse.
- **Eficiencia de aplicación y de conducción**: Actual y bajo la aplicación de las alternativas.

Materiales

- Serie de derrames anuales proyectados en cada cuenca hasta 2050
- Estacionalidad media en la presentación de los caudales para cada rio
- Eficiencias de aplicación esperadas para cada cuenca y cada alternativa
- Demanda neta y bruta según Informe 3
- Superficie cultivada según Informe 3
- Capacidad de los embalses y tasa de sedimentación de cada uno
- Pérdidas entre el punto de salida de la cuenca y el sitio de toma principal de la cuenca

Resultados

- Capacidad de almacenamiento estacional requerida en cada cuenca
- Capacidad de almacenamiento interanual requerida en cada cuenca
- Cobertura anual global
- Cobertura de la demanda para la situación actual y su tendencia
- Cobertura de la demanda para la situación con las alternativas de inversión

- Tendencia en la cobertura de la demanda y nivel de abastecimiento
- Cálculo de la lámina de diseño para cada reservorio
- Estimación de los costos de aplicación de las alternativas

8. RESUMEN Y ACTUALIZACIONES SOBRE EL COSTO DE INVERSIONES PARA LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS

Este capítulo presenta el costo de las inversiones necesarias para la implementación de las alternativas seleccionadas: Alternativa 2.3, Alternativa 2.2 (revisada) y Alternativa 2.1 (revisada). Los costos se calculan de acuerdo con los costos unitarios estimados en el Informe N.º 5. Se considera la aplicación de las alternativas de manera progresiva a lo largo del tiempo.

8.1 ALTERNATIVA 2.3

Esta alternativa incluye los siguientes componentes, reservorios en red de riego, inversión intrafinca (riego por mangas), sistema de gestión de la distribución, estructuras de derivación y caudalímetros.

Reservorios en red de riego

Para calcular el volumen de agua necesario en los reservorios ubicados en la red de riego, se toman en cuenta las láminas de riego requeridas, la eficiencia del sistema, el tiempo que se pretende satisfacer la demanda desde el reservorio y la superficie cultivada.

Las láminas de riego se obtienen del reporte 3. Adicionalmente, se supone que los reservorios son capaces de regular el suministro de agua en un período de 24 horas. Este valor, aunque puede variar dependiendo de las características específicas de cada sistema, se considera adecuado para estimaciones globales.

El análisis de las láminas de riego incluye un análisis de sensibilidad, realizado con dos metodologías diferentes comparadas con la lámina recomendada: la lámina media ponderada del mes de mayor consumo, excluyendo los cultivos de invierno; y un valor estándar de 8 mm recomendado por el Departamento General de Irrigación, esto se realiza para cada cuenca.

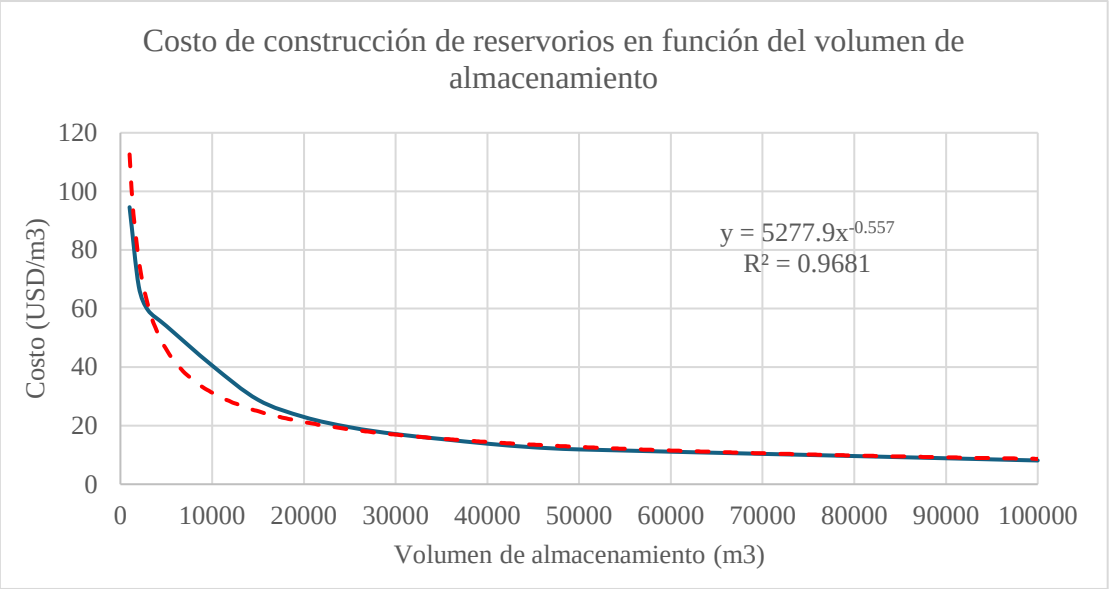


Figura 8.1: Costo de construcción de reservorios Fuente: Compañía nacional de agua de Israel.

Inversiones Intrafinca. Riego por Mangas

La Tabla 8.1 presenta el desglose de costos de los materiales necesarios para la implementación de un sistema de riego por mangas. En ella se detalla la cantidad requerida, el precio unitario y los subtotales en dólares estadounidenses (US$) y pesos argentinos (ARS) para cada componente del sistema, considerando un tipo de cambio de referencia de 1 US$ = 895 ARS. Entre los materiales incluidos se encuentran mangas, compuertas, salidas bridada, niples e insertores. El costo total estimado asciende a 845 US$ o 756.624 ARS por hectárea.

Tabla 8.1: Costos de materiales para un sistema de riesgo por mangas.

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total US$
Manga 12	3	131.5	394.6
Compuertas bg50	100	2.2	216.0
Salida bridada 12	6	26.7	160.2
Niple 12	2	22.3	44.6
Insertor bg50	1	30.0	30.0
Total			845

Sistema de gestión de la distribución

La Tabla 8.2 presenta los costos por cuenca necesarios para la implementación de un sistema de gestión de distribución. Se consideran loa “Costo Total Primer año” como los

costos de inversiones, y el “Costo Total Anual” como el costo de mantenimiento del sistema. Los valores se dividen por la superficie cultivada de cada río a los fines de estandarizar los costos a costos por hectárea.

Tabla 8.2: Costos estimados en dólares para la implementación de un sistema de gestión de la distribución (en USD).

Cuenca	Cantidad de Inspecciones	Costo Implementación	Mantenimiento del software por año	Mantenimiento del servidor por año	Costo Total Primer año	Costo Total anual
Rio Mendoza	52	172.343	65.371	62.400	300.114	127.771
Rio Tunuyán Superior	26	86.171	32.686	31.200	150.057	63.886
Río Tunuyán Inferior	20	66.286	25.143	24.000	115.429	49.143
Rio Diamante	19	62.971	23.886	22.800	109.657	46.686
Rio Atuel	23	76.229	28.914	27.600	132.743	56.514
Río Malargüe	2	6.629	2.514	2.400	11.543	4.914

Fuente: Departamento General de Irrigación.

Tabla 8.3: Costos estimados en dólares para la implementación de un sistema de gestión de la distribución por unidad de superficie cultivada (en USD/ha).

Cuenca	Costo Implementación (US$)	Costo Implementación (US$/ha)
Rio Mendoza	172.343	2,67
Rio Tunuyán Superior	86.171	1,93
Río Tunuyán Inferior	66.286	1,09
Rio Diamante	62.971	1,51
Rio Atuel	76.229	1,42
Río Malargüe	6.629	2,21

Mejora de las estructuras de derivación y distribución

Si bien la alternativa no contempla la impermeabilización de los cauces terciarios, si se estima el costo de mejora en las estructuras de distribución para permitir entregas más

flexibles de agua y posibilitar la implementación del sistema de riego por mangas con las eficiencias pretendidas.

Tabla 8.4: Costos de mejora en estructuras de derivación por hectárea.

Cuenca	Superficie Cultivada (ha)	Longitud de la Red (km)	Red Secundaria (m/ha)	Red Terciaria (m/ha)	Costo de estructuras de derivación de red secundaria (US$/ha)	Costo de estructuras de derivación de red terciaria (US$/ha)	Costo de estructuras de derivación de red (US$/ha)
Mendoza	91823	4440	7.3	41.1	254	699	953
Tunuyán Inferior	77135	2025	3.9	22.3	138	379	517
Tunuyán Superior	64507	1289	3.0	17.0	105	289	394
Diamante	45280	2239	7.4	42.0	260	715	975
Atuel	53620	1947	5.4	30.9	191	525	716
Malargüe	7839	88	1.7	9.5	59	162	221

Fuente: Elaboración propia.

Caudalímetros

El costo estimado de los caudalímetros es de 700 USD por unidad, lo cual incluye tanto el dispositivo como la infraestructura necesaria para su instalación. Se prevén, además, 700 USD en costos asociados a la transmisión de los datos que estos dispositivos generan. Para calcular el costo total de inversión en caudalímetros para el sistema, se debe considerar el número de usuarios en cada cuenca y la superficie cultivada.

Tabla 8.5: Costos de caudalímetros en las diferentes cuencas por unidad de superficie.

Cuenca	Superficie Cultivada (ha)	Cantidad estimada de usuarios	Costos de caudalímetros en (US$/ha)
Mendoza	64.343	57.420	1.249
Tunuyán Inferior	60.431	20.320	471
Tunuyán Superior	15.272	23.380	735
Diamante	41.786	21.806	731
Atuel	53.623	11.967	312
Malargüe	2.997	1.120	523

8.2 ALTERNATIVA 2.2 (INVERSIONES ADICIONALES)

Riego por goteo, cámara de carga y presurización en propiedades

La Tabla 8.6 muestra los costos asociados a los componentes necesarios para implementar un sistema de riego por goteo en cultivos, desagregado en términos del precio por hectárea (USD/ha). Entre los elementos incluidos se destacan la telemetría, automatización y control (66 USD/ha), la instalación de la red eléctrica (60 USD/ha), y los costos de operación y puesta a punto (21 USD/ha). Los componentes principales, como manguera y goteros, representan una inversión significativa de 3.000 USD/ha. Además, se consideran elementos complementarios como cámaras de carga (900 USD/ha), estaciones de presurización (2.046 USD/ha) y estaciones de filtrado (360 USD/ha).

Tabla 8.6: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050).

Componentes	Precio por ha (USD/ha)
Telemetría automatización y control	66
Red eléctrica	60
Operación y puesta a punto	21
Manguera y goteros	3.000
Cámara de carga. 3 horas (20 m³/ha)	900
Estación de presurización en propiedades	2.046
Contingencia (20%)	1.219
TOTAL	7.312

8.3 ALTERNATIVA 2.1 (INVERSIONES ADICIONALES)

La Tabla 8.7 presenta los costos asociados a los componentes necesarios para implementar un sistema de riego presurizado comunitario, alternativa 2.1, durante el período 2035-2050, desagregados en términos del costo por hectárea. Los mismos incluyen: telemetría, automatización y control, la instalación de la red eléctrica y los costos de operación y puesta a punto.

Entre los componentes principales se destacan las mangueras y goteros, y la red de tuberías, se consideran los costos asociados a la presurización del sistema para las zonas

donde no es factible utilizar el desnivel topográfico para presurizar, finalmente se añade un monto de contingencia equivalente al 20% del total estimado.

Tabla 8.7: Inversiones alternativa 2.1 (2035 – 2050).

Componentes	Precio por ha (USD/ha)
Telemetría automatización y control	66
Red eléctrica	60
Operación y puesta a punto	21
Manguera y goteros	3.000
Estación de presurización comunitaria	1.620
Red de tuberías	7.859
Contingencia (20%)	2.525
TOTAL	15.151

En la aplicación de la alternativa 2.1 en la cuenca del río Tunuyán Superior, se asume que la presurización se logra aprovechando el desnivel topográfico natural. Por ello, este costo se considera nulo, tanto para las áreas abastecidas por el río como para las abastecidas por los arroyos de la cordillera frontal.

8.4 DETERMINACIÓN DE COSTOS ANUALES

Los costos anuales de implementación se componen de tres elementos principales:

- **Devolución del capital por la inversión**: Este componente incluye la amortización del capital invertido más los intereses durante la vida útil de las instalaciones. Se calcula considerando una tasa de interés del 5% y una vida útil de 30 años.
- **Costos de mantenimiento**: El mantenimiento anual se estima como un porcentaje de la inversión total. En este caso, se asume un costo de mantenimiento del **0,75% de la inversión total por año**.
- **Costos de energía**: Este componente se calcula en función del consumo energético anual (en kWh) y el costo unitario de la energía (USD/kWh). En este caso, los costos de energía se dividen en dos componentes:
    - Energía requerida para aguas subterráneas
    - Energía requerida para los sistemas de riego presurizado

Los costos anuales totales para la implementación de las alternativas se determinan sumando los valores resultantes de cada componente.

Tabla 8.8: Parámetros para el cálculo de los costos anuales. Río Mendoza.

Componente	Valor
Vida útil (Años)	30
Interés	5%
kw*h USD	0,1432
Mantenimiento	0,75%
Energía (aguas subterráneas) kw	181,481
Energía RPG Energy kw	158,796

Tabla 8.9: Parámetros para el cálculo de los costos anuales. Río Tunuyán Superior.

Componente	Valor
Vida útil (Años)	30
Interés	5%
kw*h USD	0,1432
Mantenimiento	0,75%
Energía (aguas subterráneas) kw	258,796
Energía RPG Energy kw	158,796

Tabla 8.10: Parámetros para el cálculo de los costos anuales. Río Tunuyán Inferior.

Componente	Valor
Vida útil (Años)	30
Interés	5%
kw*h USD	0,1432
Mantenimiento	0,75%
Energía (aguas subterráneas) kw	54,444
Energía RPG Energy kw	158,796

Tabla 8.11: Parámetros para el cálculo de los costos anuales. Río Tunuyán Diamante.

Componente	Valor
Vida útil (Años)	30
Interés	5%
kw*h USD	0,1432
Mantenimiento	0,75%
Energía (aguas subterráneas) kw	36,296
Energía RPG Energy kw	158.796

9. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN

El análisis de las alternativas de inversión proyectado hacia 2050 se realiza con un intervalo de tiempo mensual, utilizando las proyecciones de derrames elaboradas en el reporte N.º 2.

Los resultados se expresan en términos de año medio. Esta metodología con paso de tiempo mensual genera diferencias en los valores de abastecimiento superficial y déficit anual respecto a los presentados en el reporte N°4, debido a que este se realiza en términos anual, para un nivel de confiabilidad del 80%.

Sin embargo, este análisis no invalida al anterior, sino que adopta un enfoque complementario para estimar el nivel de almacenamiento estacional necesario y el déficit anual, considerando los déficits mensuales generados.

9.1 CUENCA DEL RÍO MENDOZA

Determinación del nivel de eficiencia. Río Mendoza

La tabla 9.1 muestra el balance hídrico proyectado para las décadas de 2020, 2030, 2040 y 2050, considerando un nivel de confiabilidad del 80% para la totalidad de la cuenca.

Tabla 9.1: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado en hm³. Cuenca Río Mendoza.

Nivel de Confiabilidad	80%			
Década	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento para una confiabilidad del 80%	1.370	1.270	1.230	1.130
Oferta de Agua Tratada (ACRE)	102	102	102	102
Oferta recirculada	50	53	53	53
Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2)	317	317	316	316
Demanda Proyectada	2.152	2.290	2.326	2.364
Balance Hídrico	-312	-548	-625	-764

En términos globales, el balance hídrico proyectado considera todas las fuentes de la cuenca, incluyendo agua superficial (nivel de abastecimiento), agua tratada (ACRE), agua recirculada y agua subterránea (volumen sostenible). Para un nivel de confiabilidad del 80%, se observa una disminución progresiva en el nivel de abastecimiento de agua

superficial, que pasa de 1.370 hm³ en 2020 a 1.130 hm³ en 2050. La oferta de agua tratada[6] (ACRE) permanece constante en 102 hm³ durante todo el período, mientras que la oferta recirculada muestra un leve incremento, pasando de 50 hm³ en 2020 a 53 hm³ en 2030, manteniéndose estable hasta 2050. El volumen sostenible de agua subterránea, según el informe 2.2, se mantiene prácticamente constante alrededor de 316 hm³.

Por otro lado, la demanda proyectada de agua crece de manera constante, aumentando de 2.152 hm³ en 2020 a 2.364 hm³ en 2050, lo que refleja un incremento sostenido en las necesidades hídricas de la cuenca. Como resultado, se evidencia un déficit creciente en el balance global, que pasa de -312 hm³ en 2020 a -764 hm³ en 2050. Este déficit es consecuencia de la combinación de una menor disponibilidad de agua superficial y un aumento continuo en la demanda total de la cuenca.

Existen alternativas que, si bien no logran eliminar completamente el déficit, lo disminuyen considerablemente. Para ello se elaboran cinco escenarios, un escenario base o tendencial y cuatro escenarios de mejoras. Los mismos son:

Tabla 9.2: Escenarios simulados. Cuenca Río Mendoza.

Base o de referencia
2.3 y 2.2 Pérdidas poblacional 46%
2.3 y 2.2 Pérdidas poblacional 25%
2.3 y 2.1 Pérdidas poblacional 46%
2.3 y 2.1 Pérdidas poblacional 25%

Para cada década se establece el valor de eficiencia, tanto de conducción como de aplicación, que logra eliminar el déficit, para los valores de oferta determinados. Cada una de las alternativas analizadas determina diferentes niveles de eficiencia, costos e infraestructura que se afecta en la red. Esto genera diferentes escenarios con desempeños y costos totales diferentes. Si analizamos las alternativas 2.3 y 2.1 para el río Mendoza, se observa cómo, década tras década es necesario aumentar la eficiencia de aplicación para logar reducir el déficit.

[6] Esto se debe a que no se indaga sobre el aumento de la capacidad de tratamiento de las plantas, esto no significa que existe un potencial de crecimiento de esta fuente hídrica, que deberá ser acompañado por infraestructura de tratamiento y distribución.

Tabla 9.3: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3. Río Mendoza.

	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha	Déficit (Hm³)
Poblacional 46%	2020	85%	52%	75 654	16 170	-312
	2030	85%	61%	72 285	19 539	-342
	2040	85%	65%	71 304	20 520	-333
	2050	85%	70%	65 380	26 444	-400
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 30%	2020	85%	52%	79 443	12 381	-239
	2030	85%	61%	76 807	15 017	-263
	2040	85%	65%	76 574	15 250	-247
	2050	85%	70%	71 481	20 343	-308

Tabla 9.4: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.2. Río Mendoza.

	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha	Déficit (Hm³)
Poblacional 46%	2020	85%	52%	75.654	16.170	-312
	2030	85%	63%	74.362	17.462	-292
	2040	85%	74%	76.927	14.896	-214
	2050	85%	85%	72.864	18.960	-237
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 30%	2020	85%	52%	79.443	12.381	-239
	2030	85%	63%	79.087	12.737	-213
	2040	85%	74%	82.879	8.944	-128
	2050	85%	85%	80.251	11.573	-145

Tabla 9.5: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.1. Río Mendoza.

	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha	Déficit (Hm³)
Poblacional 46%	2020	85%	52%	75.654	16.170	-312
	2030	91%	63%	77.820	14.003	-219
	2040	93%	74%	81.714	10.109	-132
	2050	96%	85%	77.980	13.844	-153
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Ha.	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 30%	2020	85%	52%	79.443	12.381	-239
	2030	91%	63%	82.882	8.942	-140
	2040	93%	74%	88.266	3.557	-46
	2050	96%	85%	86.354	5.470	-60

En este capítulo se analizan dos escenarios simulados para la cuenca del Río Mendoza, diseñados con el objetivo de evaluar el impacto de mejoras en la eficiencia de uso del agua en el futuro. Estos escenarios se centran en la progresiva implementación de las alternativas 2.3, 2.2 y 2.1, que buscan mitigar el déficit hídrico proyectado a través de diversas estrategias de inversión en infraestructura y tecnología. Ambos escenarios consideran el período 2025-2050, comenzando con la alternativa 2.3, que mejora la red de distribución y promueve el riego por mangas, y alcanzando eficiencias de aplicación del 70%. A partir de 2035, se incorporan las alternativas 2.1 y 2.2, las cuales contemplan inversiones en riego por goteo y la impermeabilización de la red terciaria. Este análisis permite comparar los costos relativos y los niveles de eficiencia logrados en cada caso.

Escenario 2.3 – 2.2

El escenario 2.3 - 2.2 combina la aplicación progresiva de dos estrategias para mejorar la eficiencia hídrica. Entre 2025 y 2035 se implementa la alternativa 2.3, alcanzando una eficiencia del 70% mediante mejoras en canales y riego por mangas. Desde 2035 hasta 2050 se aplica la alternativa 2.2, con riego por goteo, buscando niveles mayores de eficiencia sin aumentar la eficiencia de conducción. A continuación, se detallan los niveles de eficiencia pretendidos para cada etapa.

Tabla 9.6: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3 – 2.2. Río Mendoza.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa [ha]
2025	50%	85%	43%	Actualidad	0
2030	60%	85%	51%	2.3	35912
2035	70%	85%	60%	2.3	65839
2040	75%	85%	64%	2.2	21946
2045	80%	85%	68%	2.2	43893
2050	85%	85%	72%	2.2	65839

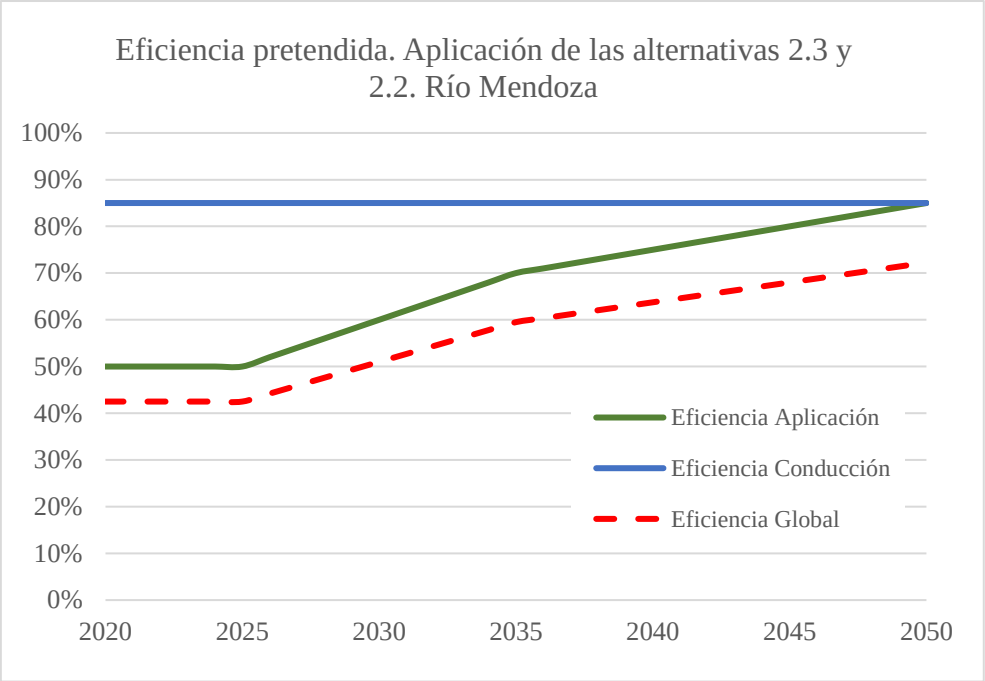


Figura 9.1: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3 – 2.2. Río Mendoza.

Escenario 2.3 – 2.1

El escenario 2.3 - 2.1 combina, al igual que el escenario anterior, la aplicación progresiva de dos estrategias para mejorar la eficiencia hídrica. Entre 2025 y 2035 se implementa la alternativa 2.3, alcanzando una eficiencia del 70% mediante mejoras en canales y riego por mangas. Desde 2035 hasta 2050 se aplica la alternativa 2.1, con riego por goteo e impermeabilización de la red terciaria, buscando niveles aún mayores de eficiencia, manteniendo un crecimiento sostenido de la eficiencia hasta 2050. A continuación, se detallan los niveles de eficiencia pretendidos para cada etapa.

Tabla 9.7: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3 – 2.1. Río Mendoza.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa [ha]
2025	50%	84%	43%	Actualidad	0
2030	60%	84%	51%	2.3	35.912
2035	70%	84%	60%	2.3	65.839
2040	75%	89%	67%	2.1	21.946
2045	80%	92%	74%	2.1	43.893
2050	85%	96%	82%	2.1	65.839

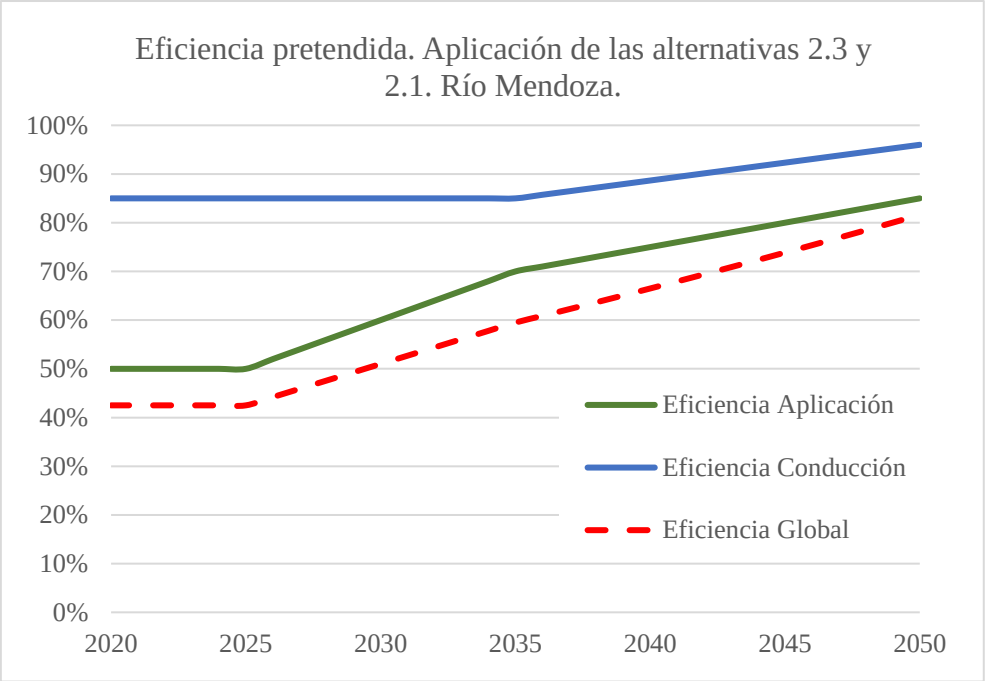


Figura 9.2: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3 – 2.1. Río Mendoza.

Uso poblacional

Debido a la magnitud que tiene el volumen de agua destinado al abastecimiento poblacional en la cuenca del río Mendoza, cada uno de los escenarios descritos anteriormente se analiza bajo dos situaciones distintas. El primero corresponde a una situación tendencial o de base, donde se proyecta un incremento en la demanda poblacional manteniendo los niveles actuales de eficiencia, con pérdidas del 46% según el Reporte 3. El segundo enfoque supone un escenario optimizado, en el que el aumento de la demanda es compensado por mejoras significativas en las redes de distribución, reduciendo las pérdidas (desde un 46% a un 25%) y logrando que, para 2050, el volumen de agua destinado al abastecimiento poblacional sea equivalente al de los niveles actuales. Esto permite evaluar el impacto relativo de las mejoras en la distribución poblacional dentro de cada escenario.

Sub-escenario con eficiencia actual (46% de pérdidas): Este sub-escenario considera la situación tendencial en la cual las pérdidas en la red de distribución se mantienen en el nivel actual del 46% durante todo el período analizado. Como resultado, la demanda bruta aumenta progresivamente, desde 312,1 hm^3/año en 2020 a 393,3 hm^3/año en 2050, mientras que la oferta se compone principalmente del componente superficial y, en menor medida, del componente subterráneo.

Tabla 9.8: Volumen de abastecimiento poblacional. Escenario tendencial. Río Mendoza.

Año	Demanda Neta (hm^3/año)	Perdidas % (hm^3/año)	Demanda Bruta (hm^3/año)	Componente Superficial (hm^3/año)	Componente Subterráneo (hm^3/año)
2020	167,3	46%	312,1	283,0	29,2
2025	172,3	46%	321,4	290,9	30,5
2030	180,6	46%	336,9	305,6	31,6
2035	187,9	46%	350,5	317,2	33,2
2040	195,1	46%	364,0	330,1	34,1
2045	203,0	46%	378,6	343,5	35,1
2050	210,8	46%	393,3	356,7	36,8

Sub-escenario con reducción progresiva de pérdidas (hasta 25%): Este sub-escenario proyecta una mejora gradual en la eficiencia de la red de distribución, reduciendo las pérdidas desde el 46% en 2020 hasta un 25% en 2050. Este aumento en la eficiencia permite que la demanda bruta disminuya progresivamente de 312,1 hm³/año en 2020 a 281,1 hm³/año en 2050, a pesar del incremento en la demanda neta. La oferta sigue dependiendo del componente superficial y subterráneo, pero con una menor presión sobre estos recursos debido al aumento en la eficiencia, permitiendo disponer de mayor volumen para la satisfacción de la demanda agrícola.

Tabla 9.9: Volumen de abastecimiento poblacional. Escenario con mejoras. Río Mendoza.

Año	Demanda Neta (hm^3/año)	Perdidas % (hm^3/año)	Demanda Bruta (hm^3/año)	Componente Superficial (hm^3/año)	Componente Subterráneo (hm^3/año)
2020	167,3	46%	312,1	283,0	29,1
2025	172,3	44%	308,2	279,5	28,8
2030	180,6	40%	302,4	273,6	28,9
2035	187,8	36%	295,7	267,7	28,0
2040	195,1	33%	289,7	261,8	27,9
2045	202,9	29%	285,1	255,9	29,2
2050	210,8	25%	281,1	250,0	31,1

Volumen de almacenamiento requerido

Aplicación de alternativas 2.3 y 2.2

El análisis se realiza tanto para la situación base como para los escenarios con la aplicación de las alternativas. Los valores de coberturas presentados responden a valores medios durante todo el periodo de simulación, para la condición de referencia y para la condición de aplicación progresiva de las alternativas de inversión.

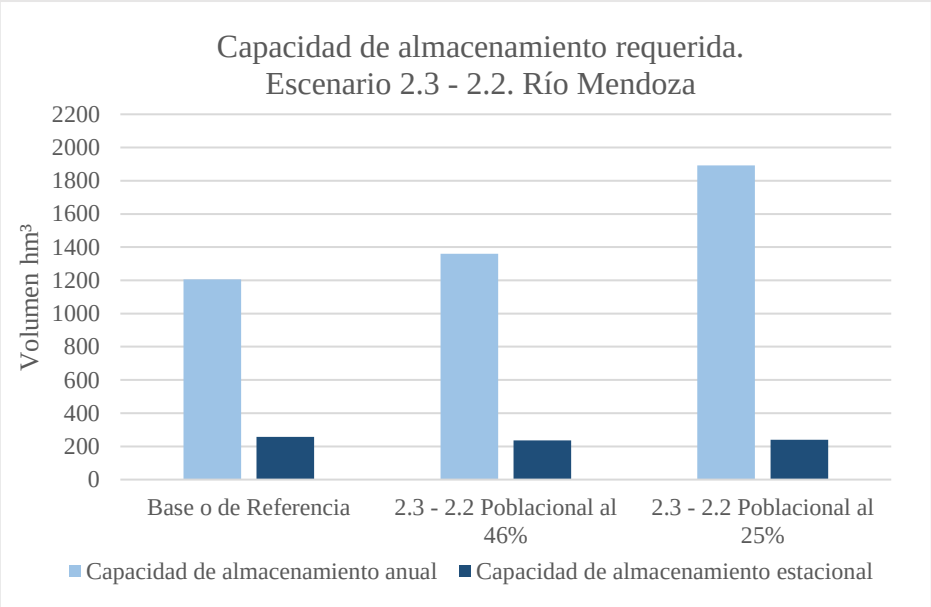


Figura 9.3: Capacidad de almacenamiento requerida. Escenario 2.3 – 2.2. Cuenca del Mendoza.

Tabla 9.10: Escenario 2.3 – 2.2. Cobertura de la demanda. Cuenca del Río Mendoza.

Escenario Analizado	Con aporte de agua subterránea		Sin aporte de agua subterránea	
	Regulación Interanual	Regulación Estacional	Regulación Interanual	Regulación Estacional
Base o de Referencia	58%	57%	44%	44%
2.3 - 2.2 Poblacional al 46%	68%	67%	58%	57%
2.3 - 2.2 Poblacional al 25%	73%	71%	63%	63%

Se presenta la capacidad de almacenamiento requerida y la cobertura de la demanda en la cuenca del río Mendoza, considerando diferentes escenarios de regulación hídrica con la inclusión o exclusión del aporte subterráneo. Los resultados permiten evaluar el impacto del agua subterránea en la mejora de la cobertura de la demanda y en la necesidad de almacenamiento interanual y estacional. La Tabla 9.10 destaca de que manera el aporte subterráneo contribuye a mejorar la cobertura anual global de la cuenca.

En el escenario de referencia, contar con almacenamiento interanual permitiría una cobertura de la demanda del 44% todos los años, que ascendería al 58% considerando el aporte subterráneo[7]. Este patrón se mantiene en los escenarios proyectados: para el

[7] Debido a que el aporte subterráneo se compone de perforaciones administradas por cada usuario, este refuerzo adicional no se distribuye de manera constante a lo largo de la cuenca. Existiendo usuarios aque podrán satisfacer el 100% de su demanda y los usuarios que no dispongan de perforaciones, solo podrán satisfacer el 45%.

escenario con aplicación de las alternativas 2.3 – 2.2 y considerando las actuales pérdidas en el abastecimiento poblacional la cobertura interanual mejora al 68% con el aporte subterráneo, mientras que sin considerarlo alcanza el 58%. Considerando una mejora en la distribución de agua potable (pérdidas poblacionales del 25%) los valores son del 73% con aporte subterráneo y 63% sin él.

Para la regulación estacional[8], analizando la situación actual de la cuenca, las coberturas medias con aporte subterráneo son del 57%, mientras que sin este aporte son del 44%. En los escenarios de aplicación de las alternativas de inversión, las coberturas alcanzan el 67% considerando pérdidas poblacionales del 46% y 71% considerando pérdidas poblacionales del 25% con el aporte subterráneo, frente al 57% y 63% correspondientemente.

Este análisis resalta la importancia del agua subterránea en la cuenca del Río Mendoza como un complemento importante para garantizar mayores niveles de cobertura para la situación actual. Se evidencia que, aunque un aumento en el almacenamiento de la cuenca (hasta alcanzar una regulación interanual) mejora la cobertura de la demanda, este incremento es mínimo en términos absolutos y prácticamente insignificante en relación con la capacidad de almacenamiento necesaria.

En el escenario de referencia, la capacidad de almacenamiento interanual requerida es de 1.207 hm^3, aumentando a 1.359 hm^3 considerando pérdidas del 46% en el agua poblacional y 1.892 hm^3 para pérdidas del 25%.

Por otro lado, los volúmenes necesarios para almacenamiento estacional responden a la demanda bruta que se busca cubrir y a la presentación de la oferta destinada para riego. Para la situación actual, el volumen necesario asciende a 257 hm^3, disminuyendo sensiblemente a 236 hm^3 para el escenario 2.3 – 2.2 con pérdidas del 46% en el abastecimiento poblacional y a 241 hm^3 en el escenario 2.3 – 2.2 con pérdidas del 25%.

[8] Los valores de cobertura anual para la condición de regulación estacional representan valores de cobertura media durante todo el periodo de modelación, existiendo años con valores superiores e inferiores.

Tabla 9.11: Escenario 2.3 – 2.2. Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Mendoza.

Escenario Analizado	Regulación Interanual	Regulación Estacional
	Capacidad de almacenamiento anual (hm^3)	Capacidad de almacenamiento estacional (hm^3)
Base o de Referencia	1.207	257
2.3 - 2.2 Poblacional al 46%	1.359	236
2.3 - 2.2 Poblacional al 25%	1.892	241

Los resultados de la simulación indican que, si bien el almacenamiento interanual permitiría una mayor cobertura de la demanda, su efectividad depende en gran medida de la forma en que se presentan los derrames del río, lo que introduce una alta incertidumbre. Esto implica que, incluso con infraestructura capaz de almacenar grandes volúmenes, no se puede garantizar que se alcancen los niveles de cobertura previstos, ni que sea posible almacenar la cantidad de agua necesaria para lograrlo.

El almacenamiento estacional brinda al sistema la seguridad necesaria para cubrir los déficits asociados a variaciones estacionales. Actualmente, la cuenca cuenta con capacidad suficiente para realizar una regulación estacional, representando el desafío a futuro mantener esta capacidad operativa y funcional lo largo del tiempo.

El análisis conjunto de la cobertura revela dos aspectos fundamentales. Por un lado, la importancia del agua subterránea para incrementar la cobertura de la demanda hídrica, especialmente en escenarios de alta demanda poblacional. Sin este aporte, la cobertura anual global se reduce significativamente, limitando la capacidad del sistema para satisfacer las necesidades hídricas de la cuenca.

Por otro lado, aunque el almacenamiento interanual permite mejorar la cobertura de la demanda, los volúmenes requeridos son extremadamente altos y su efectividad está condicionada por la variabilidad de los derrames del río. Esto plantea dudas sobre la viabilidad de esta alternativa, tanto desde una perspectiva económica como operativa. En contraste, el almacenamiento estacional, con el que cuenta la cuenca en la actualidad, ofrece una solución más eficiente y confiable, con un impacto positivo en la cobertura de la demanda.

Aplicación de alternativas 2.3 y 2.1

Al igual que el escenario anterior, el análisis se realiza en términos relativos entre la situación base y los escenarios simulados la situación con la aplicación de las alternativas.

Los valores de coberturas presentados responden a valores medios durante todo el período de simulación, para la condición de referencia y para la condición de aplicación progresiva de las alternativas de inversión.

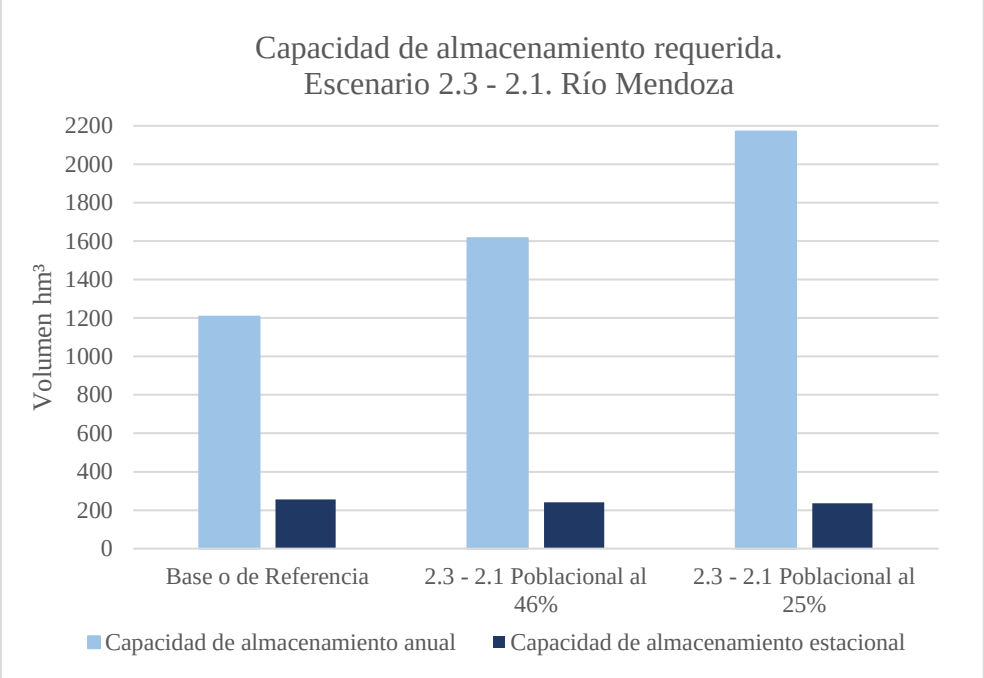


Figura 9.4: Capacidad de almacenamiento requerida. Escenario 2.3 – 2.1. Cuenca del Mendoza.

Tabla 9.12: Escenario 2.3 – 2.1. Cobertura de la demanda. Cuenca del Río Mendoza.

Escenario Analizado	Con aporte de agua subterránea		Sin aporte de agua subterránea	
	Regulación Interanual	Regulación Estacional	Regulación Interanual	Regulación Estacional
Base o de Referencia	58%	57%	44%	44%
2.3 - 2.1 Poblacional al 46%	69%	68%	60%	59%
2.3 - 2.1 Poblacional al 25%	74%	72%	65%	65%

Las tablas analizan la capacidad de almacenamiento requerida y la cobertura media de la demanda hídrica en la cuenca del río Mendoza, considerando diferentes escenarios de regulación hídrica con la inclusión o exclusión del aporte subterráneo. Los resultados, además, permiten evaluar el impacto del agua subterránea en la mejora de la cobertura de la demanda y en la necesidad de almacenamiento interanual y estacional.

Los resultados muestran relaciones similares a las ya vistas para el escenario anterior. Al considerar el aporte subterráneo, las coberturas interanual y estacional son consistentemente superiores en todos los escenarios. Estas diferencias se mantienen en

los escenarios con aplicación de alternativas 2.3 – 2.1: con pérdidas poblacionales del 46%, las coberturas interanual y estacional son de 69% y 68% con aporte subterráneo, frente a 60% y 59% sin él. Para pérdidas poblacionales del 25%, los valores llegan a 74% y 62% con aporte subterráneo, en comparación con 65% sin este aporte.

En la Tabla 9.13: Capacidad de almacenamiento requerida, los volúmenes necesarios para el almacenamiento interanual nuevamente son elevados, con valores que aumentan significativamente en los escenarios proyectados. En el escenario de referencia, se requieren 1.207 hm³, elevándose a 1.616 hm³ y 2170 hm³ para coberturas poblacionales del 46% y 25%, respectivamente. Por otro lado, los volúmenes requeridos para almacenamiento estacional son considerablemente más bajos y se mantienen relativamente constantes, con valores de 257 hm³ para el escenario base, con 236 hm³ para el escenario con pérdidas del 46% y un leve incremento a 241 hm³ en el último.

Tabla 9.13: Escenario 2.3 – 2.1. Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Mendoza.

Escenario Analizado	Regulación Interanual	Regulación Estacional
	Capacidad de almacenamiento anual (hm^3)	Capacidad de almacenamiento estacional (hm^3)
Base o de Referencia	1.207	257
2.3 - 2.1 Poblacional al 46%	1.616	236
2.3 - 2.1 Poblacional al 25%	2.170	241

Tal como se señaló en el análisis anterior, estos resultados confirman que la regulación interanual, a pesar de sus elevados volúmenes de requerimiento, no garantiza una mejora sustancial en la cobertura de la demanda debido a la alta variabilidad de los derrames del río. Por el contrario, el almacenamiento estacional sigue siendo una alternativa más manejable y eficiente para la regulación de la cuenca.

Las relaciones entre los valores de las tablas coinciden con las observadas en el análisis del escenario anterior, reafirmando la relevancia del agua subterránea para mejorar las coberturas de la demanda hídrica para la situación de eficiencia y demandas actuales. Asimismo, los altos volúmenes requeridos para el almacenamiento demostrar su limitada confiabilidad frente a la incertidumbre que genera la elevada variabilidad en la presentación de los derrames del río. El almacenamiento estacional, y su mantenimiento a futuro, con menor requerimiento de almacenamiento y un impacto consistente en la cobertura, se posiciona como la opción preferible para la gestión hídrica de la cuenca.

Análisis de la aplicación de las alternativas

Escenario de referencia con el almacenamiento actual

A continuación, se presentan los valores de cobertura de la demanda, nivel de abastecimiento y las tendencias a lo largo de las décadas considerando la capacidad de almacenamiento actual de la cuenca de 393 hm³ bajo la tendencia actual de sedimentación.

Tabla 9.14: Capacidad de almacenamiento requerida. Situación tendencial o de referencia. Cuenca del río Mendoza.

Escenarios simulados	Década	Cobertura de demanda. Sin agua subterránea.	Cobertura de demanda. Con agua subterránea.	Demanda Bruta (hm^3/año)	Agua disponible Superficial para riego (hm^3/año)	Agua Subterránea (hm^3/año)	Balance anual. Con Agua subterránea (hm^3/año)
Base o de referencia	2020/30	47%	62%	1.399	690	201	-507
	2030/40	45%	58%	1.436	577	204	-656
	2040/50	39%	53%	1.437	571	197	-670

La tabla presentada corresponde al escenario tendencial o de referencia para la cuenca del río Mendoza, el cual proyecta la situación actual considerando una capacidad de almacenamiento de 393 hm³ y los efectos acumulados de la sedimentación. Este escenario refleja una tendencia creciente hacia el aumento del déficit hídrico en la cuenca, evidenciado por la disminución en la cobertura de la demanda y su consiguiente incremento de los niveles de déficit anual.

En términos de cobertura de la demanda, sin el aporte del agua subterránea, la cobertura disminuye del 47% en la década 2020/30 al 45% en 2030/40, alcanzando un valor del 39% en 2040/50. Con el aporte subterráneo, aunque las coberturas son mayores, la tendencia negativa persiste, pasando del 62% en 2020/30 al 58% en 2030/40 y al 53% en 2040/50. Este comportamiento evidencia la creciente incapacidad del sistema para satisfacer las demandas hídricas bajo las condiciones de eficiencia actuales tanto de uso agrícola como de abastecimiento poblacional.

Análisis del escenario 2.3-2.2 con el almacenamiento actual

Se analiza el escenario 2.3–2.2, que incorpora la aplicación progresiva de las alternativas de inversión 2.3 y 2.2 en la cuenca del río Mendoza. Estas medidas incluyen la implementación de riego por mangas hacia 2035 y el riego por goteo en 2050, evaluando la situación bajo las condiciones actuales de eficiencia en el abastecimiento poblacional (46% de pérdidas) y la situación objetivo con pérdidas reducidas al 25%. Además, los

cálculos consideran un uso sostenible del agua subterránea, limitando su explotación al volumen sostenible de los acuíferos para evitar afectaciones.

Tabla 9.15: Análisis del escenario 2.3-2.2. Cuenca del río Mendoza

Escenarios simulados	Década	Cobertura de demanda. Sin agua subterránea.	Cobertura de demanda. Con agua subterránea.	Demanda Bruta (hm^3/año)	Agua disponible Superficial para riego (hm^3/año)	Agua Subterránea (hm^3/año)	Balance anual. Con Agua subterránea (hm^3/año)
2.3 – 2.2 Pérdidas poblacionales 46%	2020/30	50%	64%	1.308	699	179	-431
	2030/40	58%	67%	1025	547	98	-369
	2040/50	63%	68%	883	564	47	-224
2.3 – 2.2 Pérdidas poblacionales 25%	2020/30	51%	65%	1.308	711	179	-417
	2030/40	62%	71%	1025	593	98	-323
	2040/50	73%	77%	883	634	47	-154

En este contexto, se observa una mejora progresiva en la cobertura de la demanda a medida que avanzan las décadas y se reducen las pérdidas poblacionales. Este incremento está relacionado tanto con la mejora en la eficiencia del uso del agua superficial como con la disminución gradual de la dependencia del agua subterránea. Esta, debido a una disminución de los volúmenes sostenibles de explotación generada por la disminución de la recarga que genera aumento en la eficiencia.

En el escenario de pérdidas poblacionales del 46%, la cobertura de la demanda sin agua subterránea aumenta del 50% en la década 2020/30 al 63% en 2040/50, mientras que con agua subterránea la cobertura se incrementa del 64% al 68% en el mismo período. Por otro lado, en el escenario de pérdidas del 25%, la cobertura sin agua subterránea alcanza el 73% en 2040/50, mientras que con agua subterránea se incrementa ligeramente al 77%.

Análisis del escenario 2.3-2.1 con el almacenamiento actual

El análisis del escenario 2.3–2.1, incluye la implementación de medidas orientadas a mejorar tanto la eficiencia en la conducción como de aplicación del agua. En particular, la alternativa 2.1, además de considera el riego por goteo, incorpora la impermeabilización de cauces en la red terciaria, con el objetivo de aumentar la eficiencia de conducción, hacia 2050. Este escenario, a diferencia del anterior, tiene un impacto directo en la dinámica del aporte de agua subterránea debido a la reducción de la recarga natural derivada de la mejora en la eficiencia de uso del agua.

Tabla 9.16: Análisis del escenario 2.3-2.1. Cuenca del Río Mendoza.

Escenarios simulados	Década	Cobertura de demanda. Sin agua subterránea.	Cobertura de demanda. Con agua subterránea.	Demanda Bruta (hm^3/año)	Agua disponible Superficial para riego (hm^3/año)	Agua Subterránea (hm^3/año)	Balance anual. Con Agua subterránea (hm^3/año)
2.3 – 2.1 Pérdidas poblacionales 46%	2020/30	50%	64%	1.268	656	224	-474
	2030/40	59%	68%	981	593	101	-325
	2040/50	68%	70%	786	550	23	-234
2.3 – 2.1 Pérdidas poblacionales 25%	2020/30	51%	65%	1.268	669	224	-461
	2030/40	63%	72%	981	635	101	-283
	2040/50	77%	79%	786	627	23	-158

En este escenario, se evidencian incrementos en la cobertura de la demanda a medida que avanzan las décadas analizadas. Sin agua subterránea, la cobertura aumenta del 50% en 2020/30 al 68% en 2040/50 en el caso de pérdidas poblacionales del 46%, y del 51% al 77% en el caso de pérdidas del 25%. Cuando se considera el uso de agua subterránea, los valores también mejoran, pasando del 64% al 70% para pérdidas del 46% y del 65% al 75% para pérdidas del 25%.

Sin embargo, un elemento crítico en este escenario es que los aportes de agua subterránea disminuyen de manera sustancial hacia 2040/50 (a 23 hm^3/año). Este fenómeno refleja la disminución en la recarga de los acuíferos debido a las mejoras en la eficiencia de conducción y aplicación del agua. Como consecuencia, podría generar la situación de que sea necesario destinar agua superficial proveniente del río para suplir las demandas en las zonas de uso exclusivo de agua subterránea, para mantener los volúmenes sostenibles de explotación, descriptos en el Reporte 4.

Reservorios en redes de riego

Láminas de diseño

El volumen del reservorio es proporcional a la lámina de diseño que se opte. A continuación, se presentan los valores de láminas para la cuenca del Río Mendoza.

Tabla 9.17: Láminas de diseño para reservorios.

Láminas de diseño	mm/día
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia global del 60%. Alt. 2.3)	8,9
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia global del 72%. Alt. 2.2)	7,4
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 82%. Alt. 2.1)	6,5
Lámina recomendada de diseño. DGI	8,0

La capacidad de almacenamiento en reservorios, ubicados en la red de riego, para las 65.839 ha cultivadas existentes en el río Mendoza, abastecidas desde Potrerillos para cada alternativa de inversion es diferente, ya que la alternativa 2.3 (riego por mangas) considera una eficiencia de aplicación del 70% (global del 60%) y la alterntiva 2.2, considera una eficiencia de aplicación del 85% (global del 72%) y la alternativa 2.1 considera, ademas de la eficiencia de aplciación del 85% una de conducción del 96% (global del 82%).

Tabla 9.18: Volumen de reservorios requeridos para las 66.839 ha cultivadas del río Mendoza, abastecidas desde Potrerillos.

Alternativas de inversión / Láminas de diseño	Volumen de almacenamiento en reservorios en red de riego	
	Lámina Ponderada por superficie de cultivos (mm/día)	Lámina de diseño de 8 (mm/día)
2.3: Riego por magas. Ef. Global: 60%	5,86 hm^3	5,27 hm^3
2.2: Riego por goteo. Ef. Global: 72%	4,87 hm^3	
2.1: Riego por goteo e impermeabilización de cauces terciarios Ef. Global: 82%	4,28 hm^3	

Determinación del tamaño del reservorio

La capacidad estimada de 5,27 hm^3 se considera distribuida en distintos reservorios a lo largo de la red de riego. La capacidad de estos reservorios se determina en función de la superficie de la Unidad de Riego de Referencia, tal como se describe en el apartado 7. El tamaño de cada reservorio se calcula de acuerdo con las necesidades de almacenamiento requeridas por dicha unidad.

En este caso, se requieren 37 reservorios, cada uno de los cuales abastecerá una superficie de 1.800 hectáreas cultivadas. Dado que el volumen total de almacenamiento necesario es de 5,27 hm³, al dividir esta capacidad entre 37 reservorios, se obtiene un volumen aproximado de 144.000 m³ por reservorio.

Inversiones en superficie irrigada por el río Mendoza

Alternativa 2.3: 2025 a 2035

Las inversiones necesarias para la implementación de la alternativa seleccionada se presentan con base en el Informe 5.1, Capítulo 8 - "EVALUACIÓN DE COSTOS PARA OBRAS DE MEJORAS" y Capítulo 9 - "ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL DÉFICIT PROYECTADO".

La Alternativa 2.3 busca la optimización del sistema actual de distribución, permitiendo entregas programadas o a demanda, mediante la implementación de métodos de riego tecnificados de baja presión, como el uso de mangas, se considera la aplicación de la alternativa en las 65.839 ha irrigadas desde el embalse Potrerillos y las zoans de alta montaña.

Tabla 9.19: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca Río Mendoza.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego	565	1.017.000	37.199.035
Mangas	845	1.521.000	55.633.955
Estructuras de derivación	953	1.715.400	62.744.567
Implementación de sistema de gestión	2,67	4.806	175.790
Caudalímetros	1.249	2.248.200	82.232.911
Contingencia (20% del costo de inversión)	723	1.301.281	47.597.252
TOTAL	4.338	7.807.806	285.583.510

Alternativa 2.2: 2035 a 2050

El escenario 2.3 - 2.2 considera que a partir del año 2035, se introduce la Alternativa 2.2, incorporando el riego por goteo en totalidad de las 65.839 hectáreas en 2050. Esta última requiere inversiones adicionales en riego por goteo, con el objetivo de llegar a los niveles de eficiencia pretendidos.

Tabla 9.20: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050) para la Cuenca Río Mendoza.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría, red eléctrica y puesta a punto	147	264.600	9.678.333
Mangueras y goteos	3.000	5.400.000	197.517.000
Reservorio en las propiedades. Cámara de carga (20 m3/ha)	900	1.620.000	59.255.100
Estación presurización	2.046	3.682.800	134.706.594
Contingencia (20% del costo de inversión)	1.219	2.553.480	93.399.205
TOTAL	7.312	13.161.600	481.388.432

Alternativa 2.1: 2035 a 2050

El esceanrio 2.3 – 2.1 considera que a partir del año 2035, se introduce la Alternativa 2.1, que considera el desarrollo de sistemas presurizados de entrega y la aplciación de riego por goteo, alcanzando la totalidad de las 65.839 hectáreas en 2050.

Tabla 9.21: Inversiones alternativa 2.1 (2035 – 2050) para la Cuenca Río Mendoza.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría automatización y control	66	118.800	4.345.374
Red eléctrica	60	108.000	3.950.340
Operación y puesta a punto	21	37.800	1.382.619
Manguera y goteros	3.000	5.400.000	197.517.000
Estación de presurización comunitaria	1.620	2.916.000	106.659.180
Red de tuberías	7.859	14.146.200	517.428.701
Contengencia (20%)	2.525	4.545.360	166.256.643
TOTAL	15.151	27.272.160	997.539.857

Se detallan el costo anual por hectárea, que se incrementa de manera significativa a lo largo de los años, reflejando el aumento en los costos totales y la intensidad de las mejoras necesarias. En 2030, el costo por hectárea es de 361 USD/año·ha, aumentando progresivamente hasta alcanzar 1.106 USD/año·ha en 2050. Este aumento puede atribuirse a los mayores costos de mantenimiento, energía y recuperación de capital en las etapas avanzadas del proyecto, así como a la expansión de las áreas de cobertura

Tabla 9.22: Costos anuales escenario 2.3 – 2.2. Río Mendoza.

Año	Total de inversiones	Recup. de capital Alt 2.3	Recup. de capital Alt 2.2	Mant. Alt 2.3	Mant. Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año ha
2030	28.558.351	18.577.617	0	1.070.938	0	2.738.699	0	23.633.941	359
2035	28.558.351	18.577.617	0	2.141.876	0	1.751.312	0	23.470.410	343
2040	32.092.562	18.577.617	31.315.008	2.141.876	1.203.471	789.909	5.266.889	60.514.788	944
2045	32.092.562	18.577.617	31.315.008	2.141.876	2.406.942	0	10.537.097	66.393.563	1012
2050	32.092.562	18.577.617	31.315.008	2.141.876	3.610.413	0	15.810.621	72.310.343	1092

La segunda tabla muestra costos significativamente más altos que la primera. En 2050, el costo por hectárea aumenta de 1.106 USD/año·ha para la Alterativa 2.3 – 2.2 a 1.665 USD/año·ha en la alternativa 2.3 – 2.1, debido principalmente al mayor costo de recuperación de capital y mantenimiento de la alternativa 2.1.

Tabla 9.23: Costos anuales escenario 2.3 – 2.1. Río Mendoza.

Año	Total de inversiones	Recup. de capital Alt 2.3	Recup. de capital Alt 2.1	Mant.Alt 2.3	Mant. Alt 2.1	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ año ha
2030	28.558.351	18.577.617	0	1.070.938	0	2.738.699	0	23.458.192	359
2035	28.558.351	18.577.617	0	2.141.876	0	1.751.312	0	22.470.805	343
2040	66.502.657	18.577.617	64.891.399	2.141.876	2.493.850	789.909	5.266.889	99.149.240	1517
2045	66.502.657	18.577.617	64.891.399	2.141.876	4.987.699	0	10.537.097	103.629.538	1585
2050	66.502.657	18.577.617	64.891.399	2.141.876	7.481.549	0	15.810.621	108.903.063	1665

Inversiones en ACRES

Cálculo del almacenamiento requerido

Los volúmenes de almacenamiento presentados corresponden a la demanda proyectada al año 2050, con la superficie cultivada de 6.756 ha en total, considerando que se mantienen los valores actuales de producción de agua tratada (valores correspondientes al año 2022).

Los volúmenes de almacenamiento requeridos para suplir los déficits estacionales en los sistemas ACRE Campo Espejo y ACRE Paramillo son el resultado de un análisis de regulación estacional, considerando la estacionalidad en las demandas y la oferta del sistema. En el caso de Campo Espejo, se estima una capacidad de almacenamiento anual de 13 hm³, suficiente para cubrir una cobertura global del 70% en el escenario base o de referencia, y del 100% en la Alternativa 2.3. Por su parte, en Paramillo, el

almacenamiento anual requerido es de 14 hm³, permitiendo una cobertura del 61% en el escenario base y del 91% bajo la Alternativa 2.3.

Tabla 9.24: Almacenamiento estacional requerido en ACRE Campo Espejo.

Escenario Analizado	Regulación Estacional	
	Cobertura global	Capacidad de almacenamiento anual en hm^3
Base o de Referencia	70%	13
Alternativa 2.3	100%	13

Tabla 9.25: Almacenamiento estacional requerido en ACRE Paramillo.

Escenario Analizado	Regulación Estacional	
	Cobertura global	Capacidad de almacenamiento anual en hm^3
Base o de Referencia	61%	14
Alternativa 2.3	91%	14

Análisis de la situación actual y aplicación de alternativas

En la situación actual, los sistemas ACRE Campo Espejo y ACRE Paramillo no cuentan con capacidad de regulación estacional, lo que genera una marcada variabilidad en la disponibilidad de agua y limita significativamente la cobertura de las demandas de riego. Bajo el escenario base, se observa una cobertura mensual del 60% en Campo Espejo y del 55% en Paramillo, acompañada de déficits acumulados de -33,6 hm³/año y -49.0 hm³/año, respectivamente. Asimismo, los superávits de agua, normalmente en otoño e invierno, alcanzan valores considerables, como 12,3 hm³/año en Campo Espejo y 12,9 hm³/año en Paramillo. Aunque la Alternativa 2.3 mejora la cobertura al 75% en Campo Espejo y al 69% en Paramillo, y reduce los déficits acumulados a -15,0 hm³/año y -23,8 hm³/año, respectivamente, persisten superávits significativos.

Tabla 9.26: Almacenamiento estacional requerido en ACRE Campo Espejo.

Escenario Analizado	Cobertura Mensual de Septiembre a Abril	Requerimiento de riego Anual (hm³/año)	Oferta para riego (hm³/año)	Acumulación de Déficit Mensual (hm³/año)	Acumulación de Superávit Mensual (hm³/año)
Base o de Referencia	60%	92,5	50,6	-33,6	12,3
Alternativa 2.3	75%	48,3	50,6	-15,0	17,2

Tabla 9.27: Almacenamiento estacional requerido en ACRE Paramillo.

Escenario Analizado	Cobertura Mensual de Septiembre a Abril	Requerimiento de riego Anual (hm3/año)	Oferta para riego (hm3/año)	Acumulación de Déficit Mensual (hm3/año)	Acumulación de Superávit Mensual (hm3/año)
Base o de Referencia	55%	92,5	56,4	-49,0	12,9
Alternativa 2.3	69%	62,1	56,4	-23,8	18,1

Tabla 9.28: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para los ACRES Paramillo y Campo Espejo.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego	565	3.816.974
Mangas	845	5.708.572
Estructuras de derivación	953	6.438.189
Implementación de sistema de gestión	2,67	18.038
Caudalímetros	1.249	8.437.878
Contingencia (20% del costo de inversión)	723	4.989.930
TOTAL	4.338	29.303.582

La tabla muestra los costos de la alternativa 2.3 para los ACRES Paramillo y Campo Espejo. Las inversiones iniciales de 2.930.358 USD/año se realizan en 2030 y 2035, mientras que desde 2040 solo quedan costos fijos de recuperación de capital y mantenimiento, con un costo total de 315 USD/año·ha.

Tabla 9.29: Inversiones anuales alternativa 2.3 (2025 – 2035) para los ACRES Paramillo y Campo Espejo.

Año	Total de inversiones	Recuperación de capital Alt 2.3	Mantenimiento Alt 2.3	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	2.930.358	1.906.240	109.888	2.016.128	298
2035	2.930.358	1.906.240	219.777	2.126.017	315
2040	0	1.906.240	219.777	2.126.017	315
2045	0	1.906.240	219.777	2.126.017	315
2050	0	1.906.240	219.777	2.126.017	315

Inversiones en Otras Fuentes

Los costos de la alternativa 2.3 para las fuentes abastecidas de vertientes y arroyos, unas 5.893 ha se realizan en 2030 y 2035, mientras que desde 2040 solo quedan costos fijos de recuperación de capital y mantenimiento (219,777 USD/año), con un costo total por hectarea de 315 USD/año·ha

Tabla 9.30; Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para Otras Fuentes.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego	565	3.329.750
Mangas	845	4.979.892
Estructuras de derivación	953	5.616.375
Implementación de sistema de gestión	2.67	15.735
Caudalimetros	1 249	7.360.811
Contingencia (20% del costo de inversión)	723	4.260.513
TOTAL	4 338	25.563.076

Tabla 9.31: Inversiones anuales. Alternativa 2.3. Otras Fuentes. Cuenca Río Mendoza.

Año	Total de inversiones	Recuperación de capital Alt 2.3	Mantenimiento Alt 2.3	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	2.556.308	1.662.915	95.862	1.758.776	298
2035	2.556.308	1.662.915	191.723	1.854.638	315
2040	0	1.662.915	191.723	1.854.638	315
2045	0	1.662.915	191.723	1.854.638	315
2050	0	1.662.915	191.723	1.854.638	315

Inversiones en áreas subterráneas exclusivas

Se presentan los costos de la Alternativa 2.2 para la zona de uso exclusivo de agua subterránea de 13,534 hectáreas. Las inversiones iniciales de 11,9 millones USD/año se realizan en 2030 y 2035. Desde 2040, los costos anuales, centrados en recuperación de capital, mantenimiento y energía (bombeo y superficial), se estabilizan con un costo por hectárea de 1.078 USD/año. Esto refleja los altos costos operativos del uso exclusivo de agua subterránea.

Tabla 9.32: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para zona exclusiva de agua subterránea.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría, red eléctrica y puesta a punto	147	264.600	1.989.521
Mangueras y goteos	3.000	5.400.000	40.602.463
Reservorio en las propiedades. Cámara de carga (20 m3/ha)	900	1.620.000	12.180.739
Caudalímetros	1249	2.248.200	16.904.159
Estación presurización	2.046	3.682.800	27.690.880
Contingencia (20% del costo de inversión)	1.219	2.193.480	19.873.552
TOTAL	7.312	13.160.880	98.956.323

Tabla 9.33. Inversiones anuales. Alternativa 2.2. Área subterránea exclusiva. Cuenca Río Mendoza.

Año	Total de inversiones	Recup. de capital Alt 2.2	Mant. Alt 2.	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	11.924.131	7.756.819	447.155	3.734.568	3.267.755	15.206.296	1.124
2035	11.924.131	7.756.819	894.310	3.164.819	2.769.224	14.585.172	1.078
2040	0	7.756.819	894.310	3.166.240	2.770.467	14.587.835	1.078
2045	0	7.756.819	894.310	3.167.660	2.771.710	14.590.499	1.078
2050	0	7.756.819	894.310	3.169.081	2.772.953	14.593.163	1.078

Total de inversiones. Cuenca Río Mendoza

La comparación entre los costos muestra las diferencias entre los escenarios 2-3 a 2.2 y 2-3 a 2.1 para la cuenca del Río Mendoza.

En cuanto a los costos totales, en 2050, el escenario 2-3 a 2.2 alcanza 90.884.161 USD/año, mientras que el escenario 2-3 a 2.1 asciende a 127.476.380 USD/año. Esta diferencia de casi 37 millones USD se debe principalmente a los mayores costos asociados al Río Mendoza (Alt. 2.3 a 2.1) en el segundo escenario, que incluyen mayores inversiones y costos de operación. Por otro lado, los costos de "otras fuentes" se mantienen constantes en ambos escenarios, con 1.854.638 USD/año, mientras que los costos de las fuentes subterráneas exclusivas (14.5 millones USD/año) y las ACRE's (2.1 millones USD/año) también son similares en ambos casos.

Tabla 9.34: Total de inversiones anuales. Cuenca Río Mendoza. Escenario 2-3 – 2.2.

Año	Río Mendoza (Alt. 2-3 a 2.2)	Otras fuentes	Agua subterránea exclusiva	ACRE'S	**Cuenca del Río Mendoza**
	Costos anuales totales	Costos anuales totales	Costos anuales totales	Costos anuales totales	**Costos anuales totales**
	USD/Año	USD/ Año	USD/ Año	USD/Año	**USD/Año**
2030	23.458.192	1.854.638	15.653.451	2.126.017	**43.092.298**
2035	22.470.805	1.854.638	14.585.172	2.126.017	**41.036.632**
2040	60.912.164	1.854.638	14.587.835	2.126.017	**79.480.654**
2045	66.182.012	1.854.638	14.590.499	2.126.017	**84.753.165**
2050	71.455.536	1.854.638	14.593.163	2.126.017	**90.029.354**

Tabla 9.35: Total de inversiones anuales. Cuenca Río Mendoza. Escenario 2-3 – 2. 1.

Año	Río Mendoza (Alt. 2-3 a 2.1)	Otras fuentes	Agua subterránea exclusiva	ACRE'S	**Cuenca del Río Mendoza**
	Costos anuales totales	Costos anuales totales	Costos anuales totales	Costos anuales totales	**Costos anuales totales**
	USD/Año	USD/ Año	USD/ Año	USD/Año	**USD/Año**
2030	23.458.192	1.854.638	15.653.451	2.126.017	**43.092.298**
2035	22.470.805	1.854.638	14.585.172	2.126.017	**41.036.632**
2040	99.149.240	1.854.638	14.587.835	2.126.017	**117.717.730**
2045	103.629.538	1.854.638	14.590.499	2.126.017	**122.200.692**
2050	108.903.063	1.854.638	14.593.163	2.126.017	**127.476.880**

9.2 CUENCA DEL RÍO TUNUYÁN

Determinación del nivel de eficiencia. Río Tunuyán

La tabla 9.36 muestra el balance hídrico proyectado para las décadas de 2020, 2030, 2040 y 2050, considerando un nivel de confiabilidad del 80%.

Tabla 9.36: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado en hm³. Cuenca Río Tunuyán.

Nivel de Confiabilidad	80%			
Década	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	1.590	1.550	1.550	1.510
Oferta recirculada	820	844	862	880
Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2)	128	129	131	132
Demanda Proyectada	2.521	2.599	2.664	2.730
Balance Hídrico	17	-75	-121	-209

La tabla 9.36 presenta un análisis global del balance hídrico proyectado para la totalidad de la cuenca del río Tunuyán (Reporte 4). Este análisis considera diversas áreas, incluyendo las zonas irrigadas por el río Tunuyán, aquellas que dependen exclusivamente de agua subterránea y las regadas por arroyos de cordillera frontal y de manantial.

En cuanto a los valores presentados, el nivel de abastecimiento refleja la disponibilidad de agua superficial, que disminuye gradualmente desde 1.590 hm³ en 2020 a 1.510 hm³ en 2050. Paralelamente, la oferta recirculada, que corresponde al agua reutilizada dentro del sistema, muestra un leve incremento, pasando de 820 hm³ en 2020 a 880 hm³ en 2050. El volumen sostenible de agua subterránea[9] para la cuenca del Tunuyán Inferior, basado en el informe 2.2, permanece relativamente estable, oscilando entre 128 hm³ y 132 hm³ a lo largo del período analizado. Sin embargo, la demanda proyectada muestra un incremento significativo, de 2.521 hm³ en 2020 a 2.730 hm³ en 2050. Se observa un déficit creciente, pasando de un superávit de 17 hm³ en 2020 a déficits considerables de -75 hm³ en 2030, -121 hm³ en 2040 y -209 hm³ en 2050.

Para abordar esta cuenca, el análisis de los requerimientos de almacenamiento y la evaluación de alternativas de mejora en la gestión hídrica se enfocarán de manera

[9] Estos valores de agua subterránea no contemplan el uso en la cuenca del Tunuyán Superior, debido a que están contemplados dentro de los valores de agua recirculada. Este supuesto se trata en los reportes 4 y 5.

separada en la superficie irrigada por el río Tunuyán, los arroyos de cordillera frontal, arroyos de manantial y zonas exclusivas de uso subterráneo.

Las alternativas que se analizan permiten obtener mejoras en la

Tabla 9.37: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. Rio Tunuyán Inferior.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa [ha]
2025	54%	89%	48%	Actualidad	0
2030	62%	89%	55%	2.3	12.086
2035	70%	89%	62%	2.3	60.431
2040	72%	89%	64%	2.2	6.717
2045	73%	89%	65%	2.2	13.433
2050	75%	89%	67%	2.2	20.150

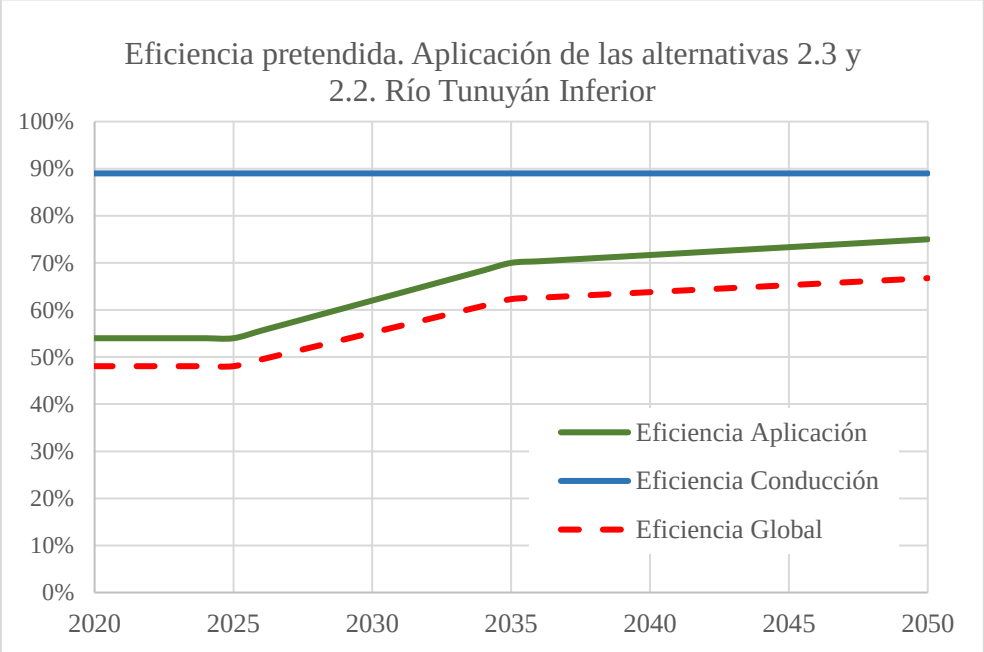


Figura 9.5: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del Río Tunuyán Inferior.

Tabla 9.38: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. Río Tunuyán Superior.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa [ha]
2025	54%	80%	34%	Actualidad	0
2030	57%	80%	45%	2.3	7.636
2035	70%	80%	56%	2.3	15.272
2040	75%	85%	64%	2.1	2.376
2045	80%	72%	72%	2.1	4.073
2050	85%	95%	81%	2.1	5.091

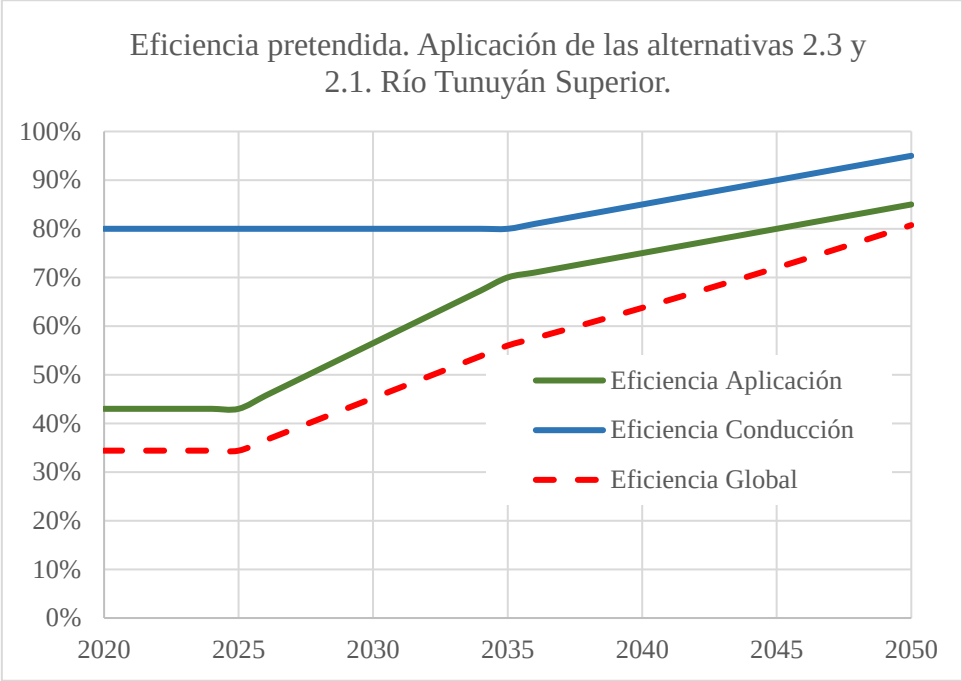


Figura 9.6: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del Río Tunuyán Superior

Volumen de almacenamiento requerido

Se analiza el almacenamiento estacional e interanual necesario, comparando los niveles de eficiencia que son factibles de lograr para cada uno. El análisis se realiza en términos relativos entre la situación base y la situación con la aplicación de las alternativas en las proporciones expresadas anteriormente. Se considera un manejo conjunto del Río Tunuyán Superior y Tunuyán Inferior.

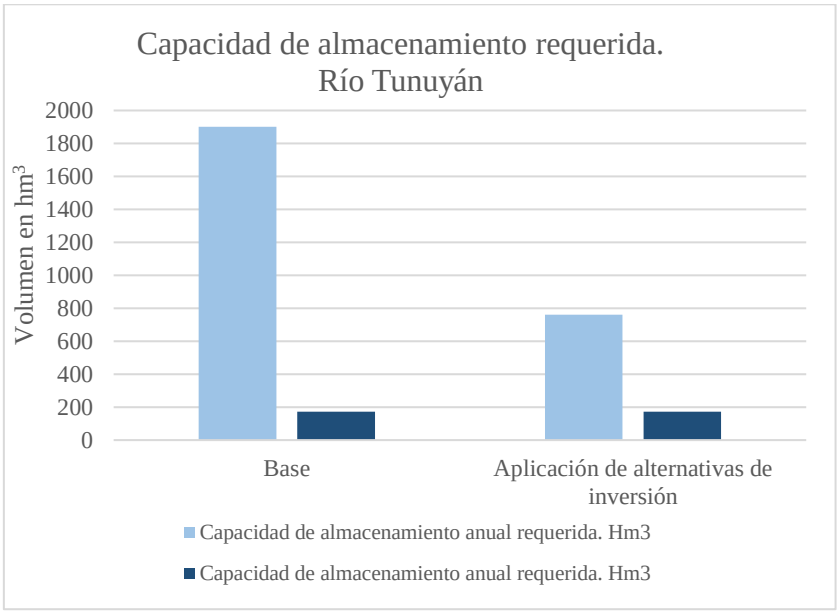


Figura 9.7: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Tunuyán.

Tabla 9.39: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Tunuyán.

Escenario Analizado	Regulación Interanual		Regulación Estacional	
	Cobertura anual global	Capacidad de almacenamiento anual (hm^3)	Cobertura media anual	Capacidad de almacenamiento estacional (hm^3)
Base o de Referencia	67%	1900	65%	172
Aplicación de alternativas de inversión	84%	887	78%	172

En cuanto a la cobertura anual global, el escenario de referencia posee una cobertura media de la demanda del 65% considerando un almacenamiento estacional, ascendiendo a 67% como cobertura anual global con almacenamiento interanual. Se observa que, en el sentido práctico, contar con un almacenamiento interanual no mejoraría sustancialmente la cobertura.

Por otro lado, para el escenario con aplicación de alternativas de inversión la cobertura anual global bajo un almacenamiento interanual mejora alcanzando el 84%, y para un sistema con almacenamiento estacional la cobertura de la demanda también se incrementa llegando al 78%. Este aumento en la cobertura indica el impacto positivo que genera un aumento en la eficiencia de uso del agua.

Respecto a la capacidad de almacenamiento anual requerida, el escenario de referencia demanda 1900 hm^3 para lograr un almacenamiento interanual[10] y 172 hm^3 para almacenamiento estacional.

En el escenario con alternativas de inversión, la capacidad de almacenamiento interanual requerida disminuye considerablemente a 761 hm^3. Sin embargo, la capacidad de almacenamiento estacional se mantiene en 172 hm^3. Esto sugiere que las mejoras en la eficiencia de riego permiten un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles durante periodos críticos, reduciendo la dependencia de contar con grandes almacenamientos temporales.

Como conclusión, el escenario con alternativas de inversión evidencia un aumento significativo en la cobertura de la demanda hídrica, tanto para sistemas con almacenamiento interanual como estacional. Sin embargo, aunque el almacenamiento interanual permitiría una mejora en la cobertura de la demanda en un escenario optimizado o estabiliza la cobertura en el escenario de referencia, su implementación no

[10] Bajo la presentación de los derrames proyectados por el IANIGLA.

se justificaría debido al elevado costo que implica incrementar el almacenamiento requerido desde aproximadamente 172 hm³ hasta 1.900 hm³ o 761 hm³.

Estos valores elevados de almacenamiento interanual, tanto en el escenario de referencia como en el escenario con alternativas de inversión, están directamente asociados con la alta variabilidad de los caudales del río Tunuyán. Esta variabilidad no solo incrementa los volúmenes de almacenamiento, si se quiere regular interanual, sino que también introduce una elevada incertidumbre en la gestión del embalse, dificultando el cumplimiento de los niveles teóricos de cobertura estimados para satisfacer la demanda hídrica.

Análisis de la aplicación de las alternativas

A continuación, se presentan los valores de cobertura de la demanda y nivel de abastecimiento y las tendencias a lo largo de las décadas considerando la capacidad de almacenamiento actual de la cuenca de 220 hm³. Este análisis se realiza sobre el área irrigada por el Río Tunuyán.

Tabla 9.40: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Tunuyán.

Escenarios simulados	Década	Cobertura de demanda	Demanda Bruta (hm^3/año)	Agua disponible Superficial para riego (hm^3/año)	Balance anual (hm^3/año)
Base o de referencia	2020/30	75%	1.212	879	-334
	2030/40	64%	1.239	854	-385
	2040/50	55%	1.258	681	-577
Aplicación de alternativas de inversión.	2020/30	78%	1.167	879	-288
	2030/40	81%	940	791	-150
	2040/50	80%	849	669	-180

La tabla 9.40 muestra la evolución de la cobertura para cada década (2020/30, 2030/40 y 2040/50), considerando tanto el escenario base o de referencia como el escenario con la aplicación de alternativas de inversión.

En el escenario base o de referencia, la cobertura de la demanda disminuye de un 75% en la década 2020/30 a un 55% en 2040/50, reflejando el impacto del incremento de la demanda bruta, que pasa de 1.212 hm³/año a 1.258 hm³/año, y la reducción en el nivel de abastecimiento superficial, que desciende de 912 hm³/año a 687 hm³/año. Como

resultado, el balance anual muestra déficits cada vez mayores, pasando de -334 hm³/año en 2020/30 a -577 hm³/año en 2040/50.

Por otro lado, el escenario con la aplicación de alternativas de inversión muestra una mejora significativa en la cobertura de la demanda, estabilizándose en torno al 80% hacia 2050. Esto se logra mediante una reducción progresiva de la demanda bruta, que disminuye de 1.167 hm³/año en 2020/30 a 849 hm³/año en 2040/50.

Asimismo, el déficit se reduce notablemente, pasando de -288 hm³/año a -180 hm³/año en el mismo período.

En conclusión, las inversiones destinadas a incrementar la eficiencia hídrica logran estabilizar la cobertura de la demanda en niveles cercanos al 80%, mitigando los efectos de la creciente demanda y la variabilidad y disminución de los derrames del río bajo.

Reservorios en redes de riego

Láminas de diseño

El volumen del reservorio es proporcional a la lámina de diseño que se opte. A continuación, se presentan los valores de láminas para la cuenca del río Tunuyán.

Tabla 9.41: Láminas de diseño para reservorios. Río Tunuyán Inferior.

Láminas de diseño	mm/día
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 62%)	6,9
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 67%)	6,4
Lámina recomendada de diseño. DGI	8,0

Tabla 9.42: Láminas de diseño para reservorios. Rio Tunuyán Superior.

Láminas de diseño	mm/día
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 56%)	8,1
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 60%)	7,5
Lámina recomendada de diseño. DGI	8,0

Tabla 9.43: Volumen de reservorios requeridos para las 60.431 ha cultivadas del río Tunuyán Inferior.

Alternativas de inversión / Láminas de diseño	Volumen de almacenamiento en reservorios en red de riego	
	Lámina Ponderada por superficie de cultivos (mm/día)	Lámina de diseño de 8 (mm/día)
2.3: Riego por magas. Ef. Global: 62%	4,15 hm^3	4,83 hm^3
2.2: Riego por goteo. Ef. Global: 67%	3,84 hm^3	

Tabla 9.44: Volumen de reservorios requeridos para las 15.272 ha cultivadas del Río Tunuyán Superior.

Alternativas de inversión / Laminas de diseño	Volumen de almacenamiento en reservorios en red de riego	
	Lámina Ponderada por superficie de cultivos (mm/día)	Lámina de diseño de 8 (mm/día)
2.3: Riego por magas. Ef. Global: 56%	1,23 hm^3	1,22 hm^3
2.2: Riego por goteo. Ef. Global: 60%	1,15 hm^3	

Determinación del tamaño del reservorio

La capacidad estimada de 6 hm^3 se considera distribuida en diversos reservorios a lo largo de la red de riego. La capacidad de estos reservorios se determina en función de la superficie de la Unidad de Riego de Referencia, tal como se describe en el apartado 7. El tamaño de cada reservorio se calcula de acuerdo con las necesidades de almacenamiento requeridas por dicha unidad.

En este caso, se requieren 43 reservorios, cada uno de los cuales abastecerá una superficie de 1.800 hectáreas cultivadas. Dado que el volumen total de almacenamiento necesario es de 6 hm^3, al dividir esta capacidad entre 43 reservorios, se obtiene un volumen aproximado de 144.000 m^3 por reservorio.

Inversiones en superficie irrigada por el Río Tunuyán

Las inversioens se plantean dividad en dos etapas. Un primera etapa mediante la aplicación de la altertiva 2.3 entre 2025 a 2035 y luego una segudna etapa donde en una porción de la superficie irrigada se aplica la alternativa 2.2 para el Tunuyán Inferior y 2.1

para el Tunuyán Superior. Se pretende que los niveles de covertura media se encuentren en torno al 80% hacia 2050.

Alternativa 2.3: 2025 a 2035

Las inversiones necesarias para la implementación de la alternativa seleccionada se presentan con base en el Informe 5.1, Capítulo 8 - "EVALUACIÓN DE COSTOS PARA OBRAS DE MEJORAS" y Capítulo 9 - "ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL DÉFICIT PROYECTADO".

La Alternativa 2.3 busca la optimización del sistema actual de distribución, permitiendo entregas programadas o a la demanda (bajo un sistema acordado de distribución), y la implementación de métodos de riego tecnificados de baja presión, como el uso de mangas.

Tabla 9.45: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca río Tunuyán Inferior.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego. (unidades de 144 000 m3)	565	1 017 000	34 143 515.00
Mangas	845	1 521 000	51 064 195.00
Estructuras de derivación	896	1 612 800	54 146 176.00
Implementación de sistema de gestión	1.09	1 962	65 870
Caudalímetros	471	847 800	28 463 001
Contingencia (20% del costo de inversión)	556	1 000 112	33 576 551
TOTAL	3 334	6 000 674	201 459 308

Tabla 9.46: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca Río Tunuyán Superior.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego. (unidades de 144 000 m3)	565	1 017 000	8 628 680
Mangas	845	1 521 000	12 904 840
Estructuras de derivación	683	1 229 400	10 430 776
Implementación de sistema de gestión	1.93	3 474	29 475
Caudalímetros	735	1 323 000	11 224 920
Contingencia (20% del costo de inversión)	566	1 018 775	8 643 738
TOTAL	3 396	6 112 649	51 862 429

Alternativa 2.2: 2035 a 2050. Cuenca Tunuyán Inferior.

A partir del año 2035, se introduce parcialmente la Alternativa 2.2, que incorpora el riego por goteo en 20150 hectáreas en 2050 en el Tunuyán.

Tabla 9.47: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050) para 20.150 ha. Cuenca Río Tunuyán Inferior.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría, red eléctrica y puesta a punto	147	264 600	2 962 050
Mangueras y goteos	3 000	5 400 000	60 450 000
Reservorio en las propiedades. Cámara de carga (20 m³/ha)	1 900	3 420 000	38 285 000
Estación presurización	2 046	3 682 800	41 226 900
Contingencia (20% del costo de inversión)	1418.6	2 553 480	28 584 790
TOTAL	8 512	15 320 880	171 508 740

Alternativa 2.1: 2035 a 2050. Cuenca Tunuyán Superior.

A partir del año 2035, se introduce parcialmente la Alternativa 2.1, que incorpora el riego por goteo en 5091 ha el Tunuyán Superior hectáreas en 2050. Se pretende aprovechar el desnivel topografico natural para presurizar el sistema, no requieriendo infraestructura adicional para presurizar el sistema.

Tabla 9.48: Inversiones alternativa 2.1 (2035 – 2050) para 5.091 ha. Cuenca Río Tunuyán Superior.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría automatización y control	66	118.800	336.006
Red eléctrica	60	108.000	305.460
Operación y puesta a punto	21	37.800	106.911
Manguera y goteros	3.000	5.400.000	15.273.000
Red de tuberías	7.859	14.146.200	40.010.169
Contingencia (20%)	2.201	3.962.160	11.206.309
TOTAL	13.207	23.772.960	66.924.250

Costos anuales. Escenario 2.3 – 2.2 y 2.1

Las siguientes tablas resumen los costos anuales de los escenarios 2.3 y 2.2 para el Río Tunuyán Inferior y Superior, desglosados en recuperación de capital, mantenimiento y energía. Los costos totales y por hectárea aumentan hacia 2050, alcanzando 1.085 USD/ha en el Inferior y 1.207 USD/ha en el Superior, reflejando diferencias en inversiones y características regionales, vinculadas fundamentalmente a las eficiencias actuales y la necesidad de aumentarlas hasta los niveles pretendidos.

Tabla 9.49: Costos anuales escenario 2.3 – 2.2. Río Tunuyán Inferior.

Año	Total, de inversiones	Recup de capital Alt 2.3	Recupe de capital Alt 2.2	Mant Alt 2.3	Mant Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	20.145.931	13.105.217	0	755.472	0	0	0	13.860.690	229
2035	20.145.931	13.105.217	0	1.510.945	0	0	0	14.616.162	242
2040	9.821.916	13.105.217	9.583.946	1.510.945	368.322	628.527	12.801.777	37.998.734	629
2045	9.821.916	13.105.217	9.583.946	1.510.945	736.644	1.257.053	25.603.555	51.797.360	857
2050	9.821.916	13.105.217	9.583.946	1.510.945	1.104.966	1.885.580	38.405.332	65.595.986	1085

Tabla 9.50: Costos anuales escenario 2.3 – 2.1 Río Tunuyán Superior.

Año	Total, de inversiones	Recup. de capital Alt 2.3	Recup. de capital Alt 2.2	Mant. Alt 2.3	Mant. Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	5.186.243	3.373.725	0	194.484	0	0	0	3.568.210	234
2035	5.186.243	3.373.725	0	388.968	0	0	0	3.762.694	246
2040	4.460.123	3.373.725	4.353.518	388.968	167.591	0	0	8.283.803	407
2045	4.460.123	3.373.725	4.353.518	388.968	201.042	0	0	8.317.254	415
2050	4.460.123	3.373.725	4.353.518	388.968	234.492	0	0	8.350.705	423

Inversiones en arroyos de Cordillera Frontal

Aplicación de la alternativa 2.3

A continuación, se muestra la eficiencia pretendida, los costos unitarios y totales del escenario 2.3 aplicado a 22.053 hectáreas irrigadas por los arroyos de cordillera frontal. Incluye los costos de recuperación de capital y mantenimiento, que suman un total anual de 4,88 millones USD, con un costo promedio de 221 USD/ha durante el período analizado (2030-2050)

Tabla 9.51: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.3. Arroyos de cordillera frontal.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa [ha]
2025	43%	84%	36%	Actual	0
2030	48%	84%	41%	2.3	4.411
2035	54%	84%	45%	2.3	8.821
2040	59%	84%	51%	2.3	13.232
2045	65%	84%	55%	2.3	17.642
2050	70%	84%	59%	2.3	22.053

Tabla 9.52: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para 5.091 ha. Arroyos de cordillera frontal.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego. (unidades de 144 000 m³)	565	1.017.000	12.459.945
Mangas	845	1.521.000	18.634.785
Estructuras de derivación	394	709.200	8.688.882
Implementación de sistema de gestión	1,93	3.474	42.562
Caudalímetros	735	1.323.000	16.208.955
Contingencia (20% del costo de inversión)	508	914.735	11.207.026
TOTAL	3.049	5.488.409	67.242.155

Tabla 9.53: Costos anuales escenario 2.3. Arroyos de cordillera frontal.

Año	Total de inversiones	Recuperación de capital Alt 2.3	Mantenimiento Alt 2.3	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	2.689.686	4.374.199	100.863	4.475.062	203
2035	2.689.686	4.374.199	201.726	4.575.925	207
2040	2.689.686	4.374.199	302.590	4.676.788	212
2045	2.689.686	4.374.199	403.453	4.777.652	217
2050	2.689.686	4.374.199	504.316	4.878.515	221

Aplicación de la alternativa 2.1.

Se presentan los valores de eficiencia pretendida por la aplicación de la Alternativa 2.1, los costos unitarios y totales aplicados a los arroyos de cordillera frontal, donde se

aprovecha el desnivel topográfico para presurizar la red de riego en una superficie de 22.053 hectáreas. Los costos totales ascienden a 21,13 millones USD/año, con un costo promedio de 958 USD/ha. Se incluyen inversiones iniciales significativas hasta 2035, seguidas por gastos continuos en recuperación de capital y mantenimiento.

Tabla 9.54: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.1. Arroyos de cordillera frontal.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa
2025	43%	84%	36%	Actual	0
2030	51%	86%	44%	2.1	4.411
2035	60%	88%	53%	2.1	8.821
2040	68%	91%	62%	2.1	13.232
2045	77%	93%	71%	2.1	17.642
2050	85%	95%	81%	2.1	22.053

Tabla 9.55: Inversiones alternativa 2.1 (2025 – 2035) para 5.091 ha. Arroyos de Cordillera Frontal.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría automatización y control	66	118.800	1.455.498
Red eléctrica	60	108.000	1.323.180
Operación y puesta a punto	21	37.800	463.113
Manguera y goteros	3.000	5.400.000	66.159.000
Red de tuberías	7.859	14.146.200	173.314.527
Contingencia (20%)	2.201	3.962.160	48.543.064
TOTAL	13.207	23.772.960	291.258.382

Tabla 9.56: Costos anuales escenario 2.1 Arroyos de Cordillera Frontal.

Año	Total de inversiones	Recuperación de capital Alt 2.1	Mantenimiento Alt 2.1	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	11.650.335	18.946.776	436.888	19.383.663	879
2035	11.650.335	18.946.776	837.775	19.820.551	899
2040	11.650.335	18.946.776	1.310.663	20.257.438	919
2045	11.650.335	18.946.776	1.747.550	20.694.326	938
2050	11.650.335	18.946.776	2.184.438	21.131.214	958

Inversiones en Arroyos de manantial

Aplicación de la alternativa 2.3.

Las siguientes tablas muestran los valores de eficiencia pretendida, los costos unitarios y anuales de la implementación de la Alternativa 2.3 en los arroyos de manantial, abarcando una superficie de 7.217 hectáreas. Los costos totales alcanzan 1,60 millones USD/año, con un costo promedio de 221 USD/ha. La tabla desglosa los costos en recuperación de capital y mantenimiento, evidenciando una inversión inicial hasta 2035, tras lo cual se mantienen los costos operativos constantes hasta 2050.

Tabla 9.57: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.3. Arroyos de manantial.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa
2025	43%	79%	34%	Actual	0
2030	57%	79%	45%	2.3	3.609
2035	70%	79%	55%	2.3	7.217
2040	70%	79%	55%	2.3	7.217
2045	70%	79%	55%	2.3	7.217
2050	70%	79%	55%	2.3	7.217

Tabla 9.58: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para 5 091 ha. Arroyos de manantial

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego. (unidades de 144 000 m3)	565	1.017.000	4.077.605
Mangas	845	1.521.000	6.098.365
Estructuras de derivación	394	709.200	2.843.498
Implementación de sistema de gestión	1,93	3.474	13.929
Caudalímetros	735	1.323.000	5.304.495
Contingencia (20% del costo de inversión)	508	914.735	3.667.578
TOTAL	3.049	5.488.409	22.005.470

Tabla 9.59: Costos anuales escenario 2.3 Arroyos de manantial

Año	Total de inversiones	Recuperación de capital Alt 2.3	Mantenimiento Alt 2.3	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	2.200.547	1.431.487	82.521	1.514.008	210
2035	2.200.547	1.431.487	165.041	1.596.528	221
2040	0	1.431.487	165.041	1.596.528	221
2045	0	1.431.487	165.041	1.596.528	221
2050	0	1.431.487	165.041	1.596.528	221

Inversiones en agua subterránea exclusiva

Aplicación de la alternativa 2.2

Las tablas presentan la eficiencia pretendida, los costos unitarios y anuales para la totalidad de la superficie irrigada con agua subterránea exclusiva en el Tunuyán bajo la aplicación de la Alternativa 2.2. Los costos totales ascienden a 54,1 millones USD/año en 2030 y aumentan a 90,9 millones USD/año a partir de 2035, con un costo promedio por hectárea que pasa de 1.642 USD/ha en 2030 a 2.755 USD/ha desde 2035. Este aumento refleja las inversiones iniciales y los requerimientos energéticos asociados al sistema.

Tabla 9.60: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión 2.2. Zona de uso exclusivo de agua subterránea.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa [ha]
2025	43%	100%	43%	Actual	0
2030	51%	100%	51%	2.2	3.993
2035	85%	100%	85%	2.2	7.986
2040	85%	100%	85%	2.2	11.980
2045	85%	100%	85%	2.2	15.973
2050	85%	100%	85%	2.2	19.966

Tabla 9.61: Inversiones alternativa 2.2 (2025 – 2035) Zona de uso exclusivo de agua subterráneo. Tunuyán Inferior.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría, red eléctrica y puesta a punto	147	264.600	2.455.635
Mangueras y goteos	3.000	5.400.000	50.115.000
Reservorio en las propiedades. Cámara de carga (20 m3/ha)	900	1.620.000	15.034.500
Estación presurización	2.046	3.682.800	34.178.430
Contingencia (20% del costo de inversión)	1219	2.193.480	20.356.713
TOTAL	7.512	13.160.880	122.140.278

Tabla 9.62: Inversiones alternativa 2.2 (2025 – 2035) Zona de uso exclusivo de agua subterráneo. Tunuyán Superior.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría, red eléctrica y puesta a punto	147	264.600	2.935.002
Mangueras y goteos	3.000	5.400.000	59.898.000
Reservorio en las propiedades. Cámara de carga (20 m3/ha)	900	1.620.000	17.969.400
Estación presurización	2.046	3.682.800	40.850.436
Contingencia (20% del costo de inversión)	1219	2.934	24.330.568
TOTAL	7.512	15.321.600	145.983.406

Tabla 9.63: Costos anuales escenario 2.2 Zona de uso exclusivo de agua subterránea. Tunuyán Inferior.

Año	Total de inversiones	Recuperación de capital Alt 2.2	Mantenimiento Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos Anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/ año ha
2030	5.839.336	9.496.430	218.975	1.579.712	969.997	12.265.115	614
2035	5.839.336	9.496.430	437.950	3.159.425	1.939.995	15.033.800	753
2040	5.839.336	9.496.430	656.925	4.739.137	2.909.992	17.802.484	892
2045	5.839.336	9.496.430	875.900	6.318.849	3.879.990	20.571.169	1.030
2050	5.839.336	9.496.430	1.094.876	7.898.561	4.849.987	23.339.854	1.169

Total de inversiones. Cuenca Río Tunuyán

Tabla 9.64: Costos anuales Cuenca Río Tunuyán para Escenario 1 (Cord Frontal Alt 2.1) y Escenario 2 (Cordillera Alt. 2.3)

Año	Río Tunuyán Alt. 2.3 a 2.2	Agua Subterránea 2.2	Cordillera Frontal Alt. 2.1	Cordillera Frontal Alt. 2.3	Arroyos de manantial Alt. 2.3	**Cuenca Tunuyán Escenario 1**	**Cuenca Tunuyán Escenario 2**
	Costos anuales totales	Costos anuales totales	Costos anuales totales	Costos anuales totales	Costos anuales totales	**Costos anuales totales**	**Costos anuales totales**
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Ano	**USD/Año**	**USD/Año**
2030	17.428.899	23.393.093	19.383.663	4.475.062	1.514.008	**61.719.663**	**46.811.062**
2035	18.378.856	29.344.356	19.820.551	4.575.925	1.596.528	**69.140.291**	**53.895.665**
2040	35.313.974	32.113.041	20.257.438	4.676.788	1.596.528	**89.280.981**	**73.700.331**
2045	38.311.291	34.881.726	20.694.326	4.777.652	1.596.528	**95.483.871**	**79.567.197**
2050	41.308.609	37.650.410	21.131.214	4.878.515	1.596.528	**101.686.762**	**85.434.063**

Conclusiones y visión a futuro

El análisis de las alternativas para la cuenca del Tunuyán Superior representa un desafío significativo debido a la diversidad de sus fuentes de suministro. Esto es debido a que, aunque la gestión de estas fuentes se realiza de forma fragmentada, sus impactos se perciben a lo largo de toda la cuenca. Un ejemplo destacado es la disminución persistente de los derrames de los arroyos de manantial, resultado de la sequía prolongada que ha afectado la región.

Entre las cuencas y sistemas no regulados, es decir, aquellos que carecen de capacidad para regular estacionalmente sus derrames, la cuenca del río Tunuyán Superior es la más relevante, es por ello que toma especial relevancia el aumento en la eficiencia debido a la mejora en los sistemas, aumentando tanto la covertura anual de als demandas como la convertura mensual de las mismas.

Si bien la superficie irrigada aguas abajo y aguas arriba del embalse El Carrizal cuenta con una gestión integrada gracias al uso del embalse como regulador, el resto de la superficie irrigada y los sistemas del Tunuyán Superior no están integrados, lo que evidencia una calra desconexión en su gestión.

En particular, para los arroyos de manantiales y de la cordillera frontal situados en la cuenca alta, resulta fundamental evaluar la posibilidad de interconectar los canales que se abastecen de distintas fuentes. Estas intervenciones implican un grado considerable de incertidumbre, especialmente en lo referente a los impactos que podrían generar. Sin

embargo, es evidente que las inversiones en infraestructura hídrica tendrán efectos que deben ser comprendidos y gestionados adecuadamente.

Para enfrentar esta situación, es imprescindible llevar a cabo un análisis integral que contemple todas las fuentes de agua involucradas y sus interacciones. Asimismo, de cara al futuro, es prioritario implementar modelos avanzados de gestión, que permitan no solo evaluar los posibles impactos de las obras, sino también optimizar la operación del sistema hídrico.

Para avanzar en la mejora de la gestión hídrica en el Río Tunuyán Superior, es esencial incluir diveras acciones como ser:

Balance Hídrico y Modelación

Actualizar los balances hídricos considerando las fuentes involucradas y modelar escenarios futuros para evaluar la interacción entre los sistemas.

Impacto Ambiental y recarga de acuiferos

Evaluar posibles efectos ambientales y sobre la recarga del acuifero que obras de modernización en la distribución y aplicación del agua de riego pudiesen tener.

Optimización y Monitoreo

Implementar modelos que optimicen la distribución del agua, apoyados por sistemas de monitoreo para ajustar estrategias y lograr una gestió nintegrada entre las fuentes.

Demanda y Gobernanza

Analizar cómo estas obras y una posible modernización de la reglamentacion en temas de asignacion y distribución de agua, impactan en la demanda de agua y asi fortalecer la coordinación entre los actores involucrados para asegurar una gestión sostenible.

9.3 CUENCA DEL RÍO DIAMANTE

Determinación del nivel de eficiencia. Río Diamante

La tabla que se muestra a continuación presenta el balance hídrico proyectado para el 2020, 2030, 2040 y 2050, con 80% de nivel de confiabilidad.

Tabla 9.65: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado en hm³. Cuenca Río Diamante.

Nivel de Confiabilidad	80%			
Década	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	940	890	810	690
Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2)	19	19	15	14
Demanda Proyectada	1.276	1.370	1.391	1.411
Balance Hídrico	-50	-175	-275	-413

El nivel de abastecimiento de agua superficial muestra un descenso de 940 hm³ en 2020 a 690 hm³ en 2050, por otro lado, el volumen sostenible de agua subterránea, según el informe 2.2, se mantiene constante en 19 hm³ hasta 2030 y tiene un ligero descenso a 15 hm³ en 2040 y a 14 hm³ en 2050. Con respecto a la demanda proyectada podemos ver un aumento de 1276 hm³ para el año 2020 a 1411 hm³ en 2050, lo cual indica un incremento sostenido en las necesidades hídricas. De esta manera, el balance hídrico para la situación base (sin intervenciones) indica un déficit que va en aumento pasando de 50 hm a 413 hm³ entre las décadas del 2020 y el 2050, esto se debe el aumento de la demanda combinado con una disminución del agua superficial disponible.

Para abordar este desafío, se analizan diferentes alternativas de inversión que mejoran la eficiencia de conducción y aplicación en el sistema de riego. Para cada década se establece el valor de eficiencia, en términos de conducción y de aplicación. Cada alternativa analizada determina diferentes niveles de eficiencia, costos e infraestructura afectada en la red. Esto produce diferentes escenarios con desempeños y costos totales distintos.

Al analizar la alternativa 2.2 para el río Diamante, puede detectarse que década tras década al producirse una mejora en la eficiencia de aplicación, la reducción del déficit es mínima, bajando apenas 3 hm³ para los dos casos (poblacional 37% y poblacional 30%).

La alternativa 2.3 por el contrario, al producirse un aumento en la eficiencia, de manera conjunta se produce un aumento en el déficit del sistema, incrementando su valor de 50

hm³ a 163 hm³ (poblacional 37%) y de 47 hm³ a 160 hm³ (poblacional 30%). Esto puede deberse a que el avance de la reducción de la oferta es más rápido que la ganancia de la mejora en la eficiencia.

Tabla 9.66: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.2. Río Diamante.

	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 37%	2020	63%	49%	43 447	1 833	-50
	2030	63%	63%	45 309	0	0
	2040	63%	73%	45 418	0	0
	2050	63%	85%	42 541	2 739	-47
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 30%	2020	63%	49%	43 563	1 717	-47
	2030	63%	63%	45 452	0	0
	2040	63%	73%	45 593	0	0
	2050	63%	85%	42 755	2 525	-44

Tabla 9.67: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3. Río Diamante.

	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 37%	2020	63%	49%	43 447	1 833	-50
	2030	63%	55%	41 493	3 787	-98
	2040	63%	60%	39 981	5 299	-128
	2050	63%	70%	37 484	7 796	-163
	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 30%	2020	63%	49%	43 563	1 717	-47
	2030	63%	55%	41 619	3 661	-95
	2040	63%	60%	40 126	5 154	-124
	2050	63%	70%	37 660	7 620	-160

Para esta cuenca se analiza la combinación de las alternativas 2.3 y 2.2. Estas mantienen la eficiencia de conducción constante en un 63% y afectan la eficiencia de aplicación de agua de riego, permitiendo un nivel de inversión escalable. Desde el año 2025 hasta el año 2035 se aplica la alternativa 2.3. La misma contempla la mejora de las estructuras de distribución en los canales, construcción de reservorios y aplicación del riego por mangas. La eficiencia de aplicación esperada alcanza el 70%. Luego, a partir del año 2035 hasta el año 2050 la alternativa 2.2 comienza a implementarse, la cual implica una inversión en riego por goteo en las propiedades.

La aplicación de las alternativas se realiza de manera paulatina, iniciando con la alternativa 2.3 en 2025 a 2035 afectando la totalidad de la superficie cultivada. Luego, a partir de 2035 y hasta 2050 se aplica la alternativa 2.2, a la totalidad de la superficie.
En la siguiente tabla se muestran las eficiencias esperadas luego de aplicadas las alternativas con la superficie afectada correspondiente:

Tabla 9.68: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. Río Diamante.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa [ha]
2025	49%	63%	31%	Actualidad	0
2030	60%	63%	37%	2.3	22.640
2035	70%	63%	44%	2.3	45.280
2040	75%	63%	47%	2.2	15.093
2045	80%	63%	50%	2.2	30.187
2050	85%	63%	54%	2.2	45.280

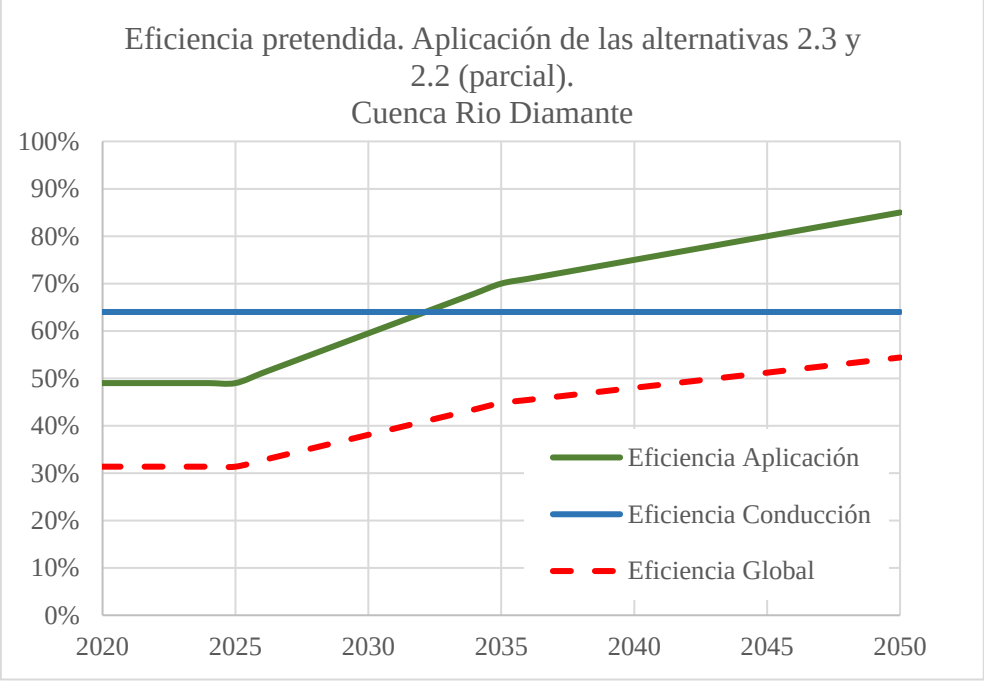


Figura 9.8: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del río Diamante.

Volumen de almacenamiento requerido

Se analiza el almacenamiento estacional e interanual necesario, comparando los niveles de eficiencia que son factibles de lograr para cada uno. El análisis se realiza en términos relativos entre la situación base y la situación con la aplicación de las alternativas en las proporciones expresadas anteriormente.

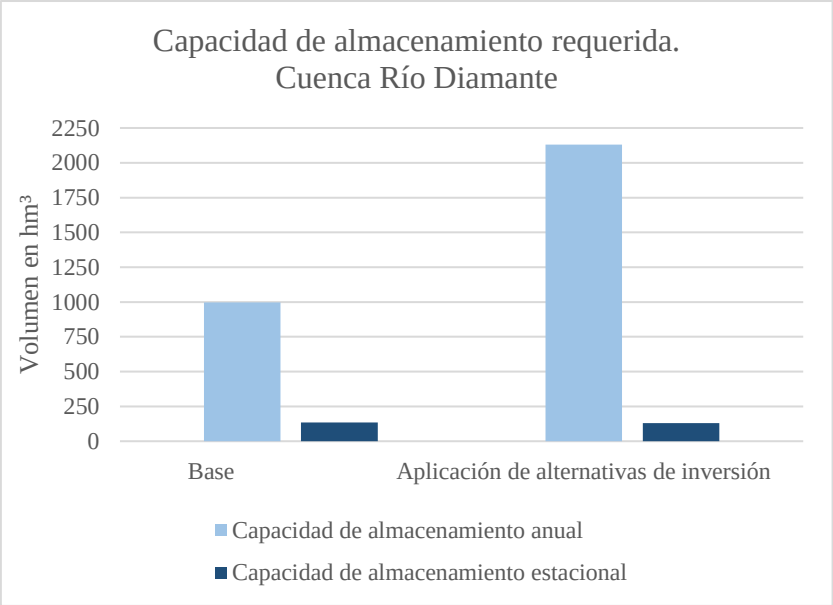


Figura 9.9: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Diamante.

Tabla 9.69: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Diamante. Sin considerar aporte subterráneo.

Escenario Analizado	Regulación Interanual		Regulación Estacional	
	Cobertura anual global	Capacidad de almacenamiento anual (hm^3)	Cobertura media anual	Capacidad de almacenamiento estacional (hm^3)
Base o de Referencia	71%	996	69%	136
Aplicación de alternativas de inversión	93%	2131	86%	131

Tabla 9.70: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Diamante. Considerando aporte subterráneo.

Escenario Analizado	Regulación Interanual		Regulación Estacional	
	Cobertura anual global	Capacidad de almacenamiento anual (hm^3)	Cobertura media anual	Capacidad de almacenamiento estacional (hm^3)
Base o de Referencia	70%	996	70%	136
Aplicación de alternativas de inversión	95%	2131	87%	131

La tabla anterior, analiza los dos escenarios en estudio: el "Base o de Referencia", que se toma la eficiencia actual de riego a lo largo del tiempo, y por otro lado un escenario que incorpora la "Aplicación de Alternativas de Inversión", proyectando una mejora gradual

en la eficiencia de riego hacia 2050. Los indicadores evaluados son la cobertura anual global y la capacidad de almacenamiento anual y estacional.

Si analizamos el caso con aporte subterráneo, la cobertura anual global del escenario de referencia alcanza el 70% para los dos tipos de almacenamiento (interanual y estacional). Analizando estos valores puede observarse que contar con un almacenamiento interanual no implica grandes mejoras en términos de cobertura.

Por otro lado, cuando se analiza el escenario con aplicación de alternativas de inversión la cobertura anual global alcanza el 95% para un almacenamiento interanual, y en el sistema con almacenamiento estacional la cobertura de la demanda también se incrementa llegando al 87%. El aumento en la eficiencia de uso del agua trae consigo un marcado aumento en la cobertura del sistema.

En términos de almacenamiento, el escenario de referencia demanda 996 hm^3 para lograr un almacenamiento interanual en el escenario base y 136 hm^3 para almacenamiento estacional correspondiente.

El escenario alternativas de inversión, implica una capacidad de almacenamiento interanual considerablemente mayor llegando a 2.131 hm^3, necesitando regular un volumen de agua considerable para garantizar el 95% de cobertura de la demanda. Sin embargo, la capacidad de almacenamiento estacional muestra una ligera disminución, de 136 hm^3 a 131 hm^3 respecto del escenario base. Observando estos valores puede decirse que las mejoras en la eficiencia de riego permiten un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles durante periodos críticos.

En resumen, el escenario con alternativas de inversión muestra un incremento en la cobertura de la demanda hídrica tanto para un sistema con almacenamiento interanual como estacional. Como la diferencia en volúmenes es muy marcada entre la regulación interanual y estacional, no se considera apropiado realizar el reservorio anual ya que su elevado costo solo implica una ligera mejora en la cobertura obtenida.

Los altos valores de almacenamiento interanual requerido para la aplicación de las alternativas de inversión están relacionados con la gran variabilidad en la presentación de los derrames del río. Lo cual trae aparejado, gran incertidumbre en términos de gestión del embalse, pudiendo no cumplirse los niveles de cobertura de la demanda estimados.

Análisis de la aplicación de las alternativas

En la siguiente tabla podemos observar los valores de cobertura de la demanda y nivel de abastecimiento con sus respectivas tendencias a lo largo de las décadas para una capacidad de almacenamiento de la cuenca de 538 hm³ (capacidad actual).

Tabla 9.71: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Diamante.

Escenarios simulados	Década	Cobertura de demanda. Sin agua subterránea.	Cobertura de demanda. Con agua subterránea.	Demanda Bruta (hm^3/año)	Agua disponible Superficial para riego (hm^3/año)	Agua Subterránea (hm^3/año)	Balance anual. Con Agua subterránea (hm^3/año)
Base o de referencia	2020/30	74%	75%	1.141	839	19	-302
	2030/40	68%	70%	1.191	814	17	-377
	2040/50	66%	67%	1.210	798	15	-412
Aplicación de alternativas de inversión.	2020/30	76%	77%	1.110	839	19	-271
	2030/40	86%	88%	877	755	17	-123
	2040/50	95%	96%	751	711	15	-40

La tabla anterior muestra la evolución de indicadores simulados para los tres períodos de tiempo analizados (2020, 2030 y 2040), a partir de la capacidad de almacenamiento actual de la cuenca.

Por un lado, tenemos el escenario tendencial, donde se analizan las condiciones actuales y futuras sin mejoras, y por otro el escenario con la aplicación de alternativas de inversión, que introduce cambios para la optimización del uso del agua.

En el escenario base, la cobertura de la demanda disminuye de un 75% en la década del 2020 a un 67% para el 2040. Este descenso muestra el impacto del incremento en la demanda bruta que pasa de 1.141 hm³/año en 2020 a 1210 hm³/año en 2040, y el nivel de abastecimiento superficial disminuye de 839 hm³/año a 798 hm³/año para el período en estudio. En conclusión, podemos decir que el déficit anual se agrava escalando de 302 hm³/año a 412 hm³/año.

Para el caso del escenario de aplicación de alternativas la cobertura de la demanda mejora revertiendo la tendencia negativa mostrada en el escenario base, con valores de cobertura de 77% para el período 2020, llegando a 96% para la década de 2040. Esto se logra mediante una reducción de la demanda bruta, que disminuye de 1.110 hm³/año en 2020 a 751 hm³/año para el 2040 en forma progresiva. Analizando el déficit anual observamos que este se reduce de manera significativa, de 271 hm³/año a 40 hm³/año durante el mismo

intervalo de tiempo, lo que indica una mejora en la relación entre oferta y demanda, aunque el nivel de abastecimiento superficial continua en disminución.

En conclusión, los 538 hm³ que posee de capacidad de almacenamiento la cuenca del Río Diamante, son suficientes si los comparamos con los 131 hm³ necesarios para el almacenamiento estacional. El factor de mayor relevancia para mejorar la cobertura de la demanda radica en incrementar la eficiencia de riego.

Reservorios en redes de riego

Láminas de diseño

El volumen del reservorio es proporcional a la lámina de diseño que se opte. A continuación, se presentan los valores de láminas para la cuenca del Río Diamante.

Tabla 9.72: Láminas de diseño para reservorios. Río Diamante.

Láminas de diseño	mm/día
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 45%)	11,1
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 54%)	9,3
Lámina recomendada de diseño. DGI	8,0

La capacidad de almacenamiento en reservorios, ubicados en la red de riego, para las 45.280 ha cultivadas existentes en el río Diamante, para cada alternativa de inversión varía ligeramente, ya que la alternativa 2.3 implica una eficiencia de aplicación del 70% (global del 45%) y la alterntiva 2.2, considera una eficiencia de aplicación del 85% en las 45.280 ha (global del 54%).

Tabla 9.73: Volumen de reservorios requeridos para las 45.280 ha cultivadas del Río Diamante.

Alternativas de inversión / Láminas de diseño	Volumen de almacenamiento en reservorios en red de riego	
	Lámina Ponderada por superficie de cultivos (mm/día)	Lámina de diseño de 8 (mm/día)
2.3: Riego por magas. Ef. Global: 45%	5,03 hm^3	3,62 hm^3
2.2: Riego por goteo. Ef. Global: 54%	4,21 hm^3	

Determinación del tamaño del reservorio

La capacidad estimada de 3,62 hm³ se considera particionada en reservorios a lo largo de la red de riego. El tamaño de cada reservorio se calcula de acuerdo con las necesidades de almacenamiento requeridas por dicha unidad.

En este caso, se requieren 26 reservorios, cada uno de los cuales abastecerá una superficie de 1.800 hectáreas cultivadas. Dado que el volumen total de almacenamiento necesario es de 3,62 hm³, al dividir esta capacidad entre 24 reservorios, se obtiene un volumen aproximado de 143.000 m³ por reservorio.

Inversiones en superficie irrigada por el río Diamante

Alternativa 2.3: 2025 a 2035

Las inversiones necesarias para la implementación de la alternativa seleccionada se presentan con base en el Informe 5.1, Capítulo 8 - "EVALUACIÓN DE COSTOS PARA OBRAS DE MEJORAS" y Capítulo 9 - "ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL DÉFICIT PROYECTADO".

La Alternativa 2.3 busca la optimización del sistema actual de distribución, permitiendo entregas programadas o a demanda, mediante la implementación de métodos de riego tecnificados de baja presión, como el uso de mangas.

Tabla 9.74: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca Río Diamante.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego. (unidades de 145 000 m³)	565	1.017.000	25.583.200
Mangas	845	1.521.000	38.261.600
Estructuras de derivación	975	1.755.000	44.148.000
Implementación de sistema de gestión	1,51	2.718	68.373
Caudalímetros	731	1.315.800	33.099.680
Contingencia (20% del costo de inversión)	623,5	1.122.300	28.232.071
TOTAL	3.741	6.733.800	169.393.023

Alternativa 2.2: 2035 a 2050

Desde el año 2035, la Alternativa 2.2 se introduce en la cuenca para incorporar el riego por goteo en en la superficie cultivada, alcanzando la totalidad de las hectáreas en 2050. Esta última requiere inversiones adicionales en riego por goteo, con el objetivo de llegar a los niveles de eficiencia pretendidos.

Tabla 9.75: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050) para la Cuenca Río Diamante.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría, red eléctrica y puesta a punto	147	264.600	6.656.160
Mangueras y goteos	3.000	5.400.000	135.840.000
Reservorio en las propiedades. Cámara de carga (20 m³/ha)	900	3.420.000	40.752.000
Estación presurización	2.046	3.682.800	92.642.880
Contingencia (20% del costo de inversión)	1.219	648.000	55.178.208
TOTAL	7.312	13.161.600	311.087.360

Costos Anuales

La tabla muestra los costos anuales del escenario 2.2–2.3 aplicados a la totalidad de la superficie irrigada de la cuenca del Río Diamante. Los costos incluyen recuperación de capital, mantenimiento y energía, tanto para abastecimiento poblacional (AS) como para riego presurizado general (RPG). En 2030 y 2035, los costos anuales totales son moderados, alcanzando 13,8 millones USD/año y 16,57 millones USD/año, con un costo promedio de 305 y 366 USD/ha, respectivamente.

A partir de 2040, se observa un salto significativo en los costos. Esto refleja la inversión en infraestructura y los requerimientos adicionales de energía asociados a la alternativa 2.2.

Tabla 9.76: Costos anuales escenario 2.2 – 2.3 Cuenca Río Diamante.

Año	Total, de inversiones	Recup de capital Alt 2.3	Recup de capital Alt 2.2	Mant Alt 2.3	Mant Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año ha
2030	16.939.302	11.019.259	0	635.224	0	98.754	0	11.753.237	260
2035	16.939.302	11.019.259	0	1.270.448	0	88.359	0	12.378.066	273
2040	22.071.283	11.019.259	21.536.530	1.270.448	827.673	77.964	6.242.625	40.974.498	905
2045	22.071.283	11.019.259	21.536.530	1.270.448	827.673	77.964	6.242.625	40.974.498	1061
2050	22.071.283	11.019.259	21.536.530	1.270.448	2.483.019	72.766	18.727.874	55.109.896	1217

9.4 CUENCA DEL RÍO ATUEL

Determinación del nivel de eficiencia. Río Atuel

La tabla 9.78 muestra el balance hídrico proyectado para las décadas de 2020, 2030, 2040 y 2050, considerando un nivel de confiabilidad del 80%.

Tabla 9.77: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado en hm³. Cuenca Río Atuel.

Nivel de Confiabilidad	80%			
Década	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	820	770	705	660
Volumen Sostenible de Agua Subterránea (según informe 2.2)	51	51	49	49
Demanda Proyectada	997	1.032	1.054	1.076
Balance Hídrico	-126	-211	-299	-367

El nivel de abastecimiento de agua superficial disminuye progresivamente de 820 hm³ en 2020 a 660 hm³ en 2050, mientras que el volumen sostenible de agua subterránea, según el informe 2.2, se mantiene constante en 51 hm³ hasta 2030 y desciende ligeramente a 49 hm³ en 2040 y 2050. Por otro lado, la demanda proyectada aumenta de 997 hm³ en 2020 a 1.076 hm³ en 2050, reflejando un incremento constante en las necesidades hídricas. Como resultado, el balance hídrico para la situación base (situación proyectada sin intervenciones) evidencia un déficit creciente, que pasa de 126 hm³ en 2020 a 367 hm³ en 2050, debido a la combinación de menor disponibilidad de agua superficial y mayor demanda.

Para el río Atuel, existen alternativas que logran eliminar el déficit proyectado considerando la oferta sostenible con un nivel de confiabilidad del 80% y alternativas que, si bien no lo eliminan lo reducen de manera considerable. Para cada década se establece el valor de eficiencia, tanto de conducción como de aplicación, que logra eliminar el déficit, para los valores de oferta determinados. Cada una de las alternativas analizadas determina diferentes niveles de eficiencia, costos e infraestructura que se afecta en la red. Esto genera diferentes escenarios con desempeños y costos totales diferentes.

Si analizamos las alternativas 2.3 y 2.2 para el río Atuel, se observa cómo, década tras década es necesario aumentar la eficiencia de aplicación para logar reducir o eliminar el déficit.

Tabla 9.78: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.3. Río Atuel.

	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	84.2%	49.8%	46 682	6 938	-126
	2030	84.2%	63.6%	53 620	0	0
	2040	84.2%	66.8%	50 465	3 155	-21
	2050	84.2%	70.0%	48 422	5 198	-49

Tabla 9.79: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. 2.2. Río Atuel.

	Década	EFF Conducción	EFF Aplicación	Hectáreas potenciales	Δ Ha.	Déficit (Hm³)
Poblacional 26%	2020	84.2%	49.8%	46 682	6 938	-126
	2030	84.2%	63.5%	53 620	0	0
	2040	84.2%	71.1%	53 620	0	0
	2050	84.2%	77.9%	53 620	0	0

En el presente capítulo se aborda la aplicación combinada de las alternativas 2.3 y 2.2. Ambas alternativas afectan la eficiencia de aplicación de agua de riego y las inversiones son escalables. A partir del año 2025 y hasta el año 2035 se aplica la alternativa 2.3. La misma contempla la construcción de reservorios, mejora de las estructuras de distribución en los canales, y aplicación del riego por mangas. La eficiencia de aplicación pretendida asciende al 70%. A partir del año 2035 y hasta el año 2050 se aplica la alternativa 2.2, esta considera la inversión en riego por goteo en las propiedades.

La aplicación de las alternativas se realiza de manera progresiva, comenzando la alternativa 2.3 en 2025 a 2035 afectando la totalidad de la superficie cultivada. Luego, a partir de 2035 y hasta 2050 se aplica la alternativa 2.2 de manera parcial, afectado 28.241 ha.

A continuación, se presentan las eficiencias pretendidas por la aplacación de las alternativas y la superficie afectada:

Tabla 9.80: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión.

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa [ha]
2025	50%	84%	42%	Actualidad	0
2030	60%	84%	51%	2.3	26.812
2035	70%	84%	59%	2.3	53.623
2040	73%	84%	61%	2.2	9.914
2045	75%	84%	64%	2.2	18.828
2050	78%	84%	66%	2.2	28.241

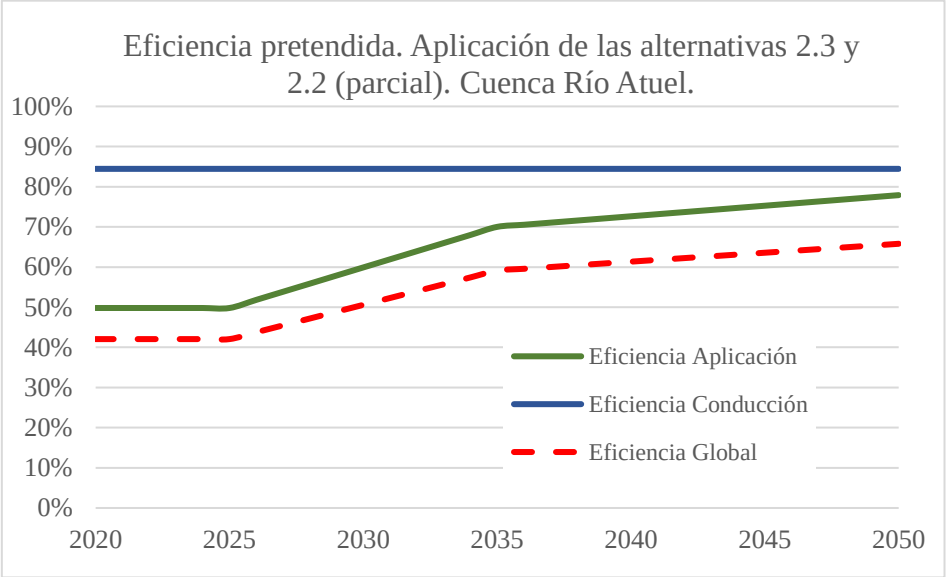


Figura 9.10: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del río Atuel.

Volumen de almacenamiento requerido

El nivel de satisfacción de la demanda queda determinado por la capacidad del sistema en satisfacer los requerimientos de riego mensual. Es por ello, que es necesario evaluar tanto la necesidad de almacenamiento como el nivel de cobertura de la demanda que se logra. Se analiza el almacenamiento estacional e interanual necesario, comparando los niveles de eficiencia que son factibles de lograr para cada uno. El análisis se realiza en términos relativos entre la situación base y la situación con la aplicación de las alternativas. Los valores de coberturas presentados responden a valores medios durante todo el periodo de simulación, para la condición de referencia y para la condición de aplicación progresiva de las alternativas de inversión.

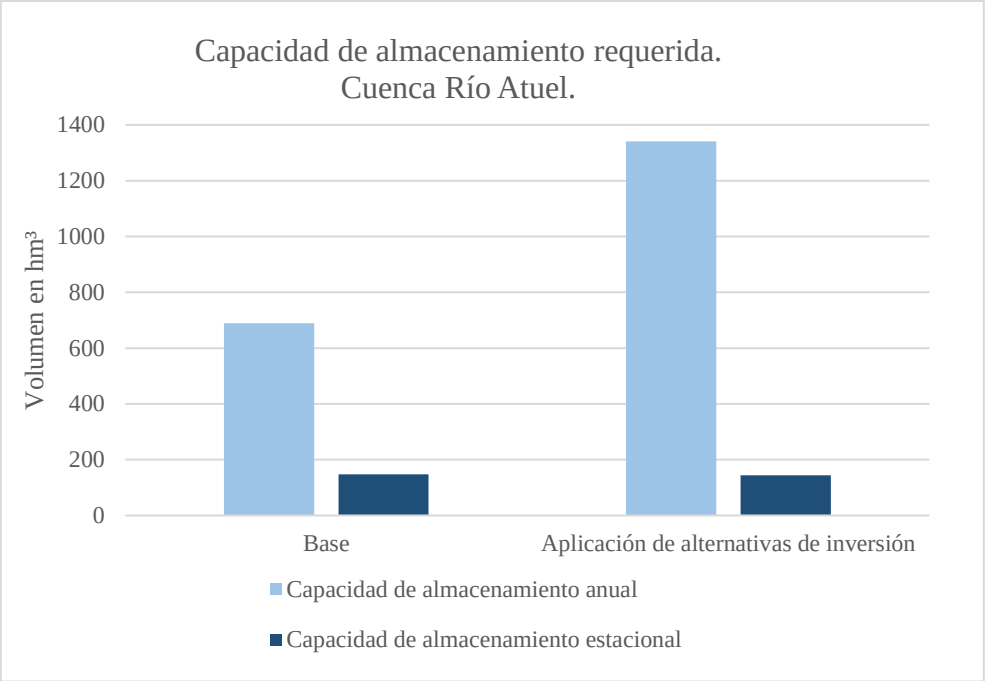


Figura 9.11: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Atuel.

Tabla 9.81: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Atuel. Sin considerar aporte subterráneo.

Escenario Analizado	Regulación Interanual		Regulación Estacional	
	Cobertura anual global	Capacidad de almacenamiento anual	Cobertura anual global	Capacidad de almacenamiento estacional
Base o de Referencia	59%	689	59%	147
Aplicación de alternativas de inversión	77%	1.341	75%	143

Tabla 9.82: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Atuel. Considerando aporte subterráneo.

Escenario Analizado	Regulación Interanual		Regulación Estacional	
	Cobertura anual global	Capacidad de almacenamiento anual	Cobertura anual global	Capacidad de almacenamiento estacional
Base o de Referencia	64%	689	64%	147
Aplicación de alternativas de inversión	83%	1.341	80%	143

En cuanto a la cobertura anual global, el escenario de referencia posee una cobertura media de la demanda del 64% considerando, tanto un almacenamiento estacional como interanual. La diferencia radica en que, para un almacenamiento interanual todos los años la demanda será satisfecha con un 64%, y para el almacenamiento estacional, la media de las coberturas es del 64%. En el sentido práctico, significa que contar con un almacenamiento interanual no mejora sustancialmente la cobertura.

Por otro lado, para el escenario con aplicación de alternativas de inversión la cobertura anual global bajo un almacenamiento interanual mejora alcanzando el 83%, y para un sistema con almacenamiento estacional la cobertura de la demanda también se incrementa llegando al 80%. Este aumento en la cobertura indica el impacto positivo que genera un aumento en la eficiencia de uso del agua.

Respecto a la capacidad de almacenamiento anual requerida, el escenario de referencia demanda 689 hm^3 para lograr un almacenamiento interanual[11] y 147 hm^3 para almacenamiento estacional.

En el escenario con alternativas de inversión, la capacidad de almacenamiento interanual requerida aumenta considerablemente a 1.341 hm^3, reflejando la necesidad de una mayor regulación para garantizar el 83% de cobertura de la demanda todos los años. Sin embargo, la capacidad de almacenamiento estacional muestra una ligera disminución, de 147 hm^3 a 143 hm^3. Esto sugiere que las mejoras en la eficiencia de riego permiten un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles durante periodos críticos, reduciendo la dependencia de almacenamiento temporal.

Como conclusión, el escenario con alternativas de inversión muestra un incremento en la cobertura de la demanda hídrica tanto para un sistema con almacenamiento interanual como estacional. Sin embargo, si bien disponer de un almacenamiento interanual mejora la cobertura de la demanda en un escenario de mejora o estabiliza la cobertura en el escenario de referencia, no se justifica debido al elevado costo que implica pasar de un almacenamiento requerido cercano a los 147 hm^3 a los 1.341 hm^3, considerando la limitada mejora en la cobertura obtenida.

Estos valores tan elevados de almacenamiento interanual requerido, tanto para el escenario de referencia como para el escenario con la aplicación de las alternativas de inversión están directamente relacionados con la gran variabilidad en la presentación de los derrames del río. Esto generaría, además, una elevada incertidumbre a la hora de

[11] Bajo la presentación de los derrames proyectados por el IANIGLA.

gestionar el almacenamiento en el embalse, pudiendo no cumplirse los niveles de cobertura de la demanda estimados.

Análisis de la aplicación de las alternativas

A continuación, se presentan los valores de cobertura de la demanda y nivel de abastecimiento y las tendencias a lo largo de las décadas considerando la capacidad de almacenamiento actual de la cuenca de 352 hm³.

Tabla 9.83: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Atuel.

Escenarios simulados	Década	Cobertura de demanda. Sin agua subterránea.	Cobertura de demanda. Con agua subterránea.	Demanda Bruta (hm^3/año)	Agua disponible Superficial para riego (hm^3/año)	Agua Subterránea (hm^3/año)	Balance anual. Con Agua subterránea (hm^3/año)
Base o de referencia	2020/30	61%	67%	987	605	58	-324
	2030/40	60%	65%	1.013	603	58	-358
	2040/50	56%	61%	1.034	576	58	-401
Aplicación de alternativas de inversión	2020/30	64%	70%	946	606	56	-285
	2030/40	77%	81%	750	576	45	-139
	2040/50	82%	86%	684	564	40	-93

En el escenario base o de referencia, la cobertura de la demanda (incluyendo el aporte subterráneo) disminuye progresivamente de un 67% en la década 2020/30 a un 61% en 2040/50. Esta tendencia negativa refleja el impacto del incremento en la demanda bruta que pasa de 987 hm³/año en 2020/30 a 1.034 hm³/año en 2040/50, y la disminución del nivel de abastecimiento superficial de 605 hm³/año a 576 hm³/año. Como resultado, el déficit anual se agrava, aumentando de 324 hm³/año a 401 hm³/año.

En el escenario de aplicación de alternativas de inversión mejora sustancialmente la cobertura de la demanda, logrando revertir la tendencia negativa. Partiendo de un 70% en 2020/30, a un 86% en 2040/50. Esto se logra mediante una reducción de la demanda bruta, que disminuye progresivamente de 946 hm³/año en 2020/30 a 684 hm³/año en 2040/50. Asimismo, el déficit anual se reduce significativamente, pasando de 285 hm³/año a 93 hm³/año durante el mismo período, mostrando una mejora constante en la relación entre oferta y demanda, aunque el nivel de abastecimiento superficial sigue mostrando una disminución similar a la del escenario tendencial.

Como conclusión, la capacidad de almacenamiento actual de la cuenca, de 352 hm³, es suficiente frente a los 143 hm³ necesarios para el almacenamiento estacional. El factor clave para mejorar la cobertura de la demanda radica en incrementar la eficiencia de riego.

Las inversiones propuestas permiten revertir la tendencia decreciente en la cobertura, optimizando el uso del recurso hídrico y asegurando una cobertura mayor de la demanda.

Reservorios en redes de riego

Láminas de diseño

El volumen del reservorio es proporcional a la lámina de diseño que se opte. A continuación, se presentan los valores de láminas para la cuenca del Río Atuel.

Tabla 9.84: Láminas de diseño para reservorios. Río Atuel.

Láminas de diseño	mm/día
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 72%)	6,7
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 59%)	8,2
Lámina recomendada de diseño. DGI	8,0

La capacidad de almacenamiento en reservorios, ubicados en la red de riego, para las 53623 ha cultivadas existentes en el rio Atuel, para cada alternativa de inversion varia ligeramente, ya que la Alternativa 2.3 (riego por mangas) considera una eficiencia de aplicación del 70% (global del 59%) y la Alterntiva 2.2, considera una eficiencia de aplicación del 85% en 28.241 ha de las 51.851 ha (global del 66%).

Tabla 9.85: Volumen de reservorios requeridos para las 53623 ha cultivadas del Río Atuel.

Alternativas de inversión / Láminas de diseño	Volumen de almacenamiento en reservorios en red de riego	
	Lámina Ponderada por superficie de cultivos (mm/día)	Lámina de diseño de 8 (mm/día)
2.3: Riego por magas. Ef. Global: 59%	4,38 hm^3	4,28 hm^3
2.2: Riego por goteo. Ef. Global: 66%	3,92 hm^3	

Determinación del tamaño del reservorio

La capacidad estimada de 4,28 hm^3 se considera distribuida en diversos reservorios a lo largo de la red de riego.

En este caso, se requieren 30 reservorios, cada uno de los cuales abastecerá una superficie de 1.800 hectáreas cultivadas. Dado que el volumen total de almacenamiento necesario es de 4,15 hm³, al dividir esta capacidad entre 30 reservorios, se obtiene un volumen aproximado de 144.000 m³ por reservorio.

Inversiones en superficie irrigada por el río Atuel

Alternativa 2.3: 2025 a 2035

Las inversiones necesarias para la implementación de la alternativa seleccionada se presentan con base en el Informe 5.1, Capítulo 8 - "EVALUACIÓN DE COSTOS PARA OBRAS DE MEJORAS" y Capítulo 9 - "ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL DÉFICIT PROYECTADO".

La Alternativa 2.3 busca la optimización del sistema actual de distribución, permitiendo entregas programadas o a demanda, mediante la implementación de métodos de riego tecnificados de baja presión, como el uso de mangas.

Tabla 9.86: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la Cuenca Río Atuel.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego. (unidades de 143 000 m3)	565	1.017.000	30.296.762
Mangas	845	1.521.000	45 311.087
Estructuras de derivación	716	1.288.800	38.393.773
Implementación de sistema de gestión	1,42	2.559	137.274
Caudalímetros	312	581.400	16.753.800
Contingencia (20% del costo de inversión)	487,9	766.260	22.827.136
TOTAL	2.927	5.179.680	176.485.839

Alternativa 2.2: 2035 a 2050

A partir del año 2035, se introduce parcialmente la Alternativa 2.2, que incorpora el riego por goteo en una porción de la superficie cultivada, alcanzando 28.241 hectáreas en 2050. Esta última requiere inversiones adicionales en riego por goteo, con el objetivo de llegar a los niveles de eficiencia pretendidos.

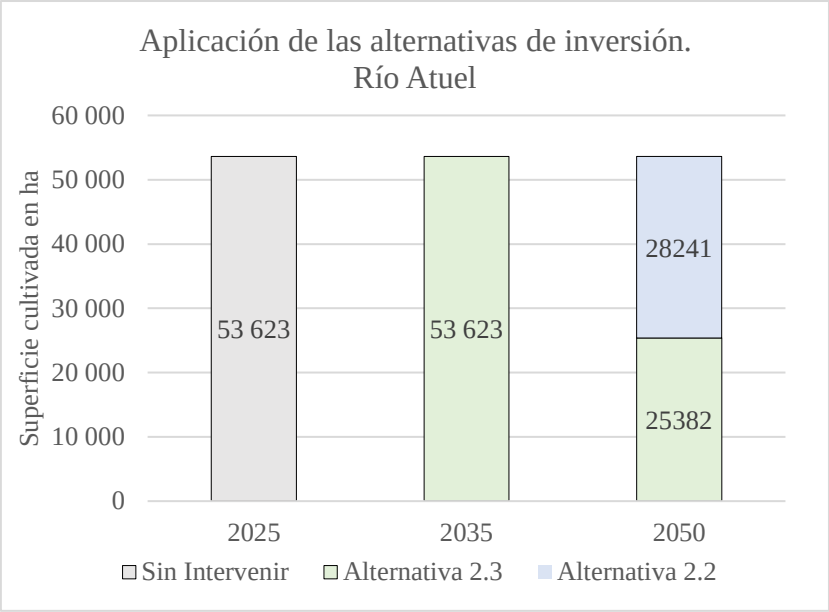


Figura 9.12: Aplicación de las alternativas en cuenca Río Atuel.

Tabla 9.87: Inversiones alternativa 2.2 (2035 – 2050) para la Cuenca Río Atuel.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo por UAM (US$/unidad)	Costo Total (US$)
Telemetría, red eléctrica y puesta a punto	147	264.600	4.151.461
Mangueras y goteos	3.000	5.400.000	84.723.688
Reservorio en las propiedades. Cámara de carga (20 m³/ha)	1.900	3.420.000	53.658.336
Estación presurización	2.046	3.682.800	57.781.555
Estación de filtrado	360	648.000	10.166.843
Contingencia (20% del costo de inversión)	1.491	2.683.080	42.096.377
TOTAL	8.944	16.098.480	252.578.260

La superficie afectada a la alternativa 2.2 es de 28.241 hectáreas, correspondiendo a 16 UAM de referencia.

A continuación, se presentan los costos anuales asociados con el escenario 2.3–2.2 aplicado a la superficie irrigada de la cuenca del Río Atuel. Los costos incluyen recuperación de capital, mantenimiento y energía, desglosados para las alternativas 2.3 y 2.2. En 2030 y 2035, los costos totales son relativamente bajos, alcanzando 11,03 millones USD/año y 11,59 millones USD/año, con costos promedio por hectárea de 210 y 220 USD/ha, respectivamente.

A partir de 2040, se produce un aumento significativo en los costos debido a la implementación de la alternativa 2.2, que incrementa las inversiones en recuperación de capital y mantenimiento, junto con mayores requerimientos energéticos para el riego presurizado. Los costos totales ascienden a 42,75 millones USD/año en 2040, 57,78 millones USD/año en 2045 y alcanzan 73,08 millones USD/año en 2050, con costos promedio de hasta 1.389 USD/ha.

Tabla 9.88: Costos anuales escenario 2.3 – 2.2 Cuenca Río Atuel.

Año	Total, de inversiones	Recup de capital Alt 2.3	Recup de capital Alt 2.2	Mant Alt 2.3	Mant Alt 2.2	Energía (AS)	Energía (RPG)	Costos anuales totales	Costos anuales
	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año	USD/Año ha
2030	15.699.772	10.212.927	0	588.741	0	229.130	0	11.030.798	210
2035	15.699.772	10.212.927	0	1.177.483	0	196.662	0	11.587.073	220
2040	16.838.551	10.212.927	16.430.578	1.177.483	631.446	188.197	2.021.554	30.662.185	583
2045	16.838.551	10.212.927	16.430.578	1.177.483	1.262.891	179.732	4.083.034	33.346.646	6334
2050	16.838.551	10.212.927	16.430.578	1.177.483	1.894.337	171.267	6.184.440	36.071.033	686

9.5 CUENCA DEL RIO MALARGÜE

Determinación del nivel de eficiencia. Río Malargüe

La tabla 9.89 muestra el balance hídrico proyectado para las décadas de 2020, 2030, 2040 y 2050, considerando un nivel de confiabilidad del 80%.

Tabla 9.89: Agua disponible y Balance Hídrico proyectado en hm³. Cuenca Río Malargüe.

Nivel de Confiabilidad	80%			
Década	2020	2030	2040	2050
Nivel de Abastecimiento	240	230	190	150
Demanda Proyectada	66	68	69	70
Balance Hídrico (sin aporte a Llancanelo)	174	162	121	80

En la cuenca del Río Malargüe, se incluye un uso relacionado con la demanda ambiental de la laguna Llancanelo, registrado bajo la categoría Eventual y que abarca un total de 2478,15 hectáreas. Este factor debe ser considerado al analizar los valores de "exceso" o "superávit" de agua estimados en el balance hídrico proyectado.

A continuación, se detalla la alternativa 2.3 propuesta para la cuenca del Río Malargüe. Si bien la cuenca no presenta un déficit hídrico persistente, la ausencia de infraestructura de almacenamiento limita la capacidad de regular eventuales déficits estacionales. En este contexto, una mejora en la eficiencia del sistema de distribución fortalecería su capacidad para satisfacer las demandas durante períodos de sequía, aumentando la seguridad hídrica y la resiliencia del sistema.

Tabla 9.90: Eficiencias pretendidas por aplicación de alternativas de inversión. Río Malargüe

Década	Eficiencia Aplicación	Eficiencia Conducción	Eficiencia Global	Alternativa Aplicada	Superficie Afectada a la Alternativa [ha]
2025	50%	78%	43%	Actualidad	0
2030	63%	78%	49%	2.3	1.499
2035	70%	78%	55%	2.3	2.997
2040	70%	78%	55%	2.3	2.997
2045	70%	78%	55%	2.3	2.997
2050	70%	78%	55%	2.3	2.997

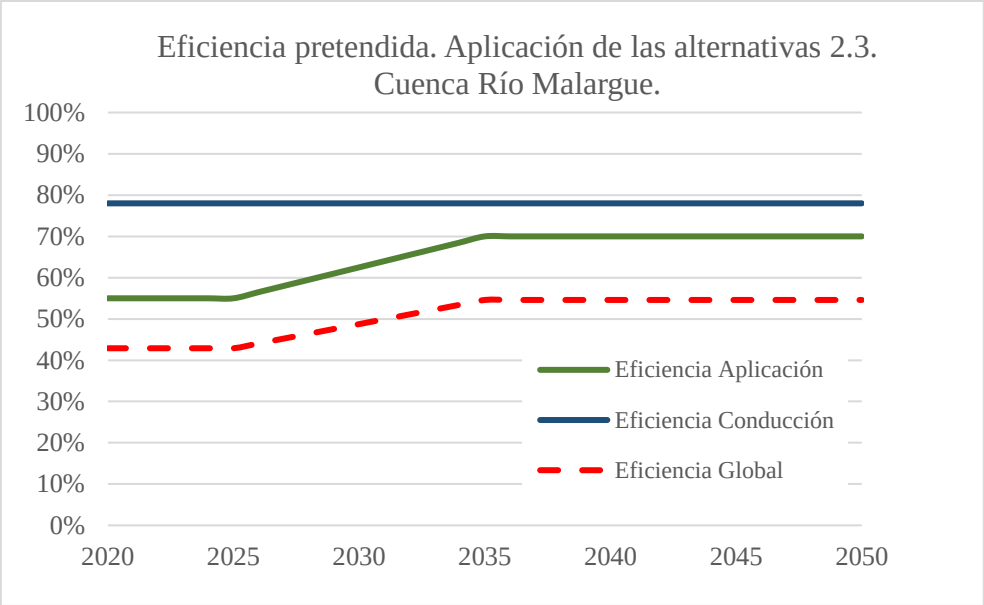


Figura 9.13: Eficiencia pretendida a 2050. Cuenca del Río Malargüe.

Volumen de almacenamiento requerido

A continuación, se presentan los valores de almacenamiento estacional requerido para satisfacer los déficits estacionales máximos que se presentan.

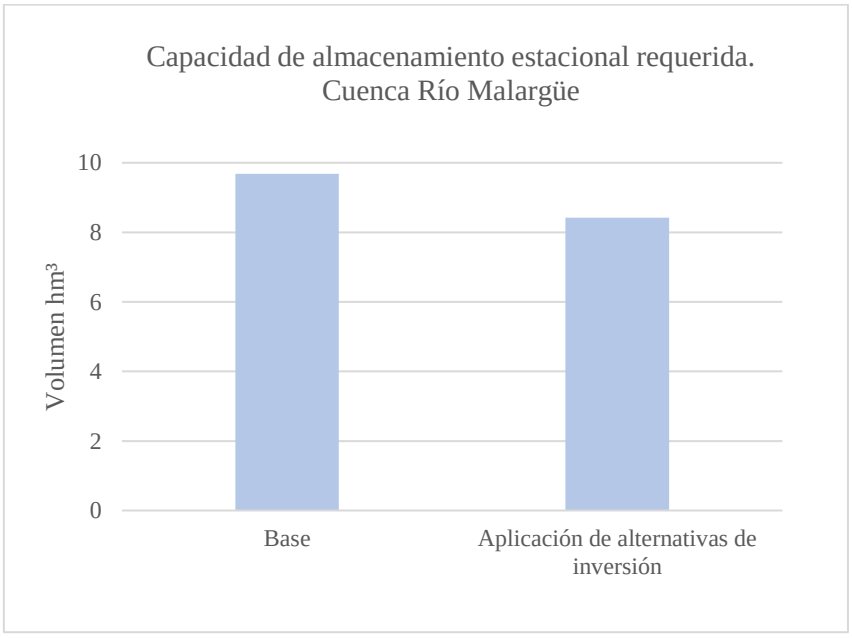


Figura 9.14: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Malargüe.

Tabla 9.91: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del Río Malargüe.

Escenario Analizado	Regulación Estacional		
	% tiempo donde la cobertura mensual está por debajo del 80%	Cobertura media global	Capacidad de almacenamiento estacional
Base o de Referencia	17%	98%	10
Aplicación de alternativas de inversión	9%	99%	8

En cuanto a los indicadores evaluados, el porcentaje de tiempo en que la cobertura mensual se encuentra por debajo del 80% se reduce del 17% en el escenario base al 9% con las inversiones proyectadas, reflejando una disminución en la frecuencia de déficits hídricos. Asimismo, la cobertura media global mejora del 98% al 99%, lo que evidencia un incremento en la capacidad del sistema para satisfacer las demandas hídricas. Por último, la capacidad de almacenamiento estacional requerida disminuye de 10 hm^3 en el escenario base a 8 hm^3 con la implementación de las alternativas, dotando al sistema de mayor resiliencia frente a variaciones estacionales.

Análisis de la aplicación de las alternativas

A continuación, se presentan los valores de cobertura de la demanda y nivel de abastecimiento y las tendencias a lo largo de las décadas considerando que actualmente no se cuenta con almacenamiento a nivel de cuenca.

Tabla 9.92: Capacidad de almacenamiento requerida. Cuenca del río Atuel.

Escenarios simulados	Década	Cobertura de demanda.	Demanda Bruta (hm^3/año)	Nivel de abastecimiento Superficial (hm^3/año)	Balance anual. Con Agua subterránea (hm^3/año)
Base o de referencia	2020/30	99%	67	67	-1
	2030/40	96%	69	66	-2
	2040/50	98%	70	68	-2
Aplicación de alternativas de inversión	2020/30	98%	65	64	-2
	2030/40	100%	56	56	0
	2040/50	100%	55	55	0

La tabla muestra los resultados de dos escenarios simulados en distintas décadas: el "Base o de Referencia" y la "Aplicación de Alternativas de Inversión". En el escenario base, la

cobertura de la demanda varía entre un 96% y un 99%, con un balance anual negativo de hasta -2 hm³/año. En contraste, la aplicación de alternativas de inversión mejora la cobertura al 100% en las últimas décadas y permite equilibrar el balance anual en 0 hm³/año para 2040/50.

Reservorios en redes de riego

Láminas de diseño

El volumen del reservorio es proporcional a la lámina de diseño que se opte. A continuación, se presentan los valores de láminas para la cuenca del Río Malargüe.

Tabla 9.93: Láminas de diseño para reservorios.

Láminas de diseño	mm/día
Máxima pondera por superficie cultivos (Eficiencia del 55%)	11,4
Lámina recomendada de diseño. DGI	8,0

Tabla 9.94: Volumen de reservorios requeridos para las 2.997 ha cultivadas del Río Malargüe.

Alternativas de inversión / Láminas de diseño	Volumen de almacenamiento en reservorios en red de riego	
	Lámina Ponderada por superficie de cultivos (mm/día)	Lámina de diseño de 8 (mm/día)
2.3: Riego por magas. Ef. Global: 55%	0,34 hm^3	0,24 hm^3

Inversiones en superficie irrigada por el río Malargüe

Alternativa 2.3: 2025 a 2035

Las inversiones necesarias para la implementación de la alternativa seleccionada se presentan con base en el Informe 5.1, Capítulo 8 - "EVALUACIÓN DE COSTOS PARA OBRAS DE MEJORAS" y Capítulo 9 - "ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR EL DÉFICIT PROYECTADO".

La Alternativa 2.3 busca la optimización del sistema actual de distribución, permitiendo entregas programadas o a demanda, mediante la implementación de métodos de riego tecnificados de baja presión, como el uso de mangas.

Tabla 9.95: Inversiones alternativa 2.3 (2025 – 2035) para la cuenca Río Malargüe.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego.	565	1.693.305
Mangas	845	2.532.465
Estructuras de derivación	383	1.147.851
Implementación de sistema de gestión	2,21	6.623
Caudalímetros	523	1.567.431
Contingencia (20% del costo de inversión)	464	1.389.535
TOTAL	2.782	8.337.210

Costos anuales

La tabla muestra los costos anuales de la Alternativa 2.3 aplicados, con un total constante de 604.877 USD/año desde 2030 hasta 2050 y un costo promedio de 202 USD/ha año. Los costos incluyen recuperación de capital y mantenimiento, con inversiones iniciales únicamente hasta 2035.

Tabla 9.96: Costos anuales. Río Malargüe.

Año	Total de inversiones	Recuperación de capital Alt 2.3	Mantenimiento Alt 2.3	Costos anuales totales	Costos anuales
	USD/año	USD/ año	USD/ año	USD/ año	USD/ha año
2030	833.721	542.348	31.265	573.612	192
2035	833.721	542.348	62.529	604.877	202
2040	0	542.348	62.529	604.877	202
2045	0	542.348	62.529	604.877	202
2050	0	542.348	62.529	604.877	202

Inversiones en superficie irrigada por arroyos

Alternativa 2.3: 2025 a 2035

Al igual que para la superficie irrigada por el río Malargüe, se analiza la aplicación de la alternativa 2.3 para la superficie cultivada de 4842 ha del arroyo Alamito y el Chacay.

Tabla 9.97: Inversiones Alternativa 2.3 (2025 – 2035) Arroyo Alamito y el Chacay.

Componentes	Costo Unitario (US$/ha)	Costo Total (US$)
Reservorio en red de riego.	565	2.735.730
Mangas	845	4.091.490
Estructuras de derivación	383	1.854.486
Implementación de sistema de gestión	2,21	10.701
Caudalimetros	523	2.532.366
Contingencia (20% del costo de inversión)	464	2.244.955
TOTAL	2.782	13.469.727

Tabla 9.98: Costos anuales. Arroyo Alamito y el Chacay.

Año	Total de inversiones	Recuperación de capital Alt 2.3	Mantenimiento Alt 2.3	Costos anuales totales	Costos anuales
	USD/año	USD/año	USD/año	USD/año	USD/ha año
2030	1.346.973	876.225	50.511	926.737	192
2035	1.346.973	876.225	101.023	977.248	202
2040	0	876.225	101.023	977.248	202
2045	0	876.225	101.023	977.248	202
2050	0	876 225	101.023	977.248	202

10. CONCLUSIONES

10.1 CONCLUSIONES GENERALES

El análisis de las principales cuencas hídricas de la provincia destaca desafíos significativos relacionados con la creciente escasez de recursos y el aumento de la demanda hacia 2050. Este estudio considera la superficie cultivada según el Balance Hídrico 2020, la cual es considerablemente menor a la superficie empadronada. Esto implica que, si esta última se pone en producción, será necesario dotarla de agua, agravando los déficits hídricos y subrayando la urgencia de realizar estudios más profundos para evaluar las implicancias de este escenario.

En todas las cuencas analizadas se observa una disminución progresiva en la oferta de agua superficial, acompañada de una creciente demanda agrícola, poblacional e industrial, si bien las proyecciones de aplicación de las alternativas no eliminan completamente el déficit hídrico, si se logra el objetivo de estabilizar las coberturas a valores razonables hacia 2050.

En este contexto, es crucial avanzar hacia una gestión integrada y eficiente del recurso hídrico. Esto incluye actualizar balances hídricos, incorporar modelaciones para evaluar la interacción entre las diferentes fuentes de agua y optimizar la operación de los sistemas. También resulta prioritario analizar los impactos ambientales y en la recarga de acuíferos, así como fortalecer la gobernanza mediante una modernización normativa que facilite la asignación y distribución del agua.

La necesidad de inversiones en infraestructura, acciones destinadas a mantener los volúmenes de almacenamiento estacional existente y la mejora en la distribución emerge como un punto común en todas las cuencas.

10.2 CUENCA DEL RÍO MENDOZA

El balance hídrico proyectado para la cuenca incluye agua superficial, tratada, recirculada y subterránea, mostrando una disminución progresiva en la oferta de agua superficial (de 1.370 hm^3 en 2020 a 1.130 hm^3 en 2050) y una cierta estabilidad en las otras fuentes: agua tratada (102 hm^3) y subterránea (316 hm^3). Esto se da en un contexto de aumento de demanda hídrica proyectada, de 2.152 hm^3 en 2020 a 2.364 hm^3 en 2050, generando un déficit creciente que pasa de -312 hm^3 a -764 hm^3 en el mismo período. Este déficit refleja la combinación de menor disponibilidad de agua superficial y una mayor demanda.

Aunque las alternativas propuestas no eliminan completamente el déficit, logran reducirlo de manera significativa.

En la cuenca del Río Mendoza, el abastecimiento poblacional se analiza bajo dos escenarios: uno tendencial, que mantiene las pérdidas actuales del 46% en la red de distribución y proyecta un incremento de la demanda bruta de 312 hm³/año en 2020 a 393,3 hm³/año en 2050, y otro optimizado, que reduce gradualmente las pérdidas al 25% para 2050, logrando que la demanda bruta disminuya a 281 hm³/año, a pesar del crecimiento en la demanda neta. Este escenario optimizado mejora significativamente la eficiencia en la distribución, disminuyendo la presión sobre los recursos hídricos destinados para riego, logrando, en conjunto con la mejora en la eficiencia de riego y distribución, valores estables de cobertura de la demanda hacia 2050.

En lo que respecta al almacenamiento a nivel de cuenca, los resultados indican que el almacenamiento existente es adecuado para cubrir déficits asociados a variaciones estacionales, mientras que los volúmenes de almacenamiento interanual requeridos, aunque potencialmente útil para incrementar la cobertura de la demanda en algún período, son excesivamente elevados y presentan una alta incertidumbre debido a la variabilidad de los derrames que el río presenta.

Para aumentar la seguridad hídrica en la cuenca, es fundamental implementar acciones orientadas a mantener la capacidad actual de almacenamiento, mejorar la eficiencia del uso del agua en el sector agrícola, integrar el aporte subterráneo garantizando niveles sostenibles de explotación, y reducir las pérdidas en la distribución de agua potable. Estas medidas permitirán liberar volúmenes adicionales de agua y contribuir a disminuir el déficit hídrico en la cuenca.

10.3 Cuenca del Río Tunuyán

Las proyecciones de los derrames en la cuenca del Río Tunuyán (superior e inferior) muestran una disminución gradual en la disponibilidad de agua superficial, pasando de 1.590 hm³ en 2020 a 1.510 hm³ en 2050. El volumen sostenible de agua subterránea se mantiene estable (128-132 hm³), pero la demanda hídrica crece significativamente, de 2.521 hm³ en 2020 a 2.730 hm³ en 2050, impulsada principalmente por el crecimiento poblacional y agrícola. Esto genera un déficit creciente a lo largo del tiempo.

A pesar de los beneficios que podría ofrecer contar con un almacenamiento interanual en términos de cobertura de la demanda, su implementación no resulta justificable debido al elevado costo que implicaría incrementar la capacidad desde los 172 hm³, necesarios para

un lograr un adecuado almacenamiento estacional, hasta 761 hm³ o incluso 1.900 hm³, necesarios para el abastecimiento interanual. Además, la alta variabilidad de los caudales del río incrementa los requerimientos de almacenamiento interanual y añade una significativa incertidumbre en la gestión del embalse, dificultando alcanzar los niveles teóricos de cobertura estimados.

En las zonas de arroyos, donde no se cuenta con un volumen de almacenamiento que permita una regulación estacional de las entregas, la mejora en la eficiencia y su consiguiente disminución de los requerimientos de riego dotaría al sistema de mayor seguridad hídrica.

La necesidad de aumentar la eficiencia hídrica, particularmente en los sistemas no regulados, y de integrar las áreas irrigadas del Tunuyán Superior es crucial para mejorar la cobertura de las demandas tanto a nivel anual como mensual. Si bien la gestión integrada alrededor del embalse El Carrizal ofrece un modelo funcional, la desconexión existente en el resto de los sistemas evidencia la urgencia de desarrollar estrategias en torno a la inversión en infraestructura y gobernanza.

Entre las acciones prioritarias, destacan la actualización de balances hídricos y modelaciones futuras orientadas a conocer la recarga de acuíferos, y la implementación de modelos de optimización y monitoreo para una distribución más eficiente. Además, una modernización normativa en la asignación y distribución del agua podría fortalecer la gobernanza y la coordinación entre actores, promoviendo una gestión sostenible.

10.4 Cuenca del Río Diamante

El nivel de abastecimiento de agua superficial disminuye de 940 hm³ en 2020 a 690 hm³ en 2050, mientras que el volumen sostenible de agua subterránea se mantiene en 19 hm³ hasta 2030, descendiendo a 15 hm³ en 2040 y a 14 hm³ en 2050. Simultáneamente, la demanda hídrica proyectada aumenta de 1.276 hm³ en 2020 a 1.411 hm³ en 2050, generando un déficit hídrico creciente que pasa de 50 hm³ en 2020 a 413 hm³ en 2050, debido al incremento en la demanda y la reducción del agua superficial disponible.

La aplicación de las alternativas de inversión en conjunto con el mantenimiento de una capacidad de almacenamiento estacional, garantizan altos niveles de cobertura de la demanda.

En lo que respecta al almacenamiento requerido, para lograr una gestión interanual de las erogaciones se necesitan en torno a 996 hm^3 a 2.131 hm^3 frente a los 136 a 131 hm^3 del almacenamiento estacional requerido. Si bien, contar con una regulación interanual

mejoraría levemente la situación en términos de cobertura de la demanda, no se considera una opción adecuada debido a la mínima mejora en la cobertura en relación con la que se obtienen al aumentar la eficiencia de uso del agua para fines de riego. Además, y debido a la gran variabilidad de los derrames del río, se generaría una elevada incertidumbre en la gestión de un embalse de ese tamaño y podría impedir alcanzar los niveles de cobertura estimados.

10.5 Cuenca del Río Atuel

El nivel de abastecimiento de agua superficial muestra una disminución constante, pasando de 820 hm³ en 2020 a 660 hm³ en 2050, mientras que el volumen sostenible de agua subterránea desciende de 51 hm³ a 49 hm³ en el mismo período. Paralelamente, la demanda hídrica proyectada aumenta de 997 hm³ en 2020 a 1.076 hm³ en 2050, lo que agrava el balance hídrico, incrementando el déficit de 126 hm³ a 367 hm³. Este déficit creciente se debe a la combinación de una menor disponibilidad de agua superficial y un aumento sostenido de la demanda.

Para el río Atuel, se identifican alternativas de inversión que logran eliminar o reducir significativamente el déficit proyectado mediante mejoras en la eficiencia de conducción y aplicación.

Respecto a las necesidades de almacenamiento, se requieren entre 689 y 1.341 hm³ para lograr un almacenamiento interanual y 147 hm³ para almacenamiento estacional. La situación es análoga al resto de los ríos, contar con una regulación interanual, lograría aumentar la cobertura, pero no de manera sustancial. Además, la variabilidad de los caudales del río introduce incertidumbre en la gestión del embalse, lo que podría dificultar el cumplimiento de los niveles estimados de cobertura.

En conclusión, la capacidad de almacenamiento actual de la cuenca, de 352 hm³, es suficiente frente a los 143 hm³ necesarios para el almacenamiento estacional. El factor clave para mejorar la cobertura de la demanda radica en incrementar la eficiencia de riego. Las inversiones propuestas permiten revertir la tendencia decreciente en la cobertura de la demanda, optimizando el uso del recurso hídrico y asegurando una mayor cobertura hídrica.

10.6 CUENCA DEL RÍO MALARGÜE

En la cuenca del Río Malargüe, se considera la demanda ambiental de la laguna Llancanelo, que abarca 2.478,15 hectáreas, como un factor clave al analizar los balances hídricos proyectados. Aunque la cuenca no presenta un déficit hídrico persistente, la falta de infraestructura de almacenamiento limita la capacidad de satisfacer déficits estacionales. Mejorar la eficiencia del sistema de distribución fortalecería su capacidad para satisfacer demandas durante períodos de sequía, aumentando la seguridad hídrica y la resiliencia del sistema.

Con las inversiones proyectadas se disminuye la frecuencia de déficits mensuales disminuye, mientras que la cobertura media global aumenta. Además, la capacidad de almacenamiento estacional requerida se reduce de 10 hm^3 en el escenario base a 8 hm^3, dotando al sistema de mayor resiliencia frente a variaciones estacionales.

1. APÉNDICE I: ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA BASADO EN DATOS DISPONIBLES

1.1 INTRODUCCIÓN

Los acuíferos de la provincia de Mendoza comprenden varias cuencas, principalmente la cuenca norte de Tunuyán Inferior, la cuenca central de Tunuyán Superior (Valle de Uco) y la cuenca sur de Diamante y Atuel (Figuras 10-1). Cada cuenca se gestiona individualmente, incluido el seguimiento de la calidad del agua subterránea.

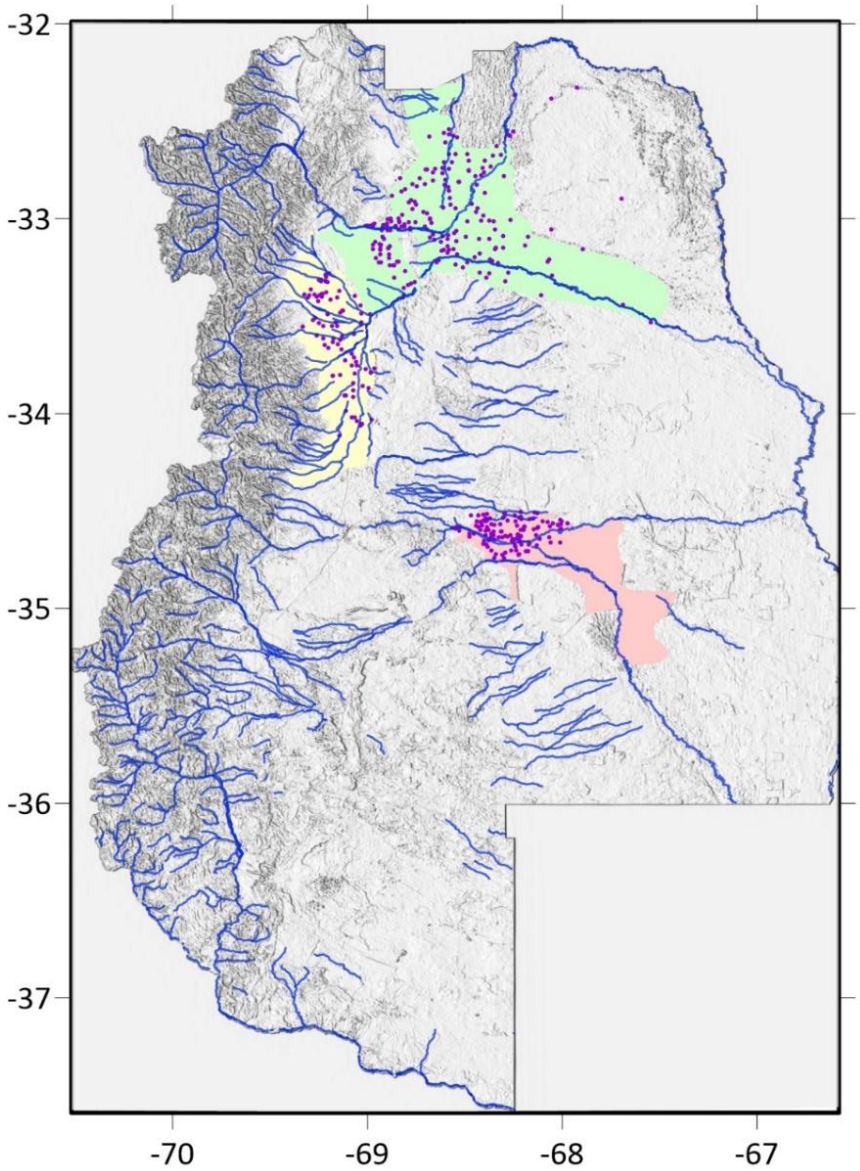


Figura 1.1: Cobertura de pozos de agua subterránea (puntos) en las áreas de recarga de Tunuyán Inferior (verde; incluyendo ambas márgenes del río Mendoza), Tunuyán Superior (amarillo), y Diamante y Atuel (rosa). Los cursos de agua se indican con líneas azules.

Las cuencas se dividen en áreas de recarga para fines operativos (Figura 1.2); sin embargo, la extensión espacial e hidrogeológica supuesta de los acuíferos está más allá de estos límites. No está claro hasta qué punto se extienden los acuíferos en toda el área.

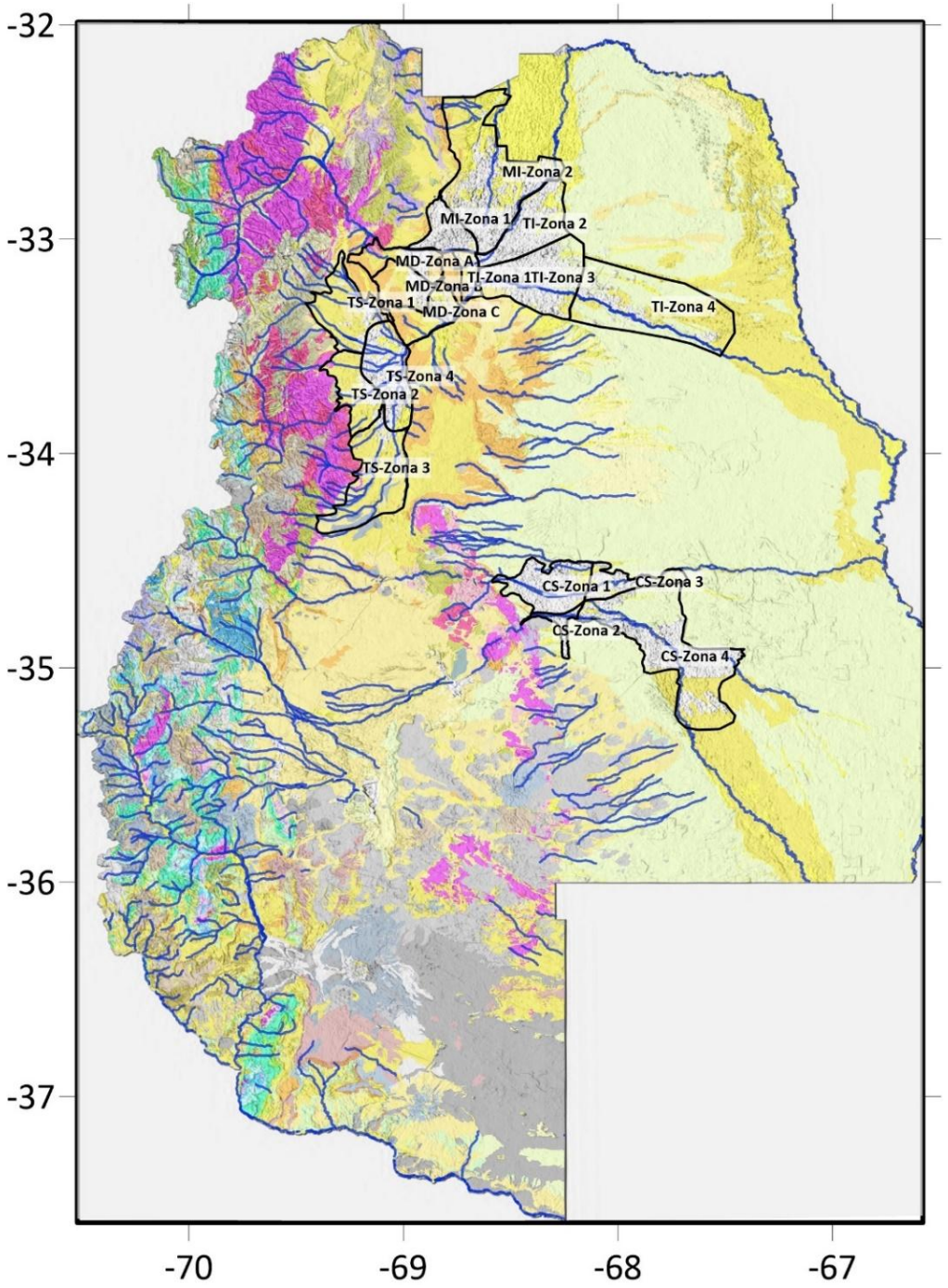


Figura 1.2: Áreas de recarga administradas que componen las principales cuencas de la provincia de Mendoza. Se desconoce la extensión de los acuíferos más allá de las áreas administradas. Los colores de fondo indican unidades geológicas (leyenda en la Figura 10.3).

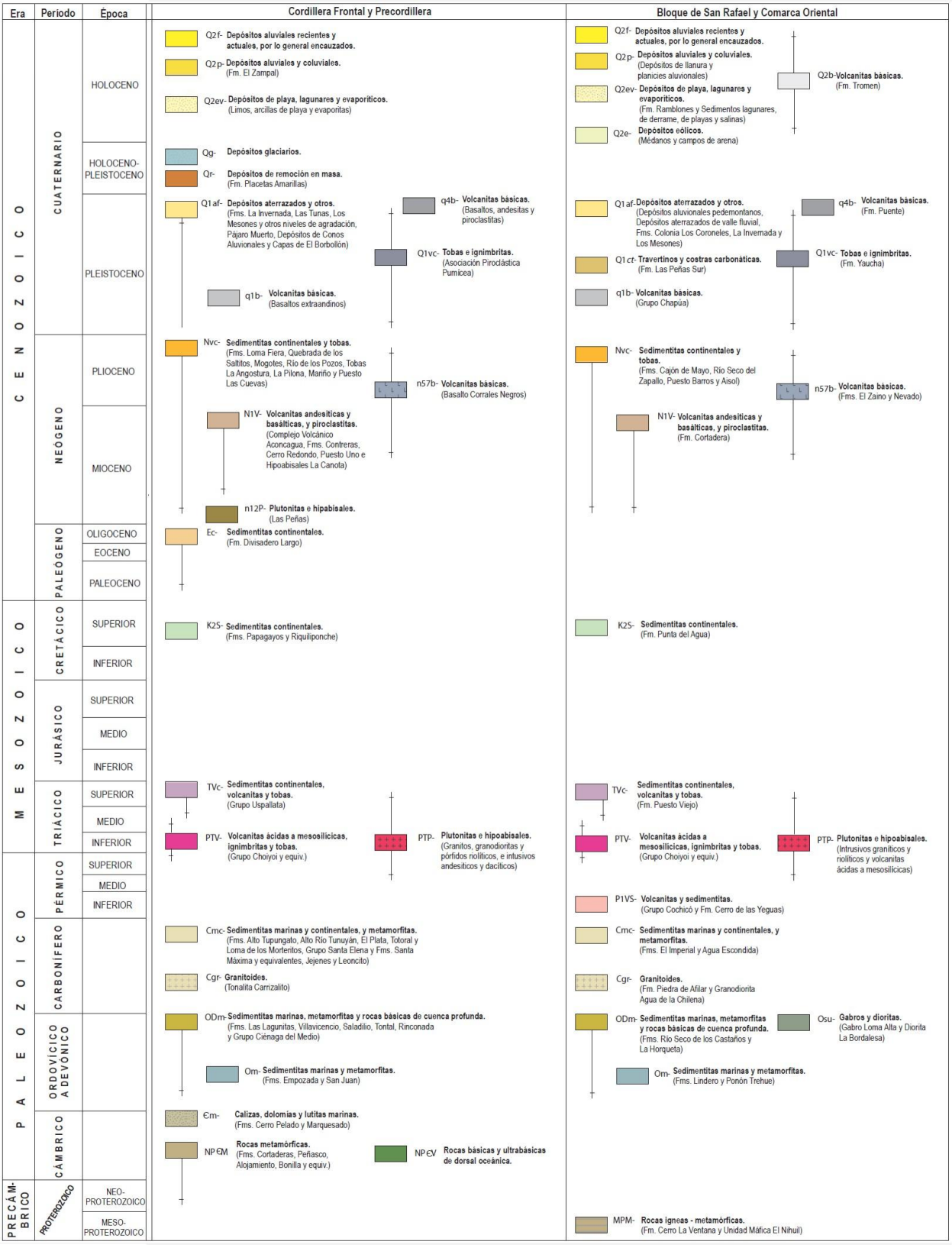


Figura 1.3: Columna estratigráfica de la provincia de Mendoza. Los colores corresponden al mapa geológico de la Figura 1.2.

1.2 CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El análisis de la calidad natural del agua subterránea en la Provincia de Mendoza se basa en datos de pozos utilizados únicamente para la agricultura. Los únicos datos disponibles de pozos que suministran agua potable se recopilaron de Lavalle, 2012, por lo que no permiten ningún análisis espacial o temporal. Por lo tanto, es importante tener en cuenta que cualquier norma que regule la calidad del agua potable es irrelevante para el análisis presentado en el presente informe. En cuanto al uso agrícola del agua, en la Provincia de Mendoza no existen normas que establezcan un estándar de uso según el Departamento General de Irrigación (DGI), sino decisiones individuales que aplica cada agricultor a los pozos que opera. Los datos disponibles sobre la calidad del agua en la cuenca norte se muestrearon en 2005, 2007, 2010 y 2015 (Álvarez, A. y Villalba, J., 2005; Álvarez, A., 2007; 2010; Salvi, N., 2016). Estos datos incluyen salinidad y parámetros hidroquímicos, excepto en 2005, en el que los datos hidroquímicos no se proveyeron o no estaban disponibles.

Una parte sustancial de los datos sobre la calidad del agua no incluye ninguna coordenada, lo que requirió asignarles coordenadas a cada pozo como parte del trabajo actual. Este preprocesamiento esencial se llevó a cabo utilizando los informes originales o fuentes adicionales, como se detalla en la Tabla 1.1. Además, parte de los datos se registraron utilizando pozos del INA, mientras que otros se registraron utilizando pozos del DGI. La identificación de los pozos y la vinculación entre ellos permitió detectar datos de diferentes años adquiridos en un mismo pozo.

Una fuente adicional de datos sobre la calidad del agua en las cuencas norte y sur es el “infogov” del DGI. Esta fuente de datos no pudo utilizarse para el presente trabajo, ya que no incluye el año de muestreo. Sin embargo, sí existe información sobre las pruebas de bombeo realizadas una vez que se construye el pozo. En el caso de que se pueda hacer una referencia cruzada del año y recuperarlo para cada pozo a partir de otros conjuntos de datos disponibles, estos datos iniciales sobre la calidad del agua podrían ser utilizados para estudiar más a fondo los acuíferos. Además del año de muestreo, es necesario recuperar las coordenadas que faltan (similar al preprocesamiento de los conjuntos de datos de 2005, 2007, 2010 y 2015 utilizados aquí) y resolver inconsistencias de unidades y valores improbables. Estos procedimientos son imprescindibles para recopilar un conjunto de datos confiable basado en la calidad inicial del agua muestreada durante las

primeras pruebas de bombeo de los pozos, que potencialmente constan de más de 3.000 pozos en las cuencas norte y sur.

Tabla 1.1: Conjuntos de coordenadas recuperados indicando el número de pozos que fue existos a la vinculación en la cuenca norte. La atribución de coordenadas fue fundamental para identificar los pozos, conocer su ubicación y analizar qué pozos se repitieron en los muestreos realizados en diferentes años.

Año	Número de pozos identificados: coordenadas recuperadas utilizando los informes originales (Alvarez, A. and Villalba, J., 2005; Alvarez, A., 2007; 2010; Salvi, N., 2016)	Número de pozos identificados: coordenadas recuperadas utilizando fuentes adicionales (the DGI web database, the DGI website, and various files)	Número de pozos no identificados: coordenadas que no se pudieron recuperar en absoluto
Datos hidroquímicos			
2005	No data	No data	No data
2007	0	96	0
2010	38	15	2
2015	7	27	4
Datos de salinidad			
2005	295	10	58
2007	104	29	2
2010	611	0	0
2015	338	0	0

Cabe destacar que la información más reciente disponible para el informe actual en la cuenca norte es del año 2015. Por lo tanto, en el transcurso de este trabajo no se pudo establecer ninguna conclusión sobre el estado actual de la calidad del agua subterránea al año 2024.

En toda la cuenca norte, los niveles de cloruro y sulfato del acuífero (Figuras 1.4 a 1.9) se limitan casi exclusivamente a su parte confinada/semiconfinada, con pocos o ningún dato en su parte freática. Los datos en la parte confinada/semiconfinada están disponibles principalmente en las áreas de recarga administradas de TI-Zona 2, TI-Restrictc Zona Este y TI-Zona 3 (Figura 1.2).

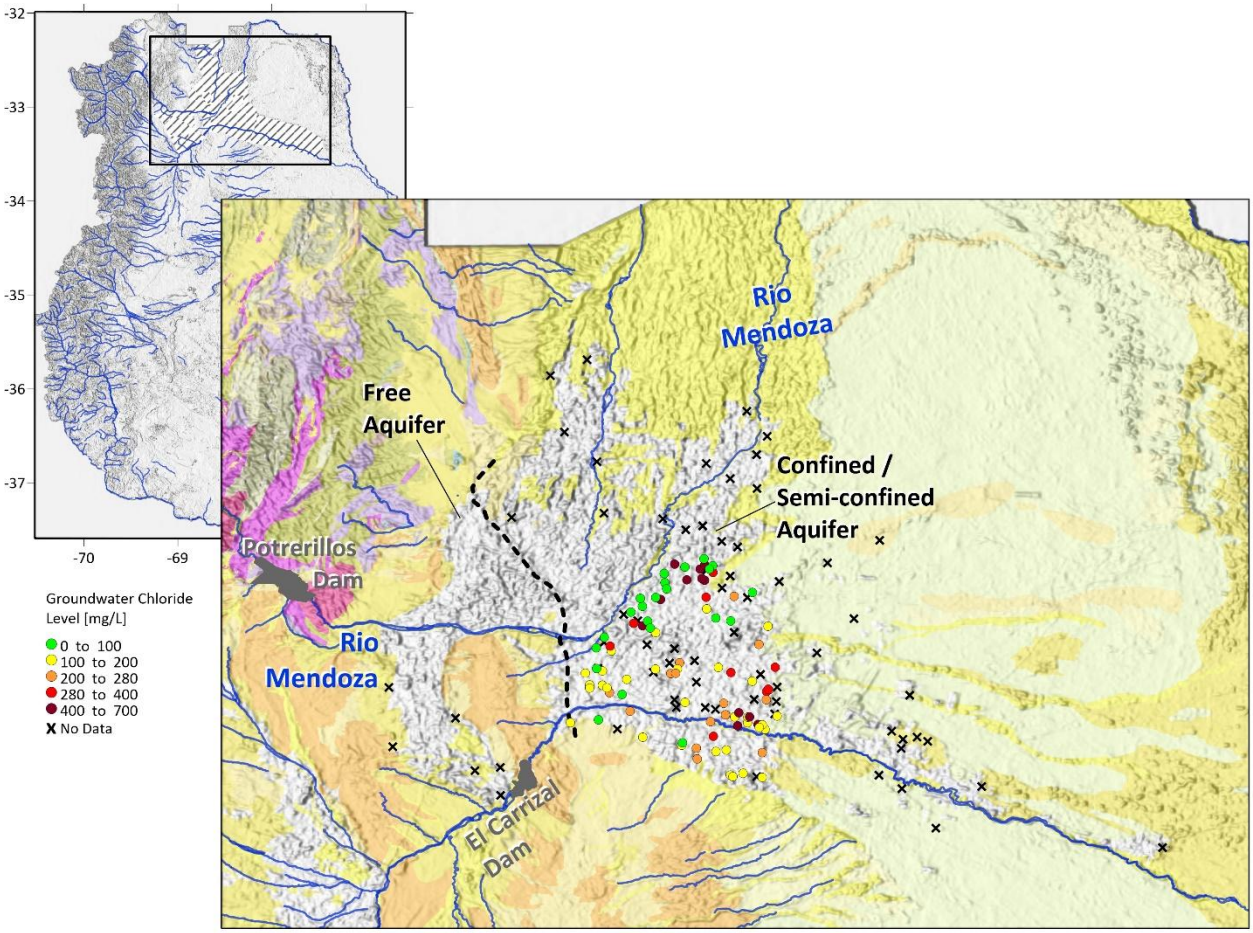


Figura 1.4: Niveles de cloruro de agua subterránea muestreados en la cuenca norte en 2007. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2007 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados después de 2007.

En la mayoría de los pozos muestreados en 2010 y 2015, los niveles de cloruro son inferiores a 200 mg/L (Figuras 1.5, 1.6); sin embargo, estos datos están disponibles en apenas el 0,5 al 0,7% de ~8000 pozos en total en la cuenca norte (según estimación de Hernández y Martinis, 2006). Un número considerable de pozos no muestreados ni en 2010 ni en 2015 sí lo fueron en 2007, lo que dio como resultado aproximadamente 1,2% de los pozos de la cuenca. Los muestreos de 2007 revelan un rango diferente de niveles de cloruro de hasta 700 mg/l (Figura 10.4), aunque es imposible comparar los resultados con los de 2010 o 2015, ya que solo se repitieron dos pozos desde 2007. Para lograr comprender la estabilidad/inestabilidad o las tendencias del nivel de cloruro a lo largo de los años, y cómo se corresponden con las propiedades hidrológicas del acuífero, es esencial repetir los muestreos en los mismos pozos. También se recomienda aumentar la

frecuencia del muestreo a una vez cada dos años, al menos, y tomar muestras de los pozos ubicados en todas las áreas de recarga administradas y en todas las partes del acuífero.

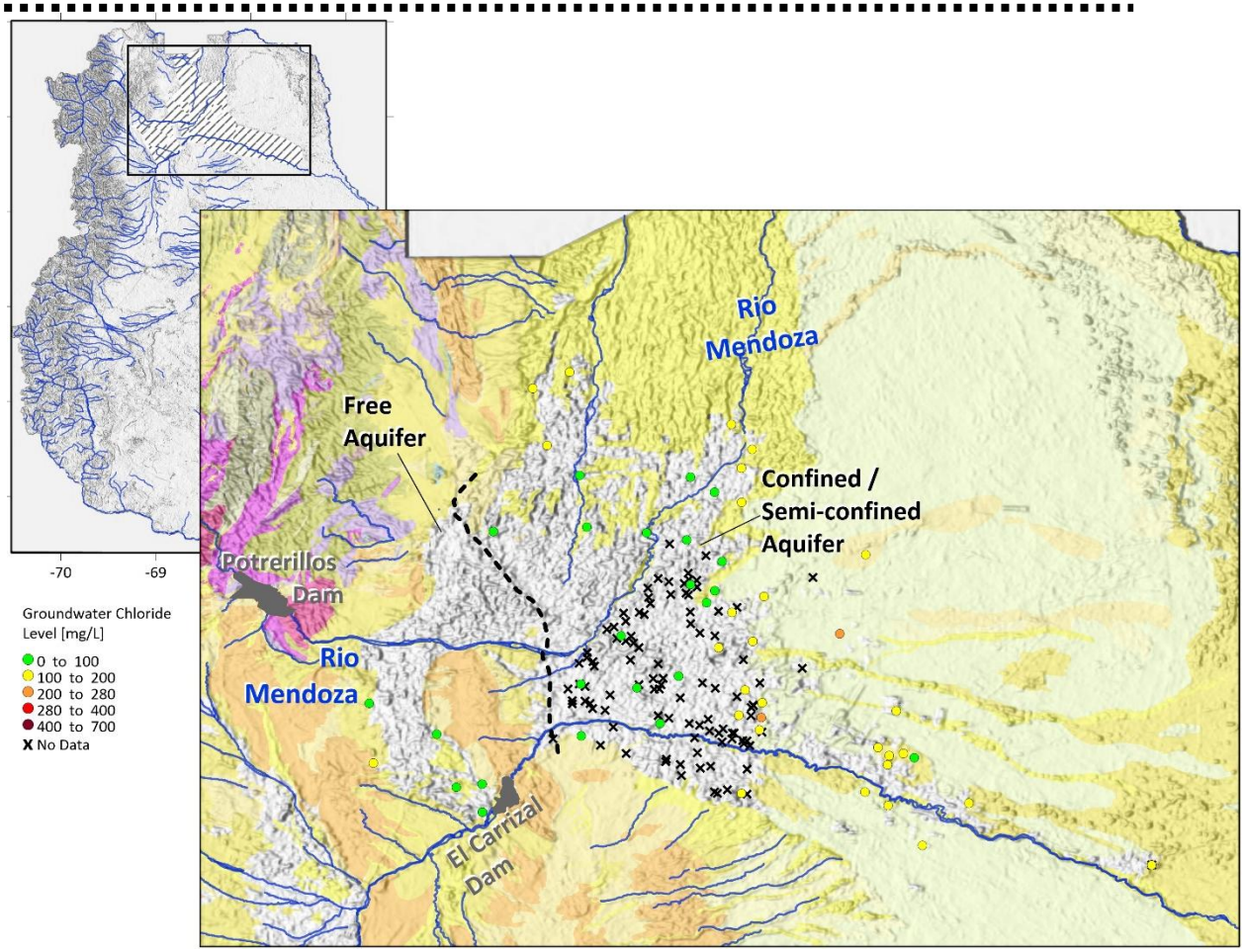


Figura 1.5: Niveles de cloruro de agua subterránea muestreados en la cuenca norte en 2010. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2010 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados antes y después de 2010.

Los niveles de cloruro tienden a aumentar hacia el este-sureste (Figuras 1.4 a 1.6), sin embargo, este patrón espacial está reservado solo para los datos disponibles y puede resultar diferente si se aumentan los muestreos en diferentes ubicaciones. Sin embargo, es posible que el agua subterránea se vuelva más salina cuanto más lejos del área de recarga se obtiene en el oeste. A medida que el agua subterránea fluye hacia el este, alejándose de las presas, hay menos recarga superficial disponible de los cursos de agua. La parte oriental confinada/semiconfinada del acuífero no está, por definición, tan expuesta a la recarga como su parte freática occidental, ya que las capas de arcilla/limo

probablemente aumenten su espesor hacia el este. La recarga natural apenas alcanza gran parte de la superficie, como suele ocurrir en las regiones áridas y semiáridas. De este modo, las capas superiores se salvan de la erosión y permanecen salinas.

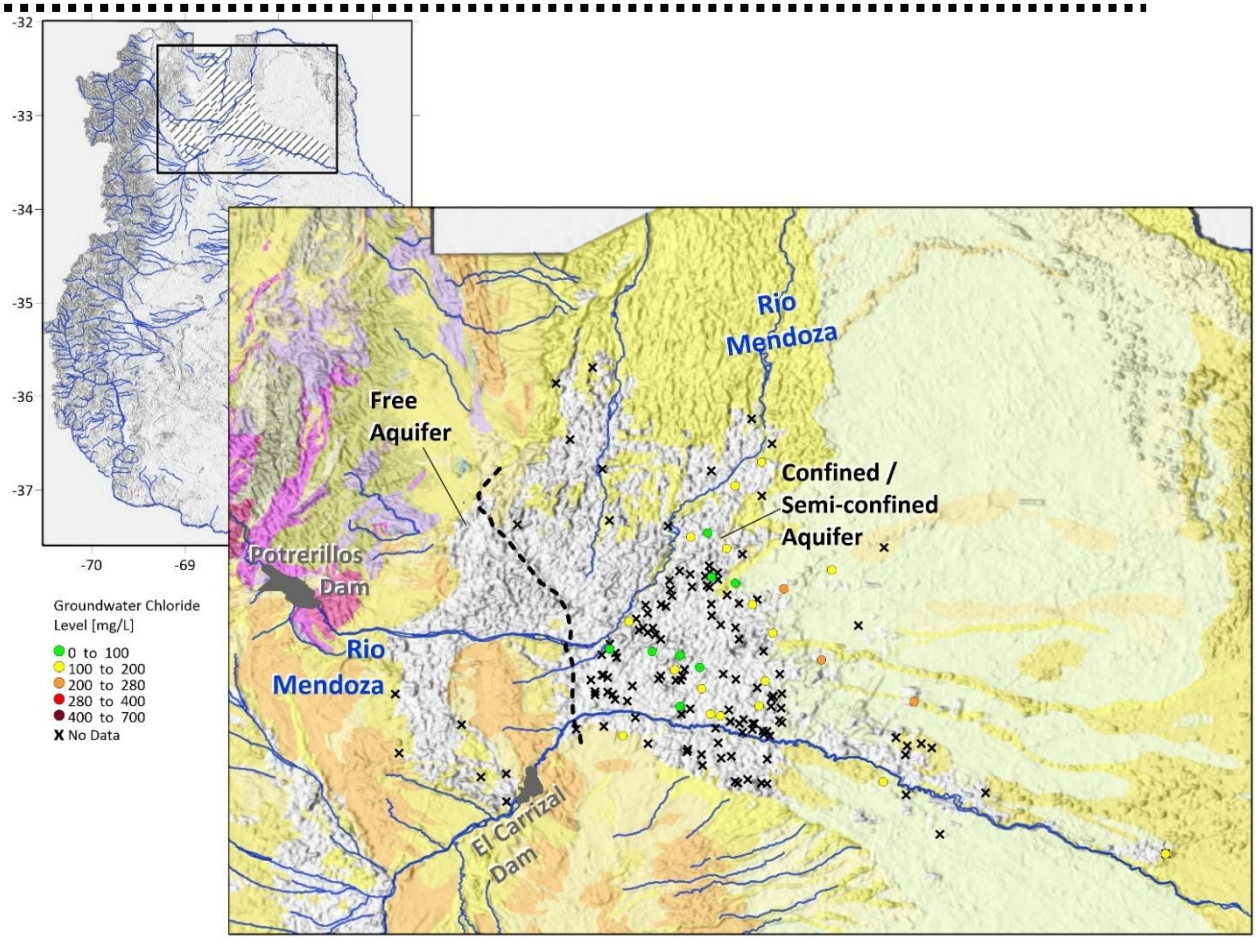


Figura 1.6: Los niveles de cloruro de agua subterránea se muestrean en la cuenca del norte en 2015. Entre una cantidad considerable de pozos (letreros x), no se muestrearon datos en 2015, o la incompatibilidad de códigos/nombres de pozos obstaculiza cualquier integración de datos muestreada antes de 2015.

Las directrices de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomiendan que el agua utilizada para la agricultura contenga hasta 10 miliequivalentes/litro de iones como cloruro, sodio, boro, etc. (Drechsel et al., 2023). Si el cloruro hubiera sido el único ion en el agua, esta restricción habría sido equivalente a aprox. 355 mg/l considerando la masa molar de cloruro. Sin embargo, dados los otros iones que componen el agua, la restricción de los niveles de cloruro en realidad depende de los niveles de todos los iones, lo que da como resultado menos de 355 mg/l de cloruro. Comúnmente se acepta considerar un límite máximo de 280 mg/l de cloruro para uso

agrícola. Esta limitación se superó en 23 pozos muestreados en la cuenca norte en 2007 (Figura 1.4), por lo que se recomienda particularmente para el monitoreo. El agua con niveles superiores a 280 mg/l de cloruro utilizada para la agricultura puede dañar la vegetación y el acuífero, especialmente considerando que las zonas agrícolas cubren áreas de recarga del acuífero. Los pozos conocidos que superan los 280 mg/l de cloruro se distribuyen en la parte confinada/semiconfinada del acuífero en la cuenca norte, pero todavía se utilizan activamente para la extracción de agua subterránea. Además, hay pocos o ningún dato sobre la parte freática del acuífero, que comprende una importante zona de recarga en la que el agua utilizada para la agricultura afecta en gran medida a la calidad del agua subterránea. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente evitar el uso de agua que contenga más de 280 mg/l de cloruro.

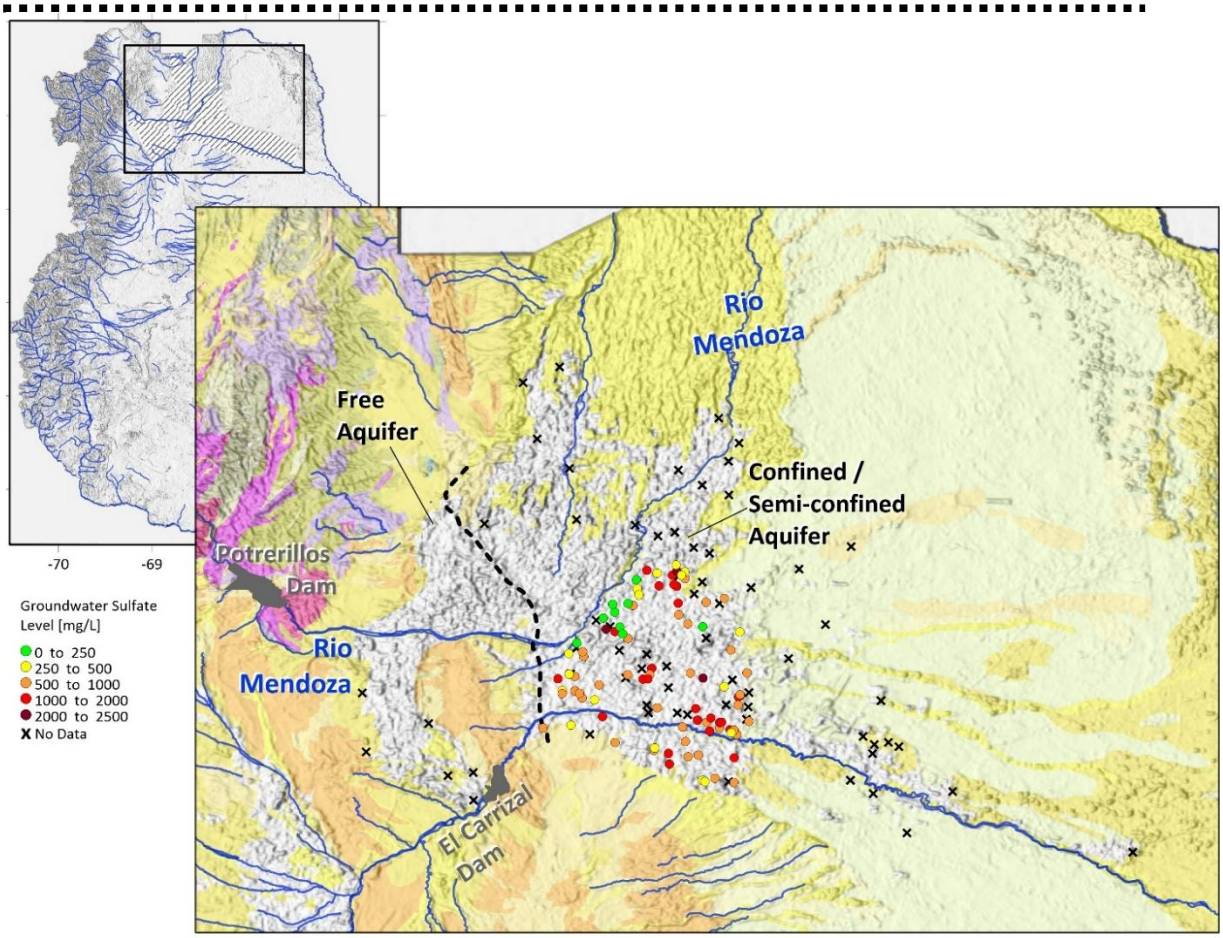


Figura 1.7: Niveles de sulfato de aguas subterráneas muestreados en la cuenca norte en 2007. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2007 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados después de 2007.

Al igual que los datos disponibles sobre los niveles de cloruro, los niveles de sulfato muestreados en 2007 (Figura 1.7) representan ~1.2% de los pozos en la cuenca norte,

mientras que los niveles de sulfato de 2010 y 2015 (Figuras 1.8, 1.9) representan apenas del 0,5 al 0,7% de los pozos de la cuenca. Existen 98 pozos que demuestran niveles altos de sulfato por encima de 500 mg/l. En 30 pozos muestreados en 2007, los niveles de sulfato alcanzan incluso más de 1000 mg/l, hasta 2.500 mg/l. Comparar los resultados de 2007 con los de 2010 o 2015 es imposible ya que solo se repitieron dos pozos. Para lograr comprender la estabilidad/inestabilidad o las tendencias del nivel de sulfato a lo largo de los años, es esencial repetir los muestreos consistentemente en los mismos pozos. También se recomienda aumentar la frecuencia del muestreo a una vez cada dos años, al menos, y tomar muestras de los pozos ubicados en todas las áreas de recarga administradas y en todas las partes del acuífero.

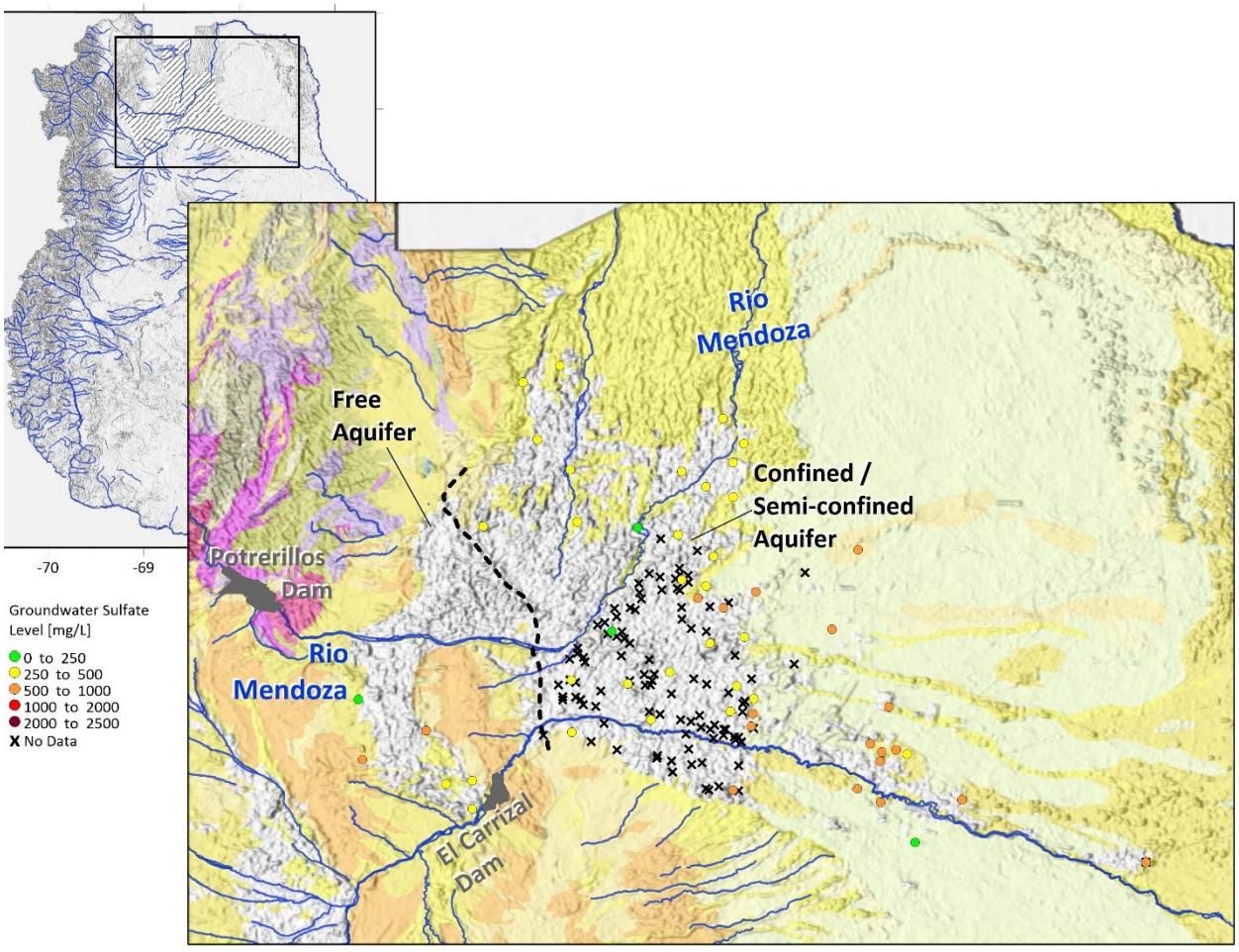


Figura 1.8: Niveles de sulfato de aguas subterráneas muestreados en la cuenca norte en 2010. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2010 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados antes y después de 2010.

Las directrices de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomiendan utilizar agua con niveles de sulfato de hasta 500 mg/l.

Se aplican algunas pautas adicionales para usos agrícolas específicos, como la ganadería; sin embargo, la restricción es compleja de seguir ya que depende de la ingesta total de sulfato, incluso a través de la alimentación (Drechsel et al., 2023). La restricción de agua utilizada para las aves de corral es de un máximo de 50 mg/l de sulfato únicamente, aunque también depende de los niveles de cloruro y magnesio. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente seguir la restricción general de la FAO de 500 mg/l de sulfato o incluso mucho menos, evitar el uso de pozos que suministren agua que superen este nivel y controlarlos de cerca.

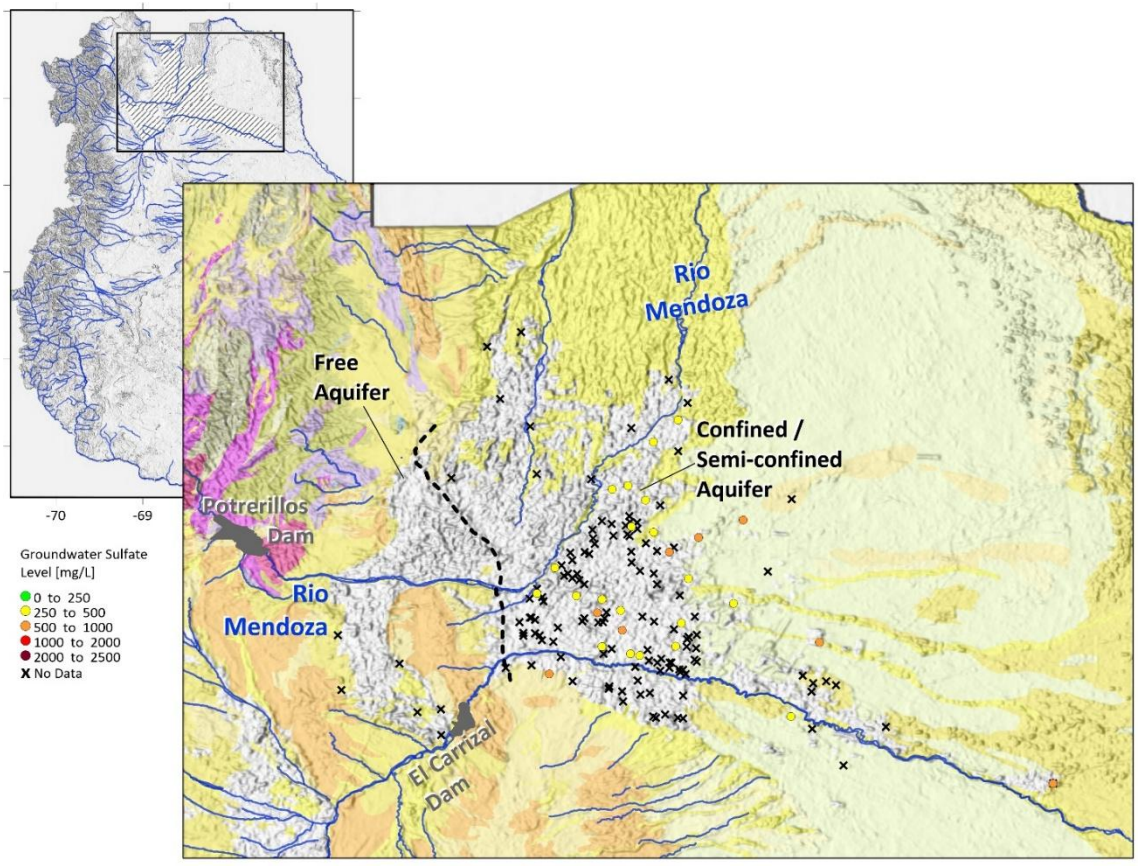


Figura 1.9: Niveles de sulfato de aguas subterráneas muestreados en la cuenca norte en 2015. Entre una cantidad considerable de pozos (signos x), no se tomaron muestras de datos en 2015 o la incompatibilidad de los códigos/nombres de los pozos dificulta cualquier integración de los datos muestreados antes de 2015.

1.3 CONCLUSIONES

Para gestionar el agua subterránea de manera más sostenible y confiable en términos de almacenamiento, equilibrio y calidad del agua del acuífero, se recomienda encarecidamente:

- Recopilar datos sobre la calidad del agua de pozos utilizados para consumo doméstico, como agua potable.
- Repetir los muestreos perennes de calidad del agua subterránea en los mismos pozos y aumentar la frecuencia a bienal (o preferiblemente anual).
- Ampliar los muestreos de calidad del agua subterránea a la parte freática del acuífero y a todas las áreas de recarga administradas. La distribución espacial recomendada para el muestreo no debe exceder los 15 km² en la cuenca norte, lo que corresponde a aprox. 20% de los pozos.
- En caso de que se disponga de datos sobre la calidad del agua subterránea de la parte freática del acuífero, es importante investigar qué partes de los pozos están perforadas. Para pozos perforados tanto en la sección superior libre como en la sección confinada/semiconfinada más profunda, se recomienda tener en cuenta que la calidad del agua subterránea muestreada puede reflejar una mezcla de ambos cuerpos de agua, e incluso una posible interacción hidráulica provocada por el hombre entre acuíferos (posiblemente indeseable).
- Monitoree periódicamente todos los pozos en los que se tomen muestras con más de 280 mg/l de cloruro o 500 mg/l de sulfato y evite usar agua que exceda cualquiera de estos niveles.
- Utilice cada muestra para un análisis geoquímico completo, incluyendo NO^3, hierro, arsénico, manganeso, etc.
- Formar un registro completo de datos sobre la calidad del agua subterránea, integrado de diferentes fuentes (como el DGI y el INA) y gestionado utilizando un índice de identificación común. Cada muestra debe incluir el parámetro adquirido, su nivel medido, unidades, un conjunto de coordenadas y su fecha de muestreo.
- Estimar la recarga superficial natural procedente de las precipitaciones (incluida la recarga antropogénica recurrente procedente del riego, canales y presas) en toda la cuenca hidrológica, más allá de la extensión de su parte administrada, para comprender cuánto aporte se añade anualmente al almacenamiento de agua subterránea.
- Explorar posibles entradas de agua subterránea desde el subsuelo, como un sistema acuífero profundo que recargue el acuífero superior.
- Mejorar o actualizar el modelo WEAP del flujo natural de manantiales en toda la cuenca hidrológica, más allá de la extensión de su parte administrada, y reevaluarlo

excluyendo cualquier característica de agua no subterránea, como las capturas de drenaje del exceso de escorrentía u otros flujos superficiales.

- Incrementar la coherencia y continuidad del registro de datos del nivel freático. Esto se puede lograr, por ejemplo, repitiendo las mediciones en períodos cortos de tiempo para su validación, asegurando que las mediciones anuales se realicen en los mismos pozos o manteniendo un registro de la distancia desde cada medición hasta el pozo más cercano activo durante la medición. Un conjunto completo de datos confiables sobre el nivel del agua subterránea permitirá calcular las variaciones reales del almacenamiento de los acuíferos, establecer un nivel mínimo de agua subterránea para cada cuenca y gestionar los acuíferos sostenibles.
- Adquirir un mayor conocimiento del rendimiento específico en los distintos acuíferos, para reducir sus incertidumbres. Esto puede requerir la realización de pruebas de bombeo exhaustivas.
- Recopilar datos hidrogeológicos y de calidad del agua de la parte profunda del acuífero, actualmente no utilizada. Estos datos pueden utilizarse para arrojar luz sobre las propiedades de la parte profunda, su posible distribución espacial regular/irregular, si es adecuada para la producción de agua subterránea y cuál es el volumen potencial de almacenamiento de agua subterránea de alta calidad.

1.4 REFERENCIAS

Alvarez, A. and Villalba, J. (2005) Control de la Salinidad del Agua Subterránea en la Zona Norte, Año 2005, Provincia de Mendoza *(Control of Groundwater Salinity in the Northern Zone, Year 2005, Province of Mendoza)*. Technical Report No. IT-75, INA-CRA.

Alvarez, A. (2007) Control de la Salinidad del Agua Subterránea en la Zona Norte, Año 2007, Provincia de Mendoza *(Control of Groundwater Salinity in the Northern Area, Year 2007, Province of Mendoza)*. Technical Report No. IT-104, INA-CRA.

Alvarez, A. (2010) Evaluación del Estado Hidroquímico y Control de la Salinidad del Agua Subterránea en la Zona Norte Año 2008–2010 - Provincia de Mendoza *(Evaluation of the Hydro-Chemical State and Control of Groundwater Salinity in the Northern Zone, Year 2010, Province of Mendoza)*. Technical Report No. IT-131, INA-CRA.

Hernández, J. and Martinis, N. (2006) Particularidades de las Cuencas Hidrogeológicas Explotadas con Fines de Riego en la Provincia de Mendoza. III Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego. Mendoza, Argentina.

DGI-Mekorot-CFI (2023) Plan Maestro para el Sector Hídrico de la Provincia de Mendoza, Informe 2.1 - Proyecciones de la Oferta, Chapter 4: Actualizaciones Sobre el Agua Disponible. Mendoza, Argentina.

DGI-Mekorot-CFI (2024) Plan Maestro para el Sector Hídrico de la Provincia de Mendoza, Informe 5.1 - Propuesta de Medidas para Distintas Situaciones Futuras, Chapter 7: Relación Entre la Eficiencia de la Aplicación y el Volumen de Extracción de Agua Subterránea. Mendoza, Argentina.

Drechsel, P., Marjani Zadeh, S. and Pedrero, F. (eds) (2023) Water quality in agriculture: Risks and risk mitigation. Rome, FAO & IWMI.

Salvi, N. (2016) Evaluación de la Salinidad y del Estado Hidroquímico del Agua Subterránea de la Cuenca Norte Subzona Este – Año 2015/2016 *(Evaluation of the Salinity and Hydro-Chemical State of the Groundwater of the Northern Basin East Sub-Zone, Year 2015/2016, Province of Mendoza).* Technical Report No. IT-176, INA-CRA.