PLAN MAESTRO PARA LA PROVINCIA DE JUJUY

INFORME 1: Recopilación, Clasificación, Sistematización y Análisis de la Información Antecedente

Febrero 2025

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

MEKOROT Israel National Water Co.

JUJUY Con la gente

Índice de Contenidos

1	Introducción	14
1.1	Alcances	15
1.2	Objetivos del Plan Maestro	15
1.3	Marco conceptual metodológico	15
1.3.1	Plan de tareas	15
2	Descripción General de la Provincia	19
2.1	Introducción	19
2.2	Organización territorial y división política de la provincia	20
2.2.1	Gobierno y Administración	20
2.2.2	Ministerio de Desarrollo Económico y Producción	21
2.2.3	Secretaría de Desarrollo Productivo	21
2.2.4	Secretaría de Desarrollo Industrial y Comercial	21
2.2.5	Secretaría de Vitivinicultura	21
2.2.6	Secretaría de Coordinación de Agencias de Desarrollo	21
2.2.7	Secretaría de Economía Popular	21
2.3	Caracterización biofísica de la provincia	22
2.3.1	Clima	23
2.3.2	Estaciones meteorológicas	25
2.3.3	Suelos	33
2.4	Aspectos sociales	34
2.4.1	Población	34
2.4.2	Indicadores	35
2.5	Aspectos económicos	36
2.5.1	Análisis de la matriz productiva	36
2.5.2	Programas y planes de desarrollo productivo	47
2.6	Aspectos ambientales	48
2.6.1	Áreas protegidas	50
3	Marco legal e institucional	56
3.1	Introducción	56
3.2	Marco normativo nacional	56
3.2.1	Constitución Nacional	56
3.2.2	Leyes Nacionales	57
3.3	Marco normativo provincial	58
3.3.1	Constitución Provincial	58
3.3.2	Leyes provinciales	59
3.3.3	Decretos	81
3.3.4	Proyecto de Ley Nuevo Código de Aguas	84
3.4	Principios de Política Hídrica	88
3.5	Aspectos Interjurisdiccionales	89
3.5.1	COREBE Y COBINABE	89
3.5.2	Comité de Cuenca del Río Pilcomayo	89
3.5.3	Río Zapaleri	91
3.6	Actores principales involucrados en la gestión del recurso en la provincia	92

3.6.1	Autoridad del agua	92
3.6.2	Sobre la calidad de las aguas	93
3.6.3	Otros organismos provinciales	93
3.6.4	Empresas de servicios	93
3.6.5	Entes reguladores o de control	94
3.6.6	Consorcios de usuarios	95
4	Costos, tarifa y canon	96
4.1	Agua y saneamiento	96
4.1.1	Marco normativo	96
4.1.2	Estructura tarifaria	96
4.1.3	Cuadro tarifario vigente	96
4.1.4	Distribución de gastos	98
4.2	Sistema provincial	99
4.2.1	Marco normativo	99
4.2.2	Valores de canon vigentes	100
4.2.3	Costos de operación	102
5	Aguas Superficiales	106
5.1	Introducción	106
5.2	Descripción general de las principales cuencas	107
5.2.1	Cuencas endorreicas de la Puna	107
5.2.2	Cuenca del río Pilcomayo	111
5.2.3	Cuenca del río Zapaleri	114
5.2.4	Cuenca de los ríos Grande, Lavayén y San Francisco – Cuenca del Bermejo	118
6	Disponibilidad de Agua Superficial	125
6.1	Introducción	125
6.2	Metodología para el cálculo de la disponibilidad de aguas superficiales (ASD)	125
6.3	Análisis del Agua Disponible Superficial del Sistema de diques	127
6.3.1	Esquema de operación del Sistema de Diques	127
6.3.2	Embalse Las Maderas	129
6.3.3	Erogaciones para riego	131
6.3.4	Estimación del agua disponible	132
6.4	Agua Disponible Superficial Río San Francisco	133
7	Aguas Subterráneas	136
7.1	Introducción	136
7.1.1	Permisos de perforación y explotación de aguas subterráneas	136
7.1.2	Procesos de monitoreo de acuíferos	138
7.2	Descripción general de los principales acuíferos en la provincia	142
7.2.1	Puna	143
7.2.2	Quebrada	172
7.2.3	Valles	187
7.2.4	Yungas	201
8	Descripción de la infraestructura sanitaria	220
8.1	Introducción	220
8.2	Servicios en la región Puna	221
8.2.1	Descripción de los sistemas de potabilización de agua	221
8.2.2	Toma del Rio Yurak – Río La Quiaca	222

8.2.3	Descripción de los sistemas de tratamiento de efluentes	223
8.3	Descripción general de la región Quebrada	223
8.3.1	Descripción de los sistemas de potabilización de agua	224
8.3.2	Descripción de los sistemas de tratamiento de efluentes	225
8.4	Descripción general de la región Valles Templados	231
8.4.1	Descripción de los sistemas de potabilización de agua	233
8.4.2	Planta potabilizadora “Alto Reyes”	235
8.4.3	Descripción de los sistemas de tratamiento de efluentes	240
8.5	Descripción general de la región Yungas	245
8.5.1	Descripción de los sistemas de potabilización de agua	247
8.5.2	Descripción de los sistemas de tratamiento de efluentes	254
9	Descripción de la infraestructura hídrica	255
9.1	Introducción	255
9.2	Descripción general de la Puna	255
9.2.1	Zonas Industriales y Perforaciones	255
9.3	Descripción general de la región Quebrada	261
9.3.1	Sistemas de Riego	262
9.3.2	Descripción de los sistemas de monitoreo hidrológico	268
9.4	Descripción general de la región Valles Templados	268
9.4.1	Descripción de los sistemas de monitoreo hidrológico	269
9.4.2	Descripción de las obras de regulación	270
9.4.3	Descripción de las obras de derivación	273
9.4.4	Descripción de las obras de conducción y sistemas distribución	275
9.5	Descripción general de la región Yungas	278
9.5.1	Descripción de la infraestructura de riego	281
10	Estimación de la demanda	286
10.1	Uso doméstico	286
10.1.1	Demanda neta	286
10.1.2	Demanda bruta	289
10.2	Agricultura	289
10.2.1	Fuentes de información	289
10.2.2	Usuarios empadronados según Partidas Comerciales	290
10.2.3	Superficie implantada según CNA 2018	294
10.2.4	Análisis comparativo entre fuentes de información	296
10.2.5	Estimación de demanda de cultivo	300
10.2.6	Eficiencia en los sistemas de cultivo	301
10.2.7	Fuente de recurso utilizado	303
10.3	Ganadería	304
10.4	Uso industrial-Minero	306
10.4.1	Fuentes de información	306
10.4.2	Según Partidas Comerciales	307
10.4.3	Según Permisos y Expedientes Industriales y Mineros	307
10.5	Resultados	308
10.5.1	Análisis por región	311
11	Balances hídricos	318
11.1	Introducción	318

11.2 Balance hídrico para la cuenca de Olaroz Cauchari 318
11.2.1 Caracterización de la cuenca 318
11.2.2 Metodología 319
11.2.3 Entradas de agua (Recarga) 319
11.2.4 Salidas de agua (Descarga) 321
11.2.5 Balance hídrico 325
12 Calidad del agua 326
12.1 Introducción 326
12.2 Laboratorio de Agua Potable de Jujuy SE 326
12.2.1 Normativa de calidad de aguas 326
12.2.2 Calidad de agua natural para uso doméstico 327
12.2.3 Calidad de agua afluente a plantas de tratamiento de efluentes cloacales 333
12.3 Control de contaminación en el agua 338
13 Conclusiones y recomendaciones preliminares 339
13.1 Introducción 339
13.2 Acerca de la información disponible 339
13.3 Acerca de los sistemas de provisión de agua para consumo doméstico y de tratamiento de efluentes cloacales 339
13.4 Acerca del monitoreo de calidad de agua 340
13.5 Acerca del reúso de efluentes 341
13.6 Acerca del agua subterránea 341
13.7 Acerca de la eficiencia de los sistemas y ahorro de agua 341
Bibliografía 343

Índice de Figuras

Figura 2.1: Mapa político de la Provincia de Jujuy. Fuente: (Nación, 2024). 19
Figura 2.2: Regiones geográficas de la Provincia de Jujuy. Fuente: Elaboración propia. 23
Figura 2.3: Ubicación Estaciones meteorológicas presentadas. 25
Figura 2.4: Ventana temporal de datos Región Valles. Fuente: Elaboración Propia. 28
Figura 2.5: Ventana temporal de datos Región Puna. Fuente: Elaboración Propia. 29
Figura 2.6: Ventana temporal de datos Región Quebrada. Fuente: Elaboración Propia. 30
Figura 2.7: Ventana temporal de datos Región Yungas. Fuente: Elaboración Propia. 31
Figura 2.8: Población por región. 35
Figura 2.9: Índice de envejecimiento según INDEC Censo 2022. 36
Figura 2.10: Evolución del Producto Bruto Geográfico de Jujuy 2004-2023. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC) 37
Figura 2.11: Participaciones relativas de las actividades económicas en el PBG de Jujuy 2004-2023. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC). 37
Figura 2.12: Participaciones relativas promedio 2003-2023 en el PBG provincial Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC). 38
Figura 2.13: Participación relativa de los cultivos en el total de la superficie cultivada. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018). 39
Figura 2.14: Distribución geográfica de la producción. 40
Figura 2.15: Superficie cultivada con caño de azúcar por departamentos. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018) 41
Figura 2.16: Producción anual de caña molida. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC) 41

Figura 2.17: Distribución geográfica de tabaco. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018) 42
Figura 2.18: Superficie cultivada con tabaco por departamentos. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC) 43
Figura 2.19: Distribución geográfica de legumbres. 43
Figura 2.20: Superficie cultivada con legumbres. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018) 44
Figura 2.21: Producción de poroto seco. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC). 44
Figura 2.22: Superficie implantada con cereales. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018) 45
Figura 2.23: Superficie implantada con cítricos. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018) 46
Figura 2.24: Producción anual de cítricos. Fuente: elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC) 46
Figura 2.25: Áreas protegidas de Jujuy. Fuente: Guía de áreas protegidas Provincia de Jujuy (Malizia et al, 2021) 50
Figura 4.1: Canon vigente para Uso del Agua. Fuente: Resolución N°35-DPRH/2024 100
Figura 4.2: Actualización valor de canon según disponibilidad hídrica. Fuente: Resolución Nº37-DPRH/2024). 100
Figura 5.1: Principales Ríos de la Provincia de Jujuy. Fuente: SEGEMAR, tesis Gómez Zamora. 106
Figura 5.2: Cuencas de la provincia de Jujuy. Fuente: Propia. 107
Figura 5.3: Cuenca Endorreica de la Puna Norteña. Fuente: Atlas de los Recursos Hídricos Argentina. 108
Figura 5.4: Cuenca Endorreica de la Puna en Territorio Jujeño. Fuente: Propia. 109
Figura 5.5: Estación Hidrométrica N°35 – Sayate. Fuente: Propia 110
Figura 5.6: Cuenca trinacional del Pilcomayo. Fuente: Comision Trinacional del Pilcomay.. 111
Figura 5.7: Cuenca del Pilcomayo en Argentina. Fuente: SSRH Argentina. 112
Figura 5.8: Cuenca del Rio Pilcomayo. Fuente: Comisión Trinacional del Pilcomayo. 112
Figura 5.9: Río La Quiaca. Fuente: Propia. 113
Figura 5.10: Río San Juan de Oros. Fuente: Propia. 113
Figura 5.11: Cuenca del Rio Zapaleri. Fuente: Propia. 115
Figura 5.12: Cerro Zapaleri. Fuente: Google Imágenes. 116
Figura 5.13: Recorrido del Rio Zapaleri. Fuente: DPRH – Google Maps. 117
Figura 5.14: Cuenca fluvial del Río Grande. Fuente: SEGEMAR. 119
Figura 5.15: Estación Hidrométrica N°7 – Puente Carretero. Fuente: Propia. 121
Figura 5.16: Cuenca del río Bermejo. Fuente: COREBE. 122
Figura 5.17: Regiones Cuenca del río Bermejo. Fuente: COREBE. 123
Figura 5.18: Estaciones hidrométricas de acceso público. Fuente: Propia. 124
Figura 6.1: Variación volumen de embalse en Las Maderas. Periodo 2007-2024. Fuente: Elaboración propia. 129
Figura 6.2: Volumen del embalse Las Maderas al inicio del año hidrológico (período 2007 al 2024). Fuente: Elaboración propia. 130
Figura 6.3: Variación interanual de volumen del embalse Las Maderas (2007 al 2023). 131
Figura 6.4: Volumen mensual erogado por Canal de Restitución y Las Pircas. Fuente: Elaboración propia. 132
Figura 6.5: Agua Disponible Superficial Sistema de diques. Fuente: Elaboración propia. 133
Figura 6.6: Caudal Medio Mensual Río San Francisco. 134
Figura 6.7:Derrame anual Río San Francisco. Fuente: Elaboración propia. 134
Figura 7.1: Pozos relevados en campo por personal de la DPRH. 139
Figura 7.2: Situación de los pozos visitados en el marco relevamiento de aguas subterráneas 140

Figura 7.3: División propuesta por Garcia et al. (2008) para el estudio de los acuíferos de la región Quebrada, Valles y Yungas de Jujuy. Fuente: Garcia et al. (2008). 143
Figura 7.4: Consumo de agua subterránea para uso industrial por parte de la empresa Sales de Jujuy para el período enero de 2021 a mayo 2024. Fuente: DPRH. 144
Figura 7.5: Referencia de las minas y proyectos mencionados en el texto: 1-Sales de Jujuy; 2- Minera Exar; 19- Proyecto Jama; 20- Proyecto Cauchari; 22- Mina Formentera; 23- Proyecto Salinas Grandes; 24- Proyecto Guayatayoc; 25- Proyecto Solaroz; 26- Proyecto Susques. Fuente: (Hidrocarburos S. d.) 145
Figura 7.6: Corte transversal regional O-E del valle de Olaroz. 1- areniscas, pelitas y grauvacas leptometamorfizadas, 3 y 5- Basamento Ordovícico aflorante: sedimentitas marinas con intercalaciones volcánicas (3); 19 y 20- areniscas, conglomerados, pelitas, areniscas calcáreas, calizas, margas; 21 y 22- areniscas (21) y conglomerados con intercalaciones de piroclastitas (22); 44- depósitos evaporíticos; 46- depósitos de abanicos aluviales. Extraído y modificado de Seggiaro et al. (2015). 147
Figura 7.7: Mapa Geológico de la región Puna. Fuente: Elaboración propia a partir de capas bases del SEGEMAR y la DPRH. 148
Figura 7.8: Ubicación de pozos de agua industrial de las empresas Sales de Jujuy y EXAR ubicados en el abanico aluvial del río Rosario. 153
Figura 7.9: Áreas de reservas de agua para el cono del río Archibarca (izquierda) y para el abanico aluvial del río Rosario (derecha). Fuente: Morales et al., 2016. 154
Figura 7.10: Mapa de conductividad hidráulica para el acuífero superior de la cuenca de Olaroz – Cauchari. Fuente: Casini & Romero (2022). 155
Figura 7.11: Mapa piezométrico del sector norte de la Puna jujeña, cuenca de Pozuelos y de Salinas Grandes. Elaboración propia a partir de datos de la DPRH. 158
Figura 7.12: Mapa piezométrico del sector este de la Puna jujeña, cuenca de Salinas Grandes. Elaboración propia a partir de datos de la DPRH. 159
Figura 7.13: Mapa piezométrico del cono de Archibarca, cuenca de Olaroz – Cauchari. Elaborado a partir de datos de la DPRH. 160
Figura 7.14: Evolución de STD para dos puntos de monitoreo. Fuente: EC & ASOCIADOS (2023). 162
Figura 7.15: Mediciones históricas de boro en los pozos monitoreados. EC & ASOCIADOS (2023). 162
Figura 7.16: Diagrama Piper para muestras de agua subterránea en la cuenca de Olaroz Cauchari. Fuente: EC & ASOCIADOS (2023). 163
Figura 7.17:Hidroquímica según clasificación de Piper. Mapa elaborado en base a diversas fuentes: ECSA S.R.L (2023); Murray et al. (2019) y EC & Asociados (2023). 165
Figura 7.18: Elaborado a partir de datos en EC & Asociados 2023 167
Figura 7.19: Arsénico en la Puna jujeña. Fuente: ECSA S.R.L (2023); Murray et al. (2019) y EC & Asociados (2023). 168
Figura 7.20: Pozo de agua industrial(A) y tanque de almacenamiento (B) de la empresa EXAR S. A. 169
Figura 7.21: Zanja de captación de vertiente (A) y cámara de almacenamiento (B). 170
Figura 7.22: Cámara de captación con “bypass” en Mina Yuraj. 171
Figura 7.23: Tomado del informe elaborado por Kleine-Hering et al. (1995) 172
Figura 7.24: Mapa Geológico de la región Quebrada. Realizado con capas bases del SEGEMAR y la DPRH. 174
Figura 7.25: Corte transversal de la Quebrada. Tomado y modificado de González et al. (2003). 1- Pizarras, filitas y metagrauvacas; 5- Areniscas silicificadas (ortocuarcitas); 6- Areniscas, lutitas, y lutitas margosas; 14- Areniscas rojizas, limoarcilitas y conglomerados; 15- Areniscas calcáreas, calizas, margas y pelitas; 16- Areniscas margosas; 22 y 23- Areniscas y conglomerados con piroclastitas; 24b- Depósitos de bajadas. 175
Figura 7.26: Pozos registrados en la base de datos de la DPRH (sin confirmación en campo) 177
Figura 7.27: Perfil litológico y diseño de pozo Finca Maimará. Extraído de Bassi (2003). 178
Figura 7.28: Perfil litológico y diseño de pozo Aguilar. Fuente: SALTA PERFORACIONES (2003d) 181
Figura 7.29: Mapa piezométrico de Mina Aguilar 183

Figura 7.30: Vertientes de la Región Quebrada. Elaborado a partir de datos aportados por APJSE. 187
Figura 7.31: Mapa Geológico de la región Valles. Realizado con capas bases del SEGEMAR y la DPRH. 190
Figura 7.32: Corte transversal Oeste – Este al norte de la región de valles. 1- psamitas y pelitas con bajo grado de metamorfismo cámbricas; 5a y 5b - sedimentitas marinas ordovícicas; 6- Conglomerados, areniscas, pelitas y diamictitas; 8 y 9- Areniscas, calizas y pelitas; 10- pelitas, arenas y conglomerados; 11 y 12- conglomerados, areniscas, pelitas y tobas; 19, 20 y 21- Depósitos modernos aluviales. Fuente Seggiaro et al., 2019. 191
Figura 7.33: Perfil litológico del pozo Pampa Blanca elaborado a partir de datos del informe técnico de ECSA S.R.L. (2016). 195
Figura 7.34:Perfil litológico del pozo El Algarrobal (Pozo N° 006-2) elaborado a partir de datos del informe técnico de ECSA S.R.L. 196
Figura 7.35: Ensayo de bombeo para el pozo Tupac Amaru. Fuente APJSE. 197
Figura 7.36: Pozo Tupac Amaru. Fuente APJSE 198
Figura 7.37: Vertientes registradas en la base de datos de APJSE 199
Figura 7.38: Mapa Geológico de la región Yungas. Realizado con capas bases del SEGEMAR y la DPRH. 203
Figura 7.39:Corte transversal Yungas. 1- psamitas, pelitas y conglomerados con bajo grado de metamorfismo; 4- Conglomerados, cuarcitas, limolitas y fangolitas; 5- conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y wackes; 6- Conglomerados, areniscas, pelitas y diamictitas; 7- Conglomerados, areniscas, wackes y pelitas; 8- Areniscas, calizas y pelitas; 9- Pelitas, areniscas y calizas; 11- areniscas, pelitas, conglomerados, calizas, tobas y yeso; 12- Conglomerados, areniscas, limolitas, tobas; 19- Depósitos aluviales antiguos; 20- Depósitos de piedemonte y llanuras aluviales modernas; 21- Depósitos fluviales modernos 204
Figura 7.40: Perfiles de pozos, en bloques de tono cian la posición de los acuíferos. Elaborados en base a datos de los siguientes informes técnicos: ECO SUELO S.R.L. (2208); GeoTec PERFORACIONES (2015); y SALTA PERFORACIONES (2000a) 207
Figura 7.41: Perfiles de pozos, en bloques de tono cian la posición de los acuíferos. Elaborados en base a datos de SALTA PERFORACIONES (2003; 2017); y GeoTec PERFORACIONES (2011). 208
Figura 7.42: Perfiles de pozos, en bloques de tono cian la posición de los acuíferos. Elaborados en base a datos de SALTA PERFORACIONES (2000b; 2001; 2003b; 2003c) 209
Figura 7.43: Mapa de Niveles Estáticos en (mbbp) de la Región Yungas. Datos de la DPRH. 210
Figura 7.44: Variación de los niveles estáticos de pozos en Yungas. Fuente: DPRH. 211
Figura 7.45: Mapa piezométrico del valle de la región Yungas, en puntos blancos se están los pozos etiquetados con el nivel piezométrico. Elaborado en base a datos de la DPRH 212
Figura 7.46: Hidroquímica de pozos de agua en la región de Yungas. Elaborado con datos químicos de pozos disponibles en informes varios. 214
Figura 7.47: Pozos visitados en el departamento de San Pedro. 215
Figura 7.48: Pozo Barro Negro 216
Figura 7.49: A. Pozo UCI 1 y B. Pozo UCI 2 217
Figura 7.50: A. Pozo UCI 3 y B. Pozo UCI 4 218
Figura 7.51: Pozo Sauce (A) y su caudal (B) 219
Figura 7.52: Pozo Urundeles Sur y B. Pozo Golf 219
Figura 8.1: Mapa de Unidades Operativas. Fuente: Agua Potable Jujuy S.E. 220
Figura 8.2: Obra de drenajes de captación del Río Yurak. 223
Figura 8.3: Esquema de proceso de tratamiento de la planta. 227
Figura 8.4: Desarenador. 228
Figura 8.5: Entrada a la planta. Sistema de rejas. 228
Figura 8.6: Reactor biológico de la planta Maimará. 229

Figura 8.7: Sedimentadores secundarios. 230
Figura 8.8:Sedimentadores secundarios. 230
Figura 8.9: Deshidratador de lodos. 231
Figura 8.10: Tabla Especial – UOP con cobertura de servicios y clientes medidos en Valles Julio /2024. Fuente: Agua Potable S.E. 233
Figura 8.11: Ubicación de los distintos módulos de la Planta Potabilizadora Alto Reyes. 236
Figura 8.12: Ubicación geográfica de la planta. 236
Figura 8.13: Diagrama del proceso de potabilización. 237
Figura 8.14:Zona de sedimentación. 238
Figura 8.15: Unidades de floculación. 238
Figura 8.16: Entrada a la planta potabilizadora, pasando las cribas. Tanques de sulfato de cobre. 238
Figura 8.17: Retrolavado. 239
Figura 8.18: Sala de cloración. 240
Figura 8.19: Lagunas de tratamiento El Pongo. 242
Figura 8.20: Lagunas de sedimentación primaria. 243
Figura 8.21: Salida de los efluentes tratados para la disposición con fin agrícola. Alto contenido de algas. 244
Figura 8.22: Geotubos membranales para el secado de los lodos dragados. 244
Figura 8.23: Laboratorio en la planta El Pongo. 245
Figura 8.24: Módulo de coagulación (abajo) del viejo sistema. 251
Figura 8.25: Lagunas de decantación de agua de lluvia. 252
Figura 8.26: Esquema de referencia de distribución de la planta. 253
Figura 8.27: Módulos de filtración de la planta LGSM. 253
Figura 9.1: Proceso de producción del carbonato de litio. Fuente: Exar. 256
Figura 9.2: Empresas dedicadas a la extracción de litio en Jujuy. Fuente: Exar. 256
Figura 9.3: Pozos de extracción Minera Exar. Fuente: Propia. 257
Figura 9.4: Pozo de extracción de salmuera. Fuente: Propia. 257
Figura 9.5: Vista Lateral del sistema extractor de salmuera. Fuente: Propia. 258
Figura 9.6: Tablero de control Pozo. Fuente: Propia. 258
Figura 9.7: Interior recamara pozo de bombeo. Fuente: Propia. 259
Figura 9.8: Tanque Reservorio de salmuera. Fuente: Propia. 260
Figura 9.9: Piletones de evaporación. Fuente: Google imágenes. 260
Figura 9.10: Tomas y Canales de Riego en Quebrada. Fuente: Propia. 261
Figura 9.11: Tomas y Canales de Riego en Tilcara y Juella. Fuente: Propia. 262
Figura 9.12: Tomas y Canales de Riego en Huacalera. Fuente: Propia. 263
Figura 9.13 Canales de riego Uquia (Fuente: Propia) 264
Figura 9.14: Toma de agua del Rio Grande en Uquia. Fuente: Propia. 265
Figura 9.15: Canal de riego “Huasa-Durazno”. Fuente: Propia. 266
Figura 9.16: Compuertas derivadoras. Fuente: Propia. 266
Figura 9.17: Aforo de caudal en canal Muyuna. Fuente: Propia. 267
Figura 9.18 Ejemplo cálculos realizados para el Aforo. Fuente: DPRH. 267
Figura 9.19: Diagrama del Sistema Regulado de Diques. Fuente: Batimetrías 2021 – Holdec. S.A. 268
Figura 9.20: Comparativa de niveles interanual en Las Maderas. Fuente: Metrix Sistemas. 270
Figura 9.21: Diagrama del Sistema Regulado de Diques (Fuente: WSS CFI-Mekorot) 270
Figura 9.22: Dique Las Maderas. Fuente: WSS CFI-Mekorot. 271
Figura 9.23: Dique Las Maderas vista satelital. Fuente: Google imágenes. 271

Figura 9.24: Dique La Ciénaga. Fuente: WSS CFI-Mekorot. 272
Figura 9.25 Dique La Ciénaga (Fuente: Google imágenes) 272
Figura 9.26: Dique los Alisos. Fuente: Google imágenes. 273
Figura 9.27 Dique Derivador el Tipal (Fuente: Google imágenes) 274
Figura 9.28: Dique Compensador Catamontaña. Fuente: WSS CFI-Mekorot. 274
Figura 9.29: Aprovechamiento integral de los ríos Grande y Perico. Fuente: DPRH. 275
Figura 9.30: Canal Restitución y sus derivaciones. Fuente: Propia. 276
Figura 9.31 Canal Intervalles. Fuente: Propia. 277
Figura 9.32: Desembocadura canal Intervalles en Río Grande. Fuente: Google Imágenes. 278
Figura 9.33 Superficie Caña de azúcar en Yungas según Min. de Producción año 2010. Fuente: Propia. 279
Figura 9.34 Superficie Citrus en Yuto según Min de Producción año 2019. Fuente: Propia. 280
Figura 9.35 Superficie Citrus en Palma Sola según Min de Producción año 2019. Fuente: Propia. 280
Figura 9.36: Distribución superficial Ingenios y consorcio San José del Bordo. Fuente: Propia. 282
Figura 9.37: Presencia de pozos en zona de San Pedro Yungas. Fuente: Propia. 282
Figura 9.38: Infraestructura de Riego en Fraile Pintado. Fuente: Propia. 283
Figura 9.39: Infraestructura Santa Clara y distribución parcelas según canal. Fuente: Propia. 284
Figura 9.40: Infraestructura El Acheral y distribución parcelas según canal. Fuente: Propia. 284
Figura 10.1: Mapa con las áreas de los consorcios registrados en la DPRH. Fuente: DPRH. 292
Figura 10.2: Distribución de cultivos según superficie para demanda permanente. Fuente: Partidas comerciales de la DPRH. 294
Figura 10.3 Distribución según cultivo por superficie. Fuente: CNA 2018. 295
Figura 10.4 Distribución Cultivos Industriales. Fuente: CNA 2018 295
Figura 10.5 Distribución Cereales. Fuente: CNA 2018 296
Figura 10.6 Distribución Legumbres. Fuente: CNA 2018 296
Figura 10.7 Distribución superficial de superficie implantada. Fuente: CNA 2018. 298
Figura 10.8 Cultivo Caña de Azúcar. Fuente: Min. De Producción. 299
Figura 10.9 Cultivo de Tabaco. Fuente: Min. De Producción. 299
Figura 10.10 Evapotranspiración en enero y en septiembre en Jujuy. Fuente: Moreno, y otros, 2019. 300
Figura 10.11 Distribución de los sistemas de riego. Fuente: Elaboración Propia. 301
Figura 10.12 Plan de erogaciones 2024 CVLP. Fuente: CVLP 303
Figura 10.13 Distribución de ganado en Jujuy (Fuente: Propia) 306
Figura 10.14: Demanda bruta total Jujuy. 308
Figura 10.15: Demanda bruta para la región de la Puna discriminando por departamento y uso. Fuente: Elaboración propia. 311
Figura 10.16: Distribución de los usos del recurso hídrico en la región de la Puna. Fuente: Elaboración propia. 311
Figura 10.17: Uso de subterránea y superficial región Puna. Fuente: Elaboración Propia. 312
Figura 10.18: Uso de subterránea y superficial, discriminado por uso. Región Puna. Fuente: Elaboración Propia. 312
Figura 10.19: Demanda bruta para la región de la Quebrada discriminando por departamento y uso. Fuente: Elaboración propia. 313
Figura 10.20: Distribución de los usos del recurso hídrico en la región de la Quebrada. Fuente: Elaboración propia. 313

Figura 10.21: Uso de subterránea y superficial región Quebrada. Fuente: Elaboración Propia. 313
Figura 10.22: Uso de subterránea y superficial, discriminado por uso. Región Quebrada. Fuente: Elaboración Propia. 314
Figura 10.23: Demanda bruta para la región de Valles discriminando por departamento y uso. Fuente: Elaboración propia. 314
Figura 10.24: Distribución de los usos del recurso hídrico en la región de Valles. Fuente: Elaboración propia. 315
Figura 10.25: Uso de subterránea y superficial región Valles. Fuente: Elaboración Propia. 315
Figura 10.26: Uso de subterránea y superficial, discriminado por uso. Región Valles. Fuente: Elaboración Propia. 315
Figura 10.27: Demanda bruta para la región de Yungas discriminando por departamento y uso. Fuente: Elaboración propia. 316
Figura 10.28: Distribución de los usos del recurso hídrico en la región de Yungas. Fuente: Elaboración propia. 316
Figura 10.29: Uso de subterránea y superficial Región Yungas. Fuente: Elaboración Propia. 317
Figura 10.30: Uso de subterránea y superficial, discriminado por uso. Región Yungas. Fuente: Elaboración Propia. 317
Figura 11.1: Modelo pluviométrico e isohietas (en rojo) generados para la cuenca de Olaroz Cauchari. Isohietas en amarillo para la provincia de Jujuy (Bianchi, 2010). Estaciones meteorológicas usadas. Fuente: Casini & Romero (2022). 320
Figura 11.2: Valores de recarga por subcuenca. Fuente: Casini & Romero (2022). 321
Figura 11.3: Evaporación de lámina libre. Fuente: Casini & Romero (2022). 322
Figura 11.4: Curvas de evaporación vs profundidad del nivel freático para distintas zonas de la cuenca. Fuente: Casini & Romero (2022). 323
Figura 11.5: Unidades vegetacionales de la cuenca. Fuente: Casini & Romero (2022). 324

Índice de Tablas

1
Tabla 1.1: Agenda de actividades del 15/07 al 19/07. 7
Tabla 1.2: Agenda de actividades del 26/08 al 29/08. 18
Tabla 2.1: Departamentos de Jujuy y su superficie. Fuente: (DIPEC, 2024). 20
Tabla 2.2: Síntesis de Estaciones Meteorológicas del INTA. 26
Tabla 2.3: Síntesis de Estaciones Meteorológicas del SNIH 26
Tabla 2.4: Estaciones meteorológicas pertenecientes al SMN. 27
Tabla 2.5: Estaciones Meteorológicas provistas por Sales de Jujuy. 27
Tabla 2.6: Estaciones meteorológicas provistas por Secretaría de Ambiente y DPRH. 27
Tabla 2.7: Valores Precipitación Promedios - Región Valles 28
Tabla 2.8: Valores Precipitación Promedios - Región Puna. 29
Tabla 2.9: Valores Precipitación Promedio - Región Quebrada. 30
Tabla 2.10: Valores Precipitación Promedio - Región Yungas. 31
Tabla 2.11: Valores Temperatura Promedio - Región Valles. 32
Tabla 2.12: Valores Temperatura Promedio - Región Yungas. 32
Tabla 2.13: Valores Temperatura Promedio - Región Puna. 32
Tabla 2.14: Valores Temperatura Promedio – Región Quebrada. 33
Tabla 2.15: Cuadro 1.10. Provincia de Jujuy. Total de población, variación absoluta y variación relativa, por departamento. Año 2022. Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados definitivos. 34

Tabla 2.16: Cuadro 2.10.1. Provincia de Jujuy, departamento Cochinoca. Total de hogares, por provisión del agua, según procedencia del agua. Año 2022. Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados definitivos. 35
Tabla 4.1: Cuadro de gastos de APJSE. Fuente: Agua Potable de Jujuy SE. 98
Tabla 4.2: Precio inscripción para explotación de áridos según categoría. Fuente: Resolución Nº36-DPRH/2024. 101
Tabla 4.3: Canon para extracción de áridos. Fuente: Resolución Nº36-DPRH/2024. 101
Tabla 4.4 Distribución ingresos anuales DPRH – Recursos Propios. Fuente: DPRH 102
Tabla 4.5: Presupuesto aproximado para 2025 – Rentas Generales DPRH. Fuente: DPRH 103
Tabla 4.6: Presupuesto ejecutado en 2024 – Recursos Propios DPRH (Fuente: DPRH) 104
Tabla 4.7: Gastos con fines públicos. Fuente: Elaboración propia a partir del Código de Aguas vigente. 104
Tabla 4.8: Gastos con fines privados. 105
Tabla 5.1: Principales afluentes Rio Grande Margen Derecha. 120
Tabla 5.2: Principales afluentes Rio Grande Margen Izquierdo. 120
Tabla 6.1: Capacidades de los embalses y diques del sistema de riego. 127
Tabla 6.2: Canales principales de la red de riego. 127
Tabla 6.3: Agua Disponible Superficial Sistema de diques. Fuente: Elaboración propia 132
Tabla 7.1: Pozos monitores para medición de niveles estáticos en el departamento de San Pedro. 139
Tabla 7.2: Resumen de resultados del censo de pozos refuncionalizados en la Puna por el CFI. ECSA S.R.L. (2023) 142
Tabla 7.3: Características hidrogeológicas de las unidades litológicas de la Puna. 150
Tabla 7.4: Pozos de la empresa Sales de Jujuy en el cono de Archibarca. Datos extraídos de la Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy. 153
Tabla 7.5: Coordenadas de los puntos monitoreados en EC & Asociados (2023) 161
Tabla 7.6: Resumen de los resultados del Monitoreo Ambiental Participativo de EXAR para aguas subterráneas, septiembre de 2023. EC & Asociados (2023) 161
Tabla 7.7: Resultados resumidos de aguas subterráneas para la cuenca de la Laguna de Pozuelos (Murray et al., 2019). 164
Tabla 7.8: Parámetros medidos in situ con multiparamétrico. 170
Tabla 7.9: Registro preliminar de Pozos de la Quebrada registrados en la DPRH. Glosario: R: Riego; M: Minero; D: Doméstico. 176
Tabla 7.10: Resumen de resultados de agua del pozo Finca Maimará. Fuente: Bassi (2003) 179
Tabla 7.11: Distribución granulométrica de las muestras del pozo Aguilar. Fuente SALTA PERFORACIONES (2003d) 180
Tabla 7.12: Resumen de resultados de agua del pozo Aguilar. Fuente: SALTA PERFORACIONES (2003d) 182
Tabla 7.13: Niveles piezométricos registrados del año 2022. Fuente: SMeH. 182
Tabla 7.14: Análisis químicos para vertientes Huachichocana y El Sauce. Fuente: Consejo Federal de Inversiones (1997) 186
Tabla 7.15: Vertientes de la Región Quebrada. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E. 186
Tabla 7.16: Pozos del departamento Dr. Manuel Belgrano. Fuente DPRH. 192
Tabla 7.17: Pozos del departamento El Carmen. Fuente DPRH. 193
Tabla 7.18: Pozos del departamento Palpalá. Fuente DPRH 194
Tabla 7.19: Ensayo de bombeo para el pozo Tupac Amaru. Fuente APJSE 197
Tabla 7.20: Ubicación de las vertientes registradas en APJSE 199
Tabla 7.21: Datos técnicos de pozos visitados en Ingenio La Esperanza. 218
Tabla 8.1: SEQ Tabla * ARABIC 1 – Correlación entre Unidades Operativas, Regiones y Departamentos. Fuente: Elaboración propia. 220

Tabla 8.2: Tabla Especial – UOP con cobertura de servicios y clientes medidos en La Puna Julio /2024 La Puna. Fuente: Agua Potable S.E. 221
Tabla 8.3: Plantas Potabilizadoras de La Puna. 222
Tabla 8.4: Pozos de agua de La Puna. 222
Tabla 8.5: Producción en región Puna de servicios concentrados. 222
Tabla 8.6: Plantas de tratamiento de efluentes en la Puna. 223
Tabla 8.7: Tabla Especial – UOP con cobertura de servicios y clientes medidos Julio /2024 La Quebrada. Fuente: Agua Potable S.E. 224
Tabla 8.8: Plantas Potabilizadoras de La Quebrada. 224
Tabla 8.9: Pozos de La Quebrada. 225
Tabla 8.10: Principales localidad de Quebrada con PTEC. 225
Tabla 8.11: Localidades que poseen plantas potabilizadoras para la región Valles. 234
Tabla 8.12: Pozos para la región Valles. 235
Tabla 8.13: Plantas de tratamiento de efluentes de la región Valles. 241
Tabla 8.14: Ubicación geográfica de la planta El Pongo. 242
Tabla 8.15: Tabla Especial – UOP con cobertura de servicios y clientes medidos de las Yungas Julio /2024 -Fuente Agua Potable S.E. 247
Tabla 8.16: Localidades que disponen de un sistema de Planta Potabilizadoras en las Yungas. 248
Tabla 8.17: Localidades con sistema de abastecimiento de agua mediante Pozos en las Yungas. 249
Tabla 8.18: Módulo Viejo de la Planta Potabilizadora La Urbana. 250
Tabla 10.1: Cantidad de clientes totales, clientes medidos y relación entre clientes medidos y totales. Fuente: Elaboración propia sobre información provista por Agua Potable de Jujuy SE. 286
Tabla 10.2: Variación interanual y estacional de los consumos. Fuente: Elaboración propia sobre información provista por Agua Potable de Jujuy S 287
Tabla 10.3: Producción de fuente superficial y subterránea en servicios dispersos y concentrados. Fuente: elaboración propia. 289
Tabla 10.4: Resumen Usuarios del agua según Partidas Comerciales. Fuente: DPRH. 290
Tabla 10.5: Demanda por departamento y categoría de uso. Fuente: DPRH. 291
Tabla 10.6: Usuarios y demandas por Consorcio. Fuente: DPRH. 293
Tabla 10.7: Demanda según tipo de cultivo. Fuente: DPRH. 293
Tabla 10.8 Superficie implantada. Fuente: CNA 2018 294
Tabla 10.9 Comparativo superficie implantada CNA 2018 y Partidas Comerciales DPRH. Fuente: Elaboración propia 297
Tabla 10.10 Selección de superficie implantada por cultivo y departamento. Fuente: CNA 2018. 298
Tabla 10.11 Valores de coeficiente de cultivo. Fuente: FAO 300
Tabla 10.12 Sistemas de riego según CNA18. Fuente: CNA 2018. 301
Tabla 10.13: Comparativa entre demanda teórica neta y valores erogados por el sistema de diques. Fuente: Elaboración propia. 303
Tabla 10.14: Relación entre uso de fuente de agua superficial y subterránea. Fuente: elaboración propia. 304
Tabla 10.15 Distribución cabezas de ganado según Marcas y Señales 2023 (Fuente: Min. De Producción) 305
Tabla 10.16 Distribución cabezas de ganado según Marcas y Señales 2023 (Fuente: Min. De Producción) 305
Tabla 10.17 Distribución cabezas de ganado según CNA 2018. Fuente: CNA 2018. 306
Tabla 10.18 Consumo anual Industrial según Partidas Comerciales (Fuente: DPRH) 307
Tabla 10.19 Consumo anual Industrial/Minero (Fuente: DPRH) 308
Tabla 10.20: Demanda bruta por uso y departamento para la provincia de Jujuy. Fuente:Elaboración propia. 309

Tabla 10.21: Demanda bruta por uso y departamento para la provincia de Jujuy. Fuente: Elaboración propia. 310
Tabla 11.1: Parámetros de la cuenca de Olaroz Cauchari. Fuente: Casini & Romero (2022). 319
Tabla 11.2 Balance hidrológico de la cuenca de Olaroz Cauchari. Fuente: Casini & Romero (2022) 325
Tabla 12.1: Tabla 1A - Resultados de Análisis de Muestras de agua natural subterránea o de vertiente para la región Puna. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E. 328
Tabla 12.2: Tabla 1B - Resultados de Análisis de Muestras de agua natural subterránea o de vertiente para la región Quebrada. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E. 329
Tabla 12.3: Tabla 1C - Resultados de Análisis de Muestras de agua natural subterránea o de vertiente para la región Valle. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E. 329
Tabla 12.4: Tabla 1D - Resultados de Análisis de Muestras de agua natural subterránea o de vertiente para la región Yungas. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E. 330
Tabla 12.5: Tabla Nº 2A –resultados de Análisis de Muestras de agua natural superficial para la región Puna. Fuente: Agua Potable S.E. 331
Tabla 12.6: Tabla Nº 2B –resultados de Análisis de Muestras de agua natural superficial para la región Quebrada. Fuente: Agua Potable S.E. 331
Tabla 12.7: Tabla Nº 2C –resultados de Análisis de Muestras de agua natural superficial para la región Valles. Fuente: Agua Potable S.E. 332
Tabla 12.8: Tabla Nº 2D –resultados de Análisis de Muestras de agua natural superficial para la región Yungas. Fuente: Agua Potable S.E. 333
Tabla 12.9: Tabla 3A– Resultados de Análisis Fisicoquímicos de Muestras de afluentes año 2019 a 2024 Región Puna. Fuente: Agua Potable S.E. 333
Tabla 12.10: Tabla 3B– Resultados de Análisis Fisicoquímicos de Muestras de afluentes año 2019 a 2024 Región Quebrada-Fuente Agua Potable S.E. 335
Tabla 12.11: Tabla 3C– Resultados de Análisis Fisicoquímicos de Muestras de afluentes año 2019 a 2024 Región Valles. Fuente: Agua Potable S.E. 336
Tabla 12.12: Tabla 3D– Resultados de Análisis Fisicoquímicos de Muestras de afluentes año 2019 a 2024 Región Yungas. Fuente: Agua Potable S.E. 337

1 Introducción

El presente documento se elabora en el marco del contrato celebrado entre el Consejo Federal de Inversiones (CFI) y la empresa Mekorot, la Compañía Nacional de Agua del Estado de Israel (MEKOROT WATER COMPANY LTD). Dicho contrato establece la prestación de servicios de consultoría para la formulación de un Plan Maestro para el Sector Hídrico de la Provincia de Jujuy.

La finalidad de este proyecto es generar un instrumento que contemple la planificación integral de los recursos hídricos de la provincia, desde una caracterización de la oferta hídrica, gestión de la demanda, optimización de la disponibilidad del recurso, prospectivas económicas y financieras, revisión y construcción de gobernanza y procesos de modernización necesarios.

El acuerdo establece que la empresa Mekorot preparará un plan para conservar y gestionar los recursos hídricos de la provincia, considerando todos los tipos de fuentes de agua y demandas (poblacional, agrícola, industrial, 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 equilibrado 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.

Las etapas del trabajo son las siguientes:

- Etapa 0: Evaluación de la información recibida/existente de la provincia de Jujuy.
- Etapa 1: Análisis de la situación actual de los recursos hídricos.
- Etapa 2: Proyecciones de la oferta de los recursos hídricos y de la demanda.
- Etapa 3: Proyecciones de los balances hídricos - Oferta Sostenible.
- Etapa 4: Análisis de alternativas de suministros de agua.
- Etapa 5: Informe final - Análisis económico preliminar del esquema de suministro de agua deseado.

Habiendo iniciado el proyecto en el mes de junio de 2024 y conforme al cronograma de trabajo, durante el mes de agosto se procedió a realizar un taller, dividido en varios encuentros, para presentar una evaluación de la información disponible y tener un intercambio con los distintos actores involucrados en la gestión de los recursos hídricos. Como producto de dichos encuentros se realizaron minutas que se remitieron vía correo electrónico donde se plasmó la calidad de la información recepcionada hasta el momento y el compromiso de distintos actores en la provisión de documentos o datos que aún no habían sido puestos a disposición de la consultora.

Actualmente, en correspondencia con el noveno mes de contrato, se presenta el Informe Nº1, cuyo objeto es el análisis de la situación actual de los recursos hídricos basado en la información disponible.

1.1 Alcances

Como producto de este trabajo se formulará un Plan Maestro. El alcance del Plan Maestro será todo el territorio de la provincia de Jujuy, al igual que el contenido temático del proyecto.

Todas las etapas de este trabajo se basan en datos existentes, no en generados durante el mismo.

1.2 Objetivos del Plan Maestro

El proyecto tiene como objetivo la formulación de un “Plan Maestro del Agua para la Provincia de JUJUY” que permita implementar herramientas hacia una gestión integrada y sustentable de los recursos hídricos con un horizonte de 30 años, en línea con los Principios Rectores de la Política Hídrica de la República Argentina (COHIFE, 2003).

Dentro de los principios mencionados, la Provincia de Jujuy solicita enfocar el Plan Maestro en los siguientes aspectos:

1. Revalorización del agua como recurso renovable, escaso y vulnerable.
2. Aplicación de una gestión moderna del recurso hídrico a partir del conocimiento de la oferta y la demanda actual y futura, de manera tal de planificar acciones a corto, mediano y largo plazo.
3. Optimizar la operación y el mantenimiento de la infraestructura hídrica. Eficiencias de cada sistema de riego, y de la aplicación en campo.
4. Participación y fortalecimiento de los usuarios en la gestión del recurso.
5. Conocimiento y gestión de cuencas.
6. Modernización de modelos de consorcios, asociaciones de canales o de productores.

El plan incluirá un análisis de los escenarios de suministro de agua para un horizonte de 30 años teniendo en cuenta las demandas presentes y proyectadas de los sectores poblacional, agrícola e industrial. 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.

1.3 Marco conceptual metodológico

El plan maestro del agua se compone de seis etapas para su realización.

1.3.1 Plan de tareas

- ETAPA 0: EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECIBIDA/EXISTENTE.
- ETAPA 1: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.
- ETAPA 2: PROYECCIONES DE LA OFERTA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y DE LA DEMANDA.

- ETAPA 3: PROYECCIONES DE LOS BALANCES HÍDRICOS - OFERTA SOSTENIBLE.
- ETAPA 4: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO DE AGUA.
- ETAPA 5: INFORME FINAL - ANÁLISIS ECONÓMICO PRELIMINAR DEL ESQUEMA DE SUMINISTRO DE AGUA DESEADO.

Etapa 0

El objetivo de la etapa cero de plan es realizar un relevamiento de la información efectivamente disponible sobre los temas más relevantes:

- **Información general:** geografía y ubicación, población y proyecciones por departamento, cobertura de servicios y saneamiento matriz económica por departamento, identificación de problemas ambientales relevantes.
- **Agua superficial:** caudales medios diarios, volúmenes acumulados del sistema, erogaciones de las represas, cauces principales y cuerpos de agua, cuencas hidrográficas, embalses.
- **Agua subterránea:** ubicación de perforaciones, zonificación del agua subterránea, niveles estáticos y dinámicos, perforaciones por uso, volumen de agua subterránea
- **Clima:** precipitaciones, estaciones, temperaturas.
- **Infraestructura de riego:** esquemas de sistemas de riego, características de infraestructura, longitud de red de riego, revestimiento de la red, métodos de riego, volúmenes distribuidos, etc.
- **Demanda:** erogación en cabecera y a nivel de canal, superficie empadronada por uso, superficie paga por canal, superficie cultivada por canal, determinación de la célula de cultivo, ETo y ETc por cultivo, abastecimiento poblacional, demanda industrial, uso ganadero, uso público no empadronado, uso fuerza motriz.
- **Calidad de agua:** monitoreo de industria, monitoreo de río e infraestructura de riego, plantas depuradoras cloacales, monitoreo de embalses, calidad de agua subterránea, identificación de problemas relacionados con calidad del agua subterránea.
- **Valor económico:** cuadro tarifario del sistema eléctrico, estructura tarifaria del servicio de agua y saneamiento, costos de operación y mantenimiento, financiamiento
- **Marco jurídico:** aspectos interjurisdiccionales del recurso hídrico, agua superficial, agua subterránea, ambientales.
- **Estructura de la administración hídrica provincial:** autoridades del agua y conexas.

Estos datos son recopilados a partir de la información compartida por las instituciones de la provincia en relación con el manejo del agua.

Etapa 1

En cuanto a la etapa Nº1, la misma se realizó a partir del procesamiento de la información disponible, como así también, mediante reuniones virtuales y presenciales con los distintos actores vinculados en la gestión del recurso hídrico.

Entre las actividades realizadas, se llevaron a cabo dos visitas de campo. La primera fue realizada entre el 15 y el 19 de julio con especialistas en abastecimiento de aguas y calidad de aguas, Ing. Tomer Malul e Ing. Mario Kummel. La segunda se realizó entre el 26 y el 30 de agosto con especialistas en hidrogeología.

Tabla 1.1: Agenda de actividades del 15/07 al 19/07.

Fecha	Actividad	Anfitrión
15/7/2024	Presentación en salón de reuniones del Ministerio de Infraestructura, Servicios Públicos, Tierra Y Vivienda	Funcionarios y agentes de la DPRH
		Autoridades y profesionales de Agua Potable de Jujuy SE
16/7/2025	Visita a la Planta Potabilizadora de Reyes y Laboratorio	Ing. Silvia Muahana (Jefa de laboratorio) y José Caracciono (Jefe de Planta) de Agua Potable de Jujuy SE
	Visita a la Planta de tratamiento El Pongo	José Goméz (Operador) Agua Potable de Jujuy SE
	Visita al Ingenio La Esperanza	Ing. Sanz
17/7/2025	Reunión en oficinas del Ingenio Ledesma	Federico Gatti, gerente
	Visita a Planta potabilizadora Gral Libertador	Ing. María Eugenia Vargas (Jefa operativa VII) y Jesús Alvarez (Operador de la planta) Agua Potable de Jujuy SE
	Canal de restitución	DPRH
	Dique La Ciénaga	DPRH
	Dique Las Maderas	DPRH
	Dique El tipal	DPRH
	Dique Los Alisos	DPRH
18/7/2025	Central hidroeléctrica Las Maderas	Ing. Gimenez Enrique HOLDEC S.A.
	Dique Catamontaña	DPRH
	Cámara de conexión Los Alisos y el canal Los Molinos	-
	Reuso de efluentes de El Pongo	-
	Viñedo en Maimará	-
	Planta de tratamiento de efluentes cloacales de Maimará	-
19/7/2024	Visita instalaciones de Xuma	-
19/7/2024	Reunión de cierre de visita en sala de reuniones de las oficinas de Xuma	DPRH
		Agua Potable Jujuy S.E.

Fecha	Actividad	Anfitrión
26/8/2024	Presentación en DPRH	Funcionarios y agentes de la DPRH
	Visita perforaciones en San Pedro	Manuel Río (operador), Agua Potable Jujuy S.E.
27/8/2024	Pozos delta Río Rosario	Ariel Bregman (Superintendente hidrogeología y perforacines) y Lic. Raúl González (Gerente), Exar.
28/8/2024	Centro Deportivo de Alto Rendimiento	Funcionarios y agentes de la municipalidad de La Quiaca
	Obra de toma sobre Río Yurak	Agua Potable de Jujuy SE
29/8/2024	Reunión con Unión de Cañeros Independientes en oficinas en San Pedro	Ing. Héctor Jure y Lic. Enrique Yapura
	Visita de pozos finca Privada	Ing. Héctor Jure
	Visita sistema de riego presurizado Ingenio La Esperanza	Fernando Fernández

Tabla 1.2: Agenda de actividades del 26/08 al 29/08.

2 Descripción General de la Provincia

2.1 Introducción

Este capítulo presenta los principales aspectos sociopolíticos y de recursos naturales de la provincia abordando la organización política del Gobierno Provincial y la división política y administrativa del territorio provincial. Se desarrolla una breve descripción de las principales características del medio físico de la provincia, como el relieve, geomorfología, clima, hidrografía y vegetación. Se refiere también en este apartado a las principales componentes de la dinámica social, económica y poblacional.

El territorio jujeño está situado al noroeste de la República Argentina, limita con la República de Chile al oeste, con el Estado Plurinacional de Bolivia al norte, y al sur, así como al este, limita con la provincia de Salta. Se encuentra situada entre los 21º 46’ y 24º 36’ de latitud sur y desde los 64º 09’ a los 67º 12’ de longitud oeste.

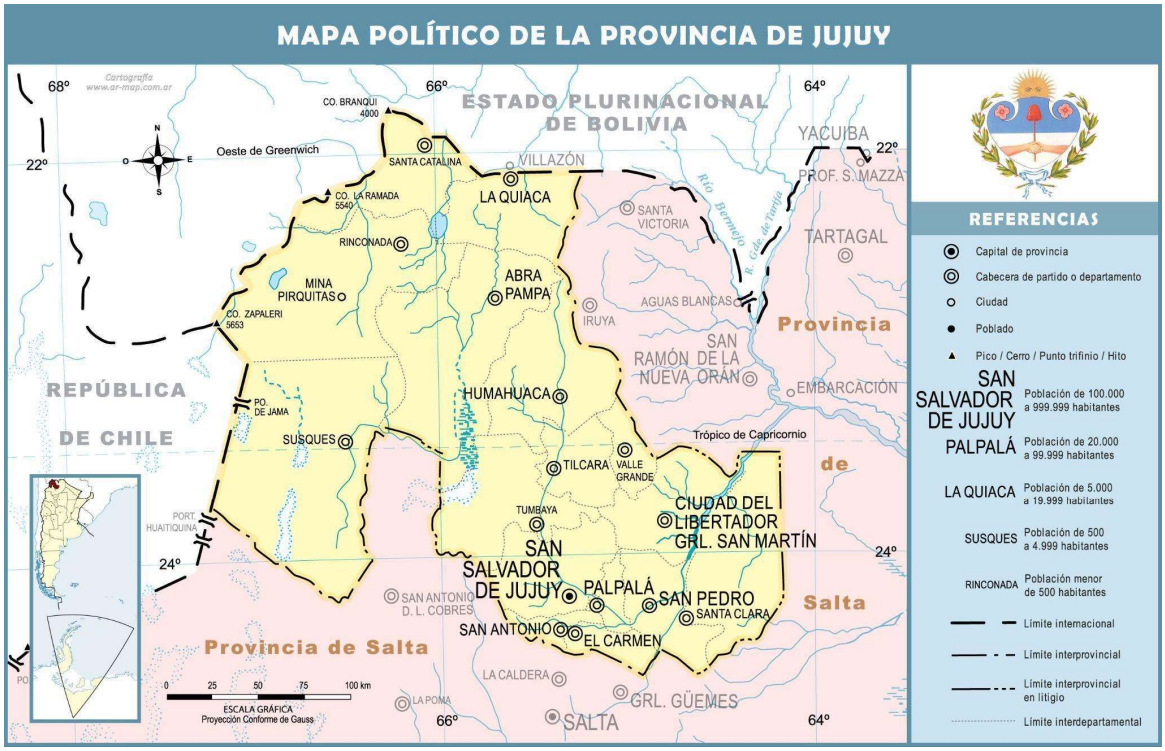


Figura 2.1: Mapa político de la Provincia de Jujuy. Fuente: (Nación, 2024).

Su capital y ciudad más poblada es San Salvador de Jujuy, mientras que San Pedro de Jujuy es su segundo centro de población más importante. La provincia posee una superficie de 53.219 km² lo que representa un 1,4% de la superficie total del país.

Jujuy es una de las 24 jurisdicciones que componen la República Argentina. Conforma la Región del Noroeste Argentino (NOA) junto a las provincias de Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero abarcando un 11,3% de la superficie nacional.

2.2 Organización territorial y división política de la provincia

La provincia de Jujuy se divide políticamente en 16 departamentos, con 27 municipios (centros poblacionales de más de 3.000 habitantes) y 33 comisiones municipales (centros con una población numéricamente inferior a esa cifra) municipios.

A continuación, se muestran los 16 departamentos que componen a la provincia y su superficie.

Departamento	Superficie [km²]
Cochinoca (1)	7831
Dr. Manuel Belgrano (2)	1917
El Carmen (3)	912
Humahuaca (4)	3792
Ledesma (5)	3249
Palpalá (6)	467
Rinconada (7)	6407
San Antonio (8)	690
San Pedro (9)	2150
Santa Bárbara (10)	4448
Santa Catalina (11)	2960
Susques (12)	9199
Tilcara (13)	1845
Tumbaya (14)	3442
Valle Grande (15)	962
Yavi (16)	2942

Tabla 2.1: Departamentos de Jujuy y su superficie. Fuente: (DIPEC, 2024).

2.2.1 Gobierno y Administración

Poder Ejecutivo: El poder ejecutivo es ejercido por el Gobernador.

Poder Legislativo: Bicameral elegido por sufragio universal para un mandato de cuatro años. Ambas cámaras renuevan la mitad de sus miembros cada dos años, pudiendo éstos ser reelegidos.

Cámara de Diputados: 48 miembros elegidos de manera proporcional. Además de diputados electos, se designan seis suplentes que accederán en caso de que reproduzcan vacantes.

Además de la división política en departamentos y municipios, la organización territorial de Jujuy cuenta con diversas reparticiones provinciales que cumplen roles específicos en la gestión de recursos, infraestructura y servicios esenciales para la población. Estas entidades son fundamentales para implementar políticas públicas, garantizar el ordenamiento territorial y optimizar el uso de recursos naturales, especialmente el agua,

que es un recurso vital en la región. A continuación, se detallan las principales reparticiones provinciales y sus funciones respectivas en el contexto de la gestión territorial y de los recursos hídricos.

2.2.2 Ministerio de Desarrollo Económico y Producción

Este ministerio coordina las políticas que ordenan, promueven y fomentan la producción en diversas áreas clave de Jujuy, tales como la agricultura, la ganadería, la industria, el comercio y la minería. Bajo su estructura, operan varias Secretarías especializadas: Minería e Hidrocarburos, Desarrollo Industrial y Comercial, Desarrollo Productivo, Economía Popular, Vitivinicultura y Coordinación de Agencias de Desarrollo. Este informe abordará, en particular, las funciones de las cuatro últimas, que tienen un impacto directo en el sector agropecuario y agroalimentario de la provincia.

2.2.3 Secretaría de Desarrollo Productivo

Su rol es apoyar al Ministerio en la creación y ejecución de políticas de desarrollo sustentable para la producción agrícola, ganadera y forestal. También coordina políticas hídricas para el uso eficiente del agua, orientadas a potenciar la producción agroalimentaria de Jujuy.

2.2.4 Secretaría de Desarrollo Industrial y Comercial

Se encarga de diseñar y supervisar políticas para el crecimiento de micro, pequeñas y medianas empresas, promoviendo la integración productiva en todas las regiones. Busca fortalecer el tejido productivo, desarrollar sectores estratégicos mediante cadenas de valor, y fomentar la creación de empleos.

2.2.5 Secretaría de Vitivinicultura

Creada en 2021, esta Secretaría promueve la industria vitivinícola en Jujuy como una alternativa rentable para los productores agrícolas, que también enriquece la oferta turística y cultural de la provincia. Además, aplica la Ley Provincial 5.882, que otorga incentivos y beneficios fiscales para productores y servicios relacionados con el sector vitivinícola.

2.2.6 Secretaría de Coordinación de Agencias de Desarrollo

Su función es apoyar proyectos productivos mediante Agencias de Desarrollo Local, orientados a mejorar las condiciones de vida en áreas de menor desarrollo humano. Proporciona apoyo técnico y operativo para que organizaciones y grupos sociales formulen proyectos viables que tengan un impacto positivo en comunidades vulnerables.

2.2.7 Secretaría de Economía Popular

Se centra en capacitar a pequeños productores, financiar la adquisición de maquinaria y ofrecer asistencia técnica. Sus principales áreas de acción incluyen el turismo rural comunitario, la comercialización y el acceso a microcréditos.

2.3 Caracterización biofísica de la provincia

El territorio de la provincia de Jujuy presenta una notable diversidad de paisajes y ecosistemas, resultado de su compleja estructura geológica, su variada topografía y su posición dentro del noroeste argentino. Esta heterogeneidad condiciona las características climáticas, hídricas y edáficas de la región, impactando directamente en la distribución de la vegetación y la fauna, así como en las actividades productivas y los asentamientos humanos.

Desde el punto de vista físico-geográfico, la provincia puede dividirse en cuatro grandes regiones, cada una con particularidades en cuanto a altitud, clima, hidrografía y biodiversidad:

La **Puna** o **Altiplano** una extensa meseta situada en el oeste de la provincia a 4.000 msnm, y sobrepasando en algunos puntos los 5.500 msnm, cubre el 60% del territorio (Rinconada, Susques, Yavi, Cochinoca y Santa Catalina). Se ubica entre el Estado Plurinacional de Bolivia y la República de Chile, con la Cordillera Oriental al este y la Sierra de San Buenaventura al sur. Presenta un clima frío y seco, con precipitaciones escasas y gran amplitud térmica diaria. Geológicamente, se destacan formaciones endorreicas con presencia de salares (Cauchari-Olaroz, Salinas Grandes) y lagunas salobres (Vilama, Guayatayoc, Pozuelos). La vegetación es escasa y adaptada a condiciones extremas, con especies como la tola y la yareta.

La **Quebrada de Humahuaca** corresponde a un sistema de valles encajonados que se extienden con dirección norte-sur siguiendo el Río Grande de Jujuy. Este río actúa como vía de acceso y comunicación con los valles orientales y meridionales. Su relieve accidentado y su posición entre la Puna y las Yungas generan un clima seco y templado-frío, con precipitaciones estivales y un marcado déficit hídrico en invierno.

La región de las **Yungas** constituye un extenso corredor bioclimático ubicado al este de la Quebrada, separado de ésta por la Cordillera Oriental. Este ecosistema posee un marcado gradiente altitudinal, desde los 500 hasta los 2.500 msnm. Abarca sierras como las de Zapla, Zenta, Cresta del Gallo y Maíz Gordo, sirviendo estas últimas como límite sudeste con la provincia de Salta. Su clima es cálido y húmedo, con precipitaciones abundantes y alta biodiversidad.

Los **Valles Meridionales** o **Templados** nacen al sur de la Quebrada de Humahuaca, desde Lozano hasta el Río de Las Pavas – departamento de El Carmen – y límite natural con Salta. Estos valles presentan un relieve moderado y un clima templado, con mayor disponibilidad hídrica en comparación con las regiones puneñas y quebradeñas. Están atravesados por los ríos Grande y Xibi Xibi, cuyas aguas confluyen en el río Lavayén, principal afluente del San Francisco. Esta zona es de gran importancia productiva y concentra la mayor parte de la población jujeña.

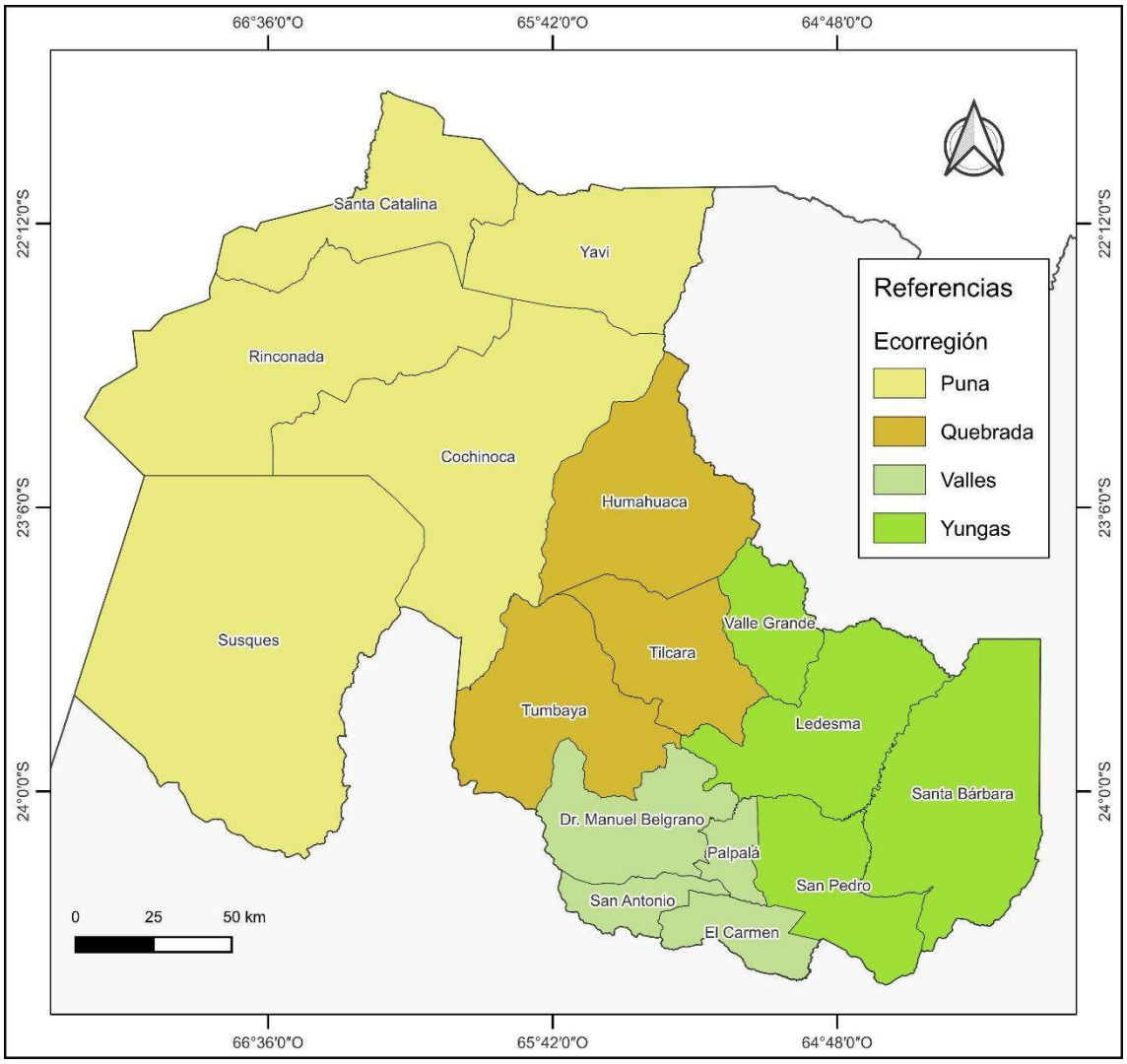


Figura 2.2: Regiones geográficas de la Provincia de Jujuy. Fuente: Elaboración propia.

2.3.1 Clima

El clima de la **Puna** se caracteriza por ser frío y seco, con una gran amplitud térmica diaria y un marcado déficit hídrico. Según la clasificación de Davis (1910), pertenece a la Región Andina. La irradiación solar en esta zona es intensa, variando entre 600 y 1.100 W/m² al mediodía lo que contribuye a la aridez del ambiente. Los vientos predominantes provienen del oeste y son de alta intensidad, generando erosión eólica y aumentando la evaporación del escaso contenido hídrico del suelo. Estos vientos son típicos entre los meses de junio y agosto.

Los inviernos son extremadamente fríos, con temperaturas mínimas que pueden alcanzar los -25°C y temperaturas medias de 5°C. En verano se registran temperaturas máximas de 30°C, con temperaturas medias que oscilan entre 15°C y 20°C.

La aridez de esta región es resultado de una doble barrera orográfica que impide el ingreso de humedad desde ambos océanos. Por el oeste, la Cordillera de los Andes bloquea la humedad del Pacífico, mientras que, por el este, las sierras submeridianas y precordilleranas interceptan las masas de aire provenientes del Atlántico. Adicionalmente, los vientos del oeste al norte limitan la entrada de humedad desde el

noreste en los Andes Centrales, intensificando la sequedad y generando un gradiente de humedad que disminuye hacia el oeste y hacia el sur. Como resultado la región presenta escasas precipitaciones (entre 50 a 300 mm anuales) que se concentran en el verano como tormentas convectivas de alta intensidad, desencadenadas por la llegada de masas de aire húmedo provenientes del este.

En invierno las nevadas ocurren entre mayo y agosto, acumulándose en las zonas más altas. Para el mes de agosto, el deshielo de estas nevadas contribuyendo a la recarga hídrica estacional de los cursos de agua.

El clima de la **Quebrada** templado árido caracterizado por temperaturas anuales promedio entre 5°C y 23°C. Presenta una notable amplitud térmica diaria, derivada de la elevada radiación solar y la escasa humedad atmosférica.

Las precipitaciones en la región disminuyen progresivamente desde el sur hacia el norte. El régimen de la Quebrada es de tipo monzónico, influenciado en gran medida por la orografía. Al ascender desde San Salvador de Jujuy, la precipitación media anual es de 850 mm, descendiendo progresivamente en el tramo hacia Volcán, donde apenas alcanza los 392 mm anuales. Desde Tumbaya hasta Humahuaca, las precipitaciones disminuyen aún más, registrando menos de 200 mm en promedio.

Este gradiente pluviométrico está influenciado por la orografía, que bloquea la llegada de humedad desde el este y condiciona la formación de nubes y precipitaciones. La vegetación xerófila predominante, con especies adaptadas a la aridez, es consecuencia de estas condiciones climáticas adversas.

La región de las **Yungas** se caracteriza un clima cálido húmedo con variaciones altitudinales significativas. La región presenta un gradiente de oeste a este, con una disminución progresiva de las precipitaciones y un aumento del déficit hídrico. Las temperaturas son elevadas, con un promedio de 27°C en verano y 14°C en invierno.

En el piedemonte húmedo, las precipitaciones pueden alcanzar hasta 1,000 mm anuales, mientras que, hacia el Chaco la media de precipitaciones oscila entre los 650 y 800 mm anuales. Las zonas de sierra albergan vegetación de transición entre el Chaco y el Bosque Subtropical, con una precipitación promedio de 400 a 600 mm anuales. En esta área, la evapotranspiración y las temperaturas también son altas, lo que genera un déficit de humedad en el suelo a lo largo del año.

Los **Valles Meridionales** presentan un clima templado con temperaturas moderadas a lo largo del año. Las temperaturas anuales oscilan entre los 10°C y los 25°C en promedio, aunque en invierno pueden producirse heladas y nevadas en las zonas de mayor altitud. Las precipitaciones son moderadas y varían entre los 600 y 800 mm anuales, concentrándose en los meses de verano.

Los ríos que atraviesan esta región, como el Río Grande y el XibiXibi, presentan un régimen de escurrimiento estacional, con caudales más elevados en verano debido a las lluvias y el deshielo en las zonas montañosas. La combinación de temperaturas agradables y disponibilidad de agua ha favorecido el desarrollo agrícola en esta región, que constituye una de las áreas productivas más importantes de la provincia.

2.3.2 Estaciones meteorológicas

Fuente y ubicación de las estaciones

Se realizó un relevamiento de información de estaciones meteorológicas. Se consultaron diferentes organismos como: INTA, SNIH y el SMN. Así también, se consultó también en registros privados.

Figura 2.3: Ubicación Estaciones meteorológicas presentadas.

La información de las estaciones del INTA se consigue a través de su página web.[1]

[1] Al momento de la realización del trabajo tuvo que ser recuperado del siguiente link: http://anterior.inta.gob.ar/prorenoa/info/resultados/Precip_NOA/base_precipitaciones_noa.asp" y "http://siga2.inta.gob.ar

Estación	Desde	Hasta	Parámetros					Periodicidad	Región
			T	Pp	H	V	Pa		
Santa Victoria Oeste	1/1/2017	1/1/2023	x	x				Diaria	Salta
San Pedro	1/1/2020	1/5/2024	x	x				Mensual	Yungas
Palpalá	1/6/2017	1/10/2023	x	x				Mensual	Valles
Hornillos	1/1/2017	1/7/2024	x	x				Diaria	Quebrada
Yuto	1/1/2004	1/6/2024		x				Mensual	Yungas
Abra Pampa EMC	1/1/1971	1/1/2008		x				Diaria	Puna
Abra Pampa EMA Davis	1/10/2011	1/7/2024	x	x				Diaria	Puna

Tabla 2.2: Síntesis de Estaciones Meteorológicas del INTA.

Por otro lado, se obtuvieron datos de las estaciones pertenecientes al SNIH (Sistema Nacional de Información Hídrica), las cuales no contaban con su posición geográfica especificada, por lo que lo mostrado es un aproximado mediante imagen satelital.

Estación	Desde	Hasta	Parámetros					Periodicidad	Región
			T	Pp	H	V	Pa		
N°40 - Humahuaca	1/7/2023	1/8/2024		x	x	X	x	Diaria	Quebrada
N°16 - Caimancito	1/1/1964	1/8/2024	x	x				Diaria	Yungas
N°38 - Arrayanal	1/7/2022	1/8/2024		x	x	x	x	Diaria	Yungas
N°39 - Calilegua	1/7/2022	1/8/2024		x	x	x	x	Diaria	Yungas

Tabla 2.3: Síntesis de Estaciones Meteorológicas del SNIH

Las estaciones del **SMN (Servicio Meteorológico Nacional)** son 3:

Estación	Desde	Hasta	Parámetros					Periodicidad	Región
			T	Pp	H	V	Pa		
Jujuy Universidad	1/1/1981	1/1/2020	x	x	x	x		Promedio	Valles
Jujuy Aeropuerto	1/1/1991	1/1/2020	x	x	x	x		Promedio	Valles
Jujuy Universidad	1/1/1981	1/1/2020	x	x	x	x		Promedio	Valles

Tabla 2.4: Estaciones meteorológicas pertenecientes al SMN.

Uno de los pocos actores privados que han compartido información de sus estaciones corresponde a Sales de Jujuy S.A. y South American Salars S.A., cuyas estaciones son:

Estación	Desde	Hasta	Parámetros					Periodicidad	Región
			T	Pp	H	V	Pa		
El Porvenir	1/1/2018	1/8/2024	x	x	x	X	x	Diaria	Puna
Piletas	1/1/2018	1/8/2024	x	x				Diaria	Puna
Limming	1/1/2018	1/8/2024	x	x	x	x	x	Diaria	Puna
Cauchari	1/1/2018	1/8/2024	x	x	x	x	x	Diaria	Puna
Olaroz	1/1/2018	1/8/2024	x	x	x	x	x	Diaria	Puna

Tabla 2.5: Estaciones Meteorológicas provistas por Sales de Jujuy.

Por su parte, desde Secretaría de Ambiente y la Dirección Provincial de Recursos Hídricos se obtuvo información de ciertas estaciones de diversos organismos y propietarios privados, las cuales se resumen en la siguiente tabla:

Estación	Desde	Hasta	Parámetros					Periodicidad	Región
			T	Pp	H	V	Pa		
Romain	1/1/1987	1/5/2023	x	x	x	X	x	Diaria	Valles
Finca La Posta- Perico	1/1/1996	1/1/2022	x	x	x			Mensual	Valles
N°20 - San Francisco	1/1/2019	1/8/2024		x				Hora	Yungas
Vaisala	1/1/2022	1/5/2023	x	x	x	x	x	30 minutos	Puna

Tabla 2.6: Estaciones meteorológicas provistas por Secretaría de Ambiente y DPRH.

Registros de precipitaciones

Respecto a los registros históricos, se realizaron gráficos de las ventanas temporales en las cuales dichas estaciones muestran datos. Estos gráficos se separaron por región de manera que pueda apreciarse la cantidad de información disponible en cada región de la provincia para posterior análisis.

A continuación de dichos gráficos, se muestran valores promedios normalizados para todas las estaciones, promedio precipitación total anual, precipitación promedio del mes con máximos valores (diciembre, enero, febrero y marzo) y precipitación promedio del mes con mínimos valores (junio, julio y agosto). Se excluyeron aquellos valores

anómalos y aquellos meses/años con más del 90% de datos en cero, ya que se entiende que la estación estuvo fuera de servicio.

Valles Meridionales o Templados

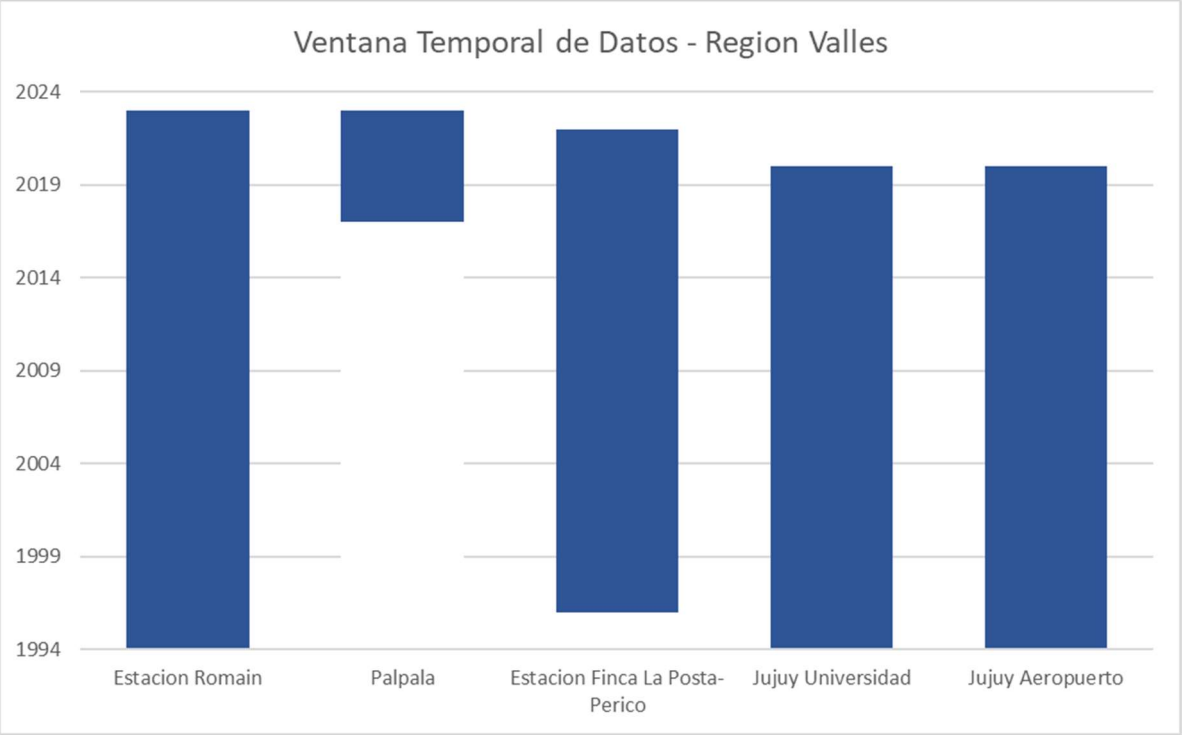


Figura 2.4: Ventana temporal de datos Región Valles. Fuente: Elaboración Propia.

Estación	Período	Precip. Prom Total Anual [mm]	Precip. Mín. Prom. Mensual [mm]	Precip. Máx. Prom. Mensual [mm]
Romain	1994 - 2024	914	6	120
San Pedro	2020-2024	450	3	71
Jujuy Universidad	1994-2020	951	6	191
Jujuy Aeropuerto	1994-2020	720	2,1	154
Palpalá	2017-2023	656	9,1	156
Finca La Posta - Perico	1996-2021	614	1,5	122

Tabla 2.7: Valores Precipitación Promedios - Región Valles

Se puede apreciar que en los valles se presentan las estaciones disponibles en puntos clave de la región con una ventana temporal bastante importante (desde 1990 hasta 2024 la mayoría) y compartida entre las mismas.

Puna

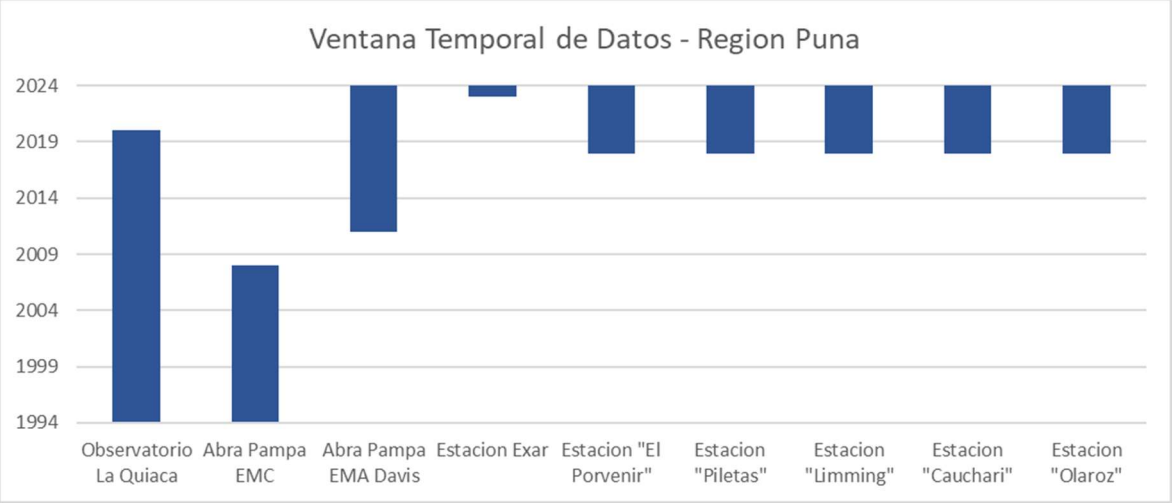


Figura 2.5: Ventana temporal de datos Región Puna. Fuente: Elaboración Propia.

Estación	Período	Precip. Prom. Total Anual [mm]	Precip. Mín. Prom. Mensual [mm]	Precip. Máx. Prom. Mensual [mm]
Observatorio La Quiaca	1994-2020	330	1,1	102
Abra Pampa EMC	1994-2007	315	0	170
Abra Pampa EMA Davis	2011-2024	9	0,7	3
Exar	2022-2023	185	0	183

Tabla 2.8: Valores Precipitación Promedios - Región Puna.

Por su parte, la mayoría de las estaciones de la región Puna muestran información desde 2018 ya que son todas aquellas instaladas por empresas vinculadas al desarrollo minero.

Quebrada de Humahuaca

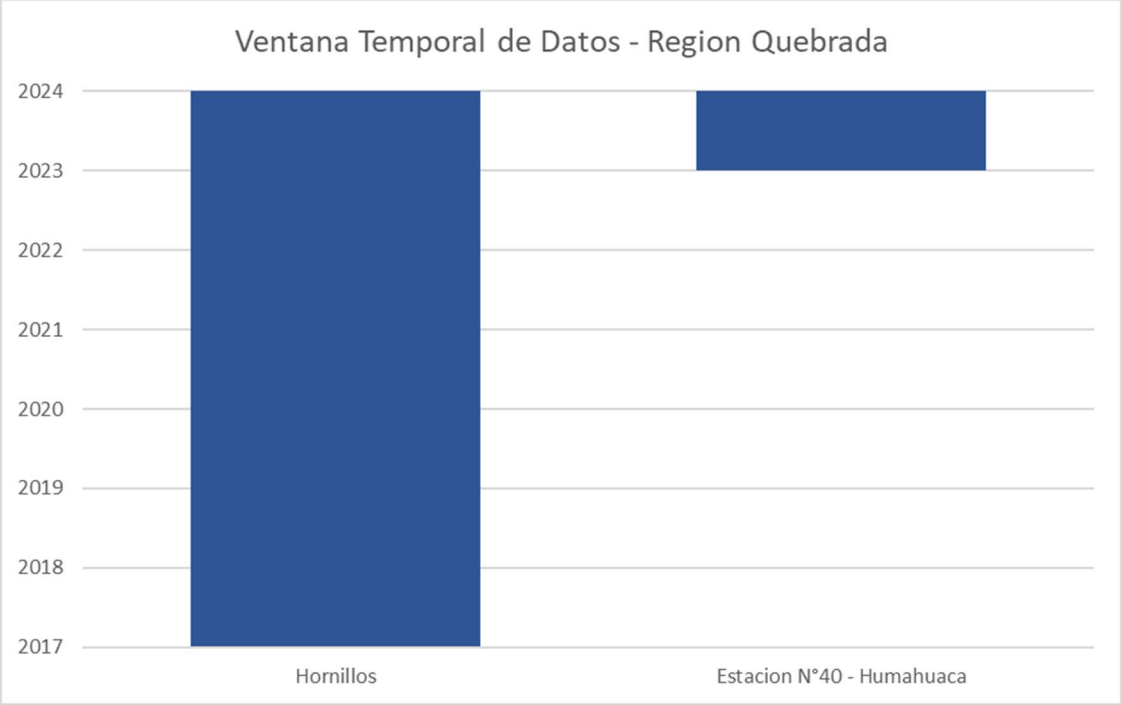


Figura 2.6: Ventana temporal de datos Región Quebrada. Fuente: Elaboración Propia.

Estación	Período	Precip. Prom Anual [mm]	Precip. Mín. Prom Mensual [mm]	Precip. Máx. Prom Mensual [mm]
N°40 - Humahuaca	2023-2024	189	0	88
Hornillos	2017-2024	88	0	25

Tabla 2.9: Valores Precipitación Promedio - Región Quebrada.

La región de la Quebrada es la más pobre respecto a información meteorológica, teniendo solo dos estaciones disponibles y coincidiendo estas tan solo en su último año.

Mientras que, por otro lado, la región Yungas muestra mayor número de estaciones y una buena distribución por el área productiva de la misma, pero se repite el problema de la ventana temporal compartida de datos, coincidiendo todas las estaciones desde el año 2021 en adelante.

Yungas

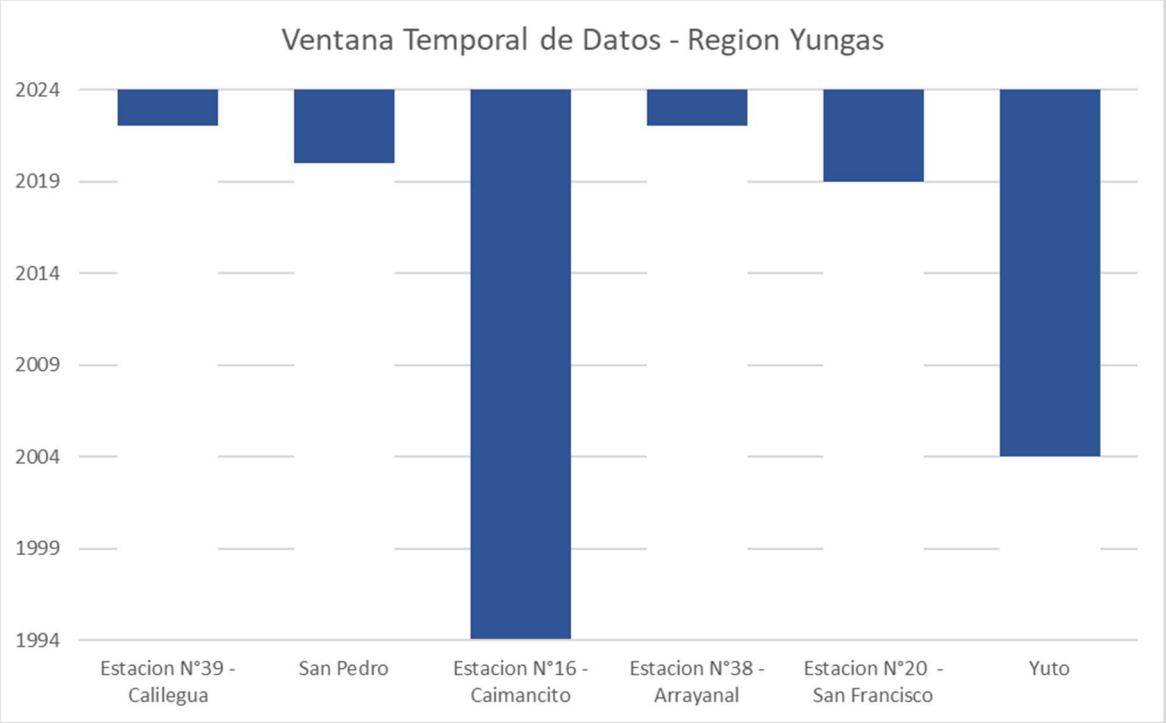


Figura 2.7: Ventana temporal de datos Región Yungas. Fuente: Elaboración Propia.

Estación	Período	Precip. Prom Total Anual [mm]	Precip. Mín Prom. Mensual [mm]	Precip. Máx. Prom. Mensual [mm]
N°16- Caimancito	1994-2024	985	3	232
N°20 – San Francisco	2019-2024	725	1	196
N°38 – Arrayanal	2023-2024	586	1	219
N°39 - Calilegua	2023-2024	632	3,5	270
San Pedro	2020-2024	450	3	71
Estación Yuto	2004-2024	897	4	184

Tabla 2.10: Valores Precipitación Promedio - Región Yungas.

Registros de temperaturas

A continuación, se presenta un análisis similar al anterior pero aplicado a los valores de temperatura promedio anual y valores máximos/mínimos promedios por mes.

El procedimiento, al igual que el ítem anterior, consistió en promediar los valores mensuales para obtener un valor promedio anual y al mismo promediarlo con todos los promedios anuales que tenga la estación; mientras que los valores máximos y mínimos surgen del promedio del valor de cada mes en todo el periodo, es decir, un valor mínimo

o máximo representa el promedio de dicho mes considerando todos los años que la estación presente datos.

Valles

Estación	Período	Temp. Prom Anual [°C]	Temp. Mín. Prom. Mensual [°C]	Precip. Máx. Prom. Mensual [°C]
Romain	1994-2024	17,42	10,95	21,91
San Pedro	2020-2024	21,5	13,9	26,8
Jujuy Universidad	1994-2020	16,7	10,2	21,3
Jujuy Aeropuerto	1994-2020	19	11,9	24
Palpala	2017-2023	17,5	10,8	22,7
Finca La Posta - Perico	1996-2021	18,9	12,7	23,5

Tabla 2.11: Valores Temperatura Promedio - Región Valles.

Yungas

Estación	Período	Temp. Prom Anual [°C]	Temp. Mín. Prom. Mensual [°C]	Precip. Máx. Prom. Mensual [°C]
N°16- Caimancito	1994-2024	22	14,93	27,2
N°38 – Arrayanal	2023-2024	20,9	12,4	23
N°39 - Calilegua	2023-2024	18,28	12,15	23,56

Tabla 2.12: Valores Temperatura Promedio - Región Yungas.

Puna

Estación	Período	Temp. Prom Anual [°C]	Temp. Mín. Prom. Mensual [°C]	Precip. Máx. Prom. Mensual [°C]
Observatorio La Quiaca	1994-2020	10,3	4,8	13,9
Abra Pampa EMC	1994-2007	7,9	0,6	13,2
Abra Pampa EMA Davis	2011-2024	9,9	1,9	13,8
Estacion Exar	2022-2023	5,5	0,4	18,6

Tabla 2.13: Valores Temperatura Promedio - Región Puna.

Quebrada

La estación de Hornillos presenta los siguientes datos meteorológicos:

Estación	Período	Temp. Prom Anual [°C]	Temp. Mín. Prom. Mensual [°C]	Precip. Máx. Prom. Mensual [°C]
Hornillos	2017-2024	16	13,11	18,9

Tabla 2.14: Valores Temperatura Promedio – Región Quebrada.

2.3.3 Suelos

Los suelos de la **Puna** presentan un desarrollo pedológico limitado debido a las condiciones climáticas extremas y la escasa vegetación. Predominan texturas arenosas y franco-arenosas, lo que resulta en un drenaje excesivo y baja capacidad de retención de humedad. En general, estos suelos tienen un bajo contenido de materia orgánica, lo que los hace poco fértiles y altamente susceptibles a la erosión, tanto eólica como hídrica. La presencia de sales en determinadas áreas puede generar problemas de salinidad y afectar la productividad del suelo. En sectores deprimidos o endorreicos, como los alrededores de los salares de Cauchari-Olaroz y Salinas Grandes, se observan depósitos salinos superficiales.

En la **Quebrada**, los suelos presentan un desarrollo incipiente, con predominancia de depósitos aluviales y coluviales. Se encuentran mayormente en bajadas aluviales y terrazas elevadas con pendientes moderadas (menores al 10%), lo que los hace vulnerables a la erosión hídrica, especialmente durante la temporada de lluvias estivales. Las texturas varían de medias a finas, y suelen presentar moderada alcalinidad en profundidad. En sectores con mayor pendiente y exposición, la erosión eólica se acentúa, generando pérdida de suelo fértil y reducción de la capacidad productiva. La conservación de estos suelos requiere la aplicación de prácticas de manejo adecuadas, como terrazas de contención y cobertura vegetal.

Los suelos de la región de las **Yungas** se originaron mayormente por la acción hídrica, lo que ha dado lugar a una gran heterogeneidad en sus características. En los valles intermontanos, los suelos están mejor desarrollados, con texturas franco-arenosas y buen contenido de materia orgánica, lo que les confiere una alta fertilidad y aptitud agrícola. En cambio, en las zonas de ladera y en sectores más elevados, predominan suelos poco evolucionados formados por materiales transportados por agentes fluviales, con mayor proporción de arcillas y menor capacidad de drenaje. La alta pluviosidad de la región puede favorecer la lixiviación de nutrientes y la erosión en sectores con pendiente pronunciada.

Los suelos de los **Valles** de Jujuy tienen un origen aluvional y presentan variaciones según la ubicación dentro de la región. En el departamento Capital, el departamento de San Antonio y parte del departamento de El Carmen, los suelos son de textura arenosa, con bajo contenido de materia orgánica, lo que limita su capacidad de retención de humedad. A pesar de esto, son utilizados intensivamente para la producción agrícola mediante técnicas de manejo adecuadas. Más al sur, en el departamento de Palpalá y en el sur de El Carmen, los suelos presentan texturas franco-arenosas, con mayor presencia de arcillas y contenido medio de materia orgánica, lo que les confiere una mejor capacidad agrícola. Sin embargo, en sectores bajos y deprimidos, como la

localidad de Aguas Calientes, la presencia de problemas de anegamiento y salinidad representa una limitante para su uso productivo.

En general, la variabilidad edáfica de la provincia está fuertemente condicionada por los procesos geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, lo que determina su aptitud para diferentes usos y la necesidad de estrategias de manejo y conservación adaptadas a cada región.

2.4 Aspectos sociales

2.4.1 Población

Según datos del Censo 2022 (INDEC, Censo Nacional Argentino, 2022), en la provincia de Jujuy habitan 811.611 personas. Su crecimiento desde el 2010 fue del 20,5% su población representa el 1,7% del país y el 15% del NOA. La densidad es de 15,2 hab/km², superior al nivel nacional (12,5%) y en segundo lugar regional muy por debajo de Tucumán (76,7%). El 3,7% de la población de Jujuy nació en el extranjero.

Departamento	Superficie [km²]	Población Total	Densidad [hab/km²]
Total	53.244	811.611	15,2
Cochinoca	7.188	15.054	2,1
Dr. Manuel Belgrano	2.073	320.990	154,8
El Carmen	909	122.366	134,6
Humahuaca	3.531	20.914	5,9
Ledesma	2.981	94.252	31,6
Palpalá	488	65.541	134,4
Rinconada	6.168	1.802	0,3
San Antonio	692	6.729	9,7
San Pedro	2.048	88.241	43,1
Santa Bárbara	4.395	20.499	4,7
Santa Catalina	2.937	2.646	0,9
Susques	10.201	4.098	0,4
Tilcara	2.120	14.721	6,9
Tumbaya	3.295	5.381	1,6
Valle Grande	1.212	2.509	2,1
Yavi	3.006	25.868	8,6

Tabla 2.15: Cuadro 1.10. Provincia de Jujuy. Total de población, variación absoluta y variación relativa, por departamento. Año 2022. Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados definitivos.

La distribución de la población según las regiones de la provincia resulta:

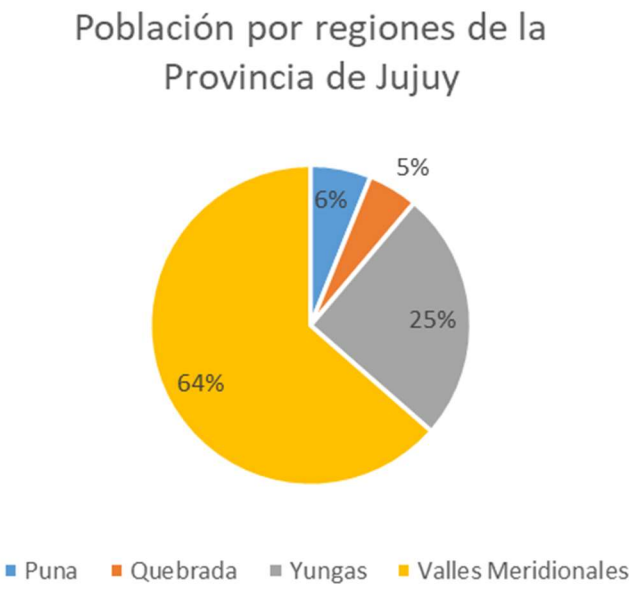


Figura 2.8: Población por región.

Provisión del agua	Población en viviendas particulares	Procedencia del agua		
		Por cañería dentro de la vivienda	Fuera de la vivienda pero dentro del terreno	Fuera del terreno
Total	**809.364**	**725.163**	**70.395**	**13.806**
Red pública (agua corriente)	778.130	711.920	60.235	5.975
Perforación con bomba a motor	7.274	4.830	1.973	471
Perforación con bomba manual	1.295	783	344	168
Pozo sin bomba	3.344	597	1.792	955
Transporte por cisterna, agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	10.693	3.248	4.271	3.174
Otra procedencia	8.628	3.785	1.780	3.063

Tabla 2.16: Cuadro 2.10.1. Provincia de Jujuy, departamento Cochinoca. Total de hogares, por provisión del agua, según procedencia del agua. Año 2022. Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados definitivos.

2.4.2 Indicadores

Índice de masculinidad

La razón de masculinidad en la Provincia es de 94 hombres cada 100 mujeres.

Índice de envejecimiento

Expresa la cantidad de personas de 65 años y más por cada 100 personas de 0 a 14 años de edad.

Desde el censo de 1970 al último realizado por el país en el 2022, puede notarse un gran aumento de población adulta. Este fenómeno que se ve en la provincia de Jujuy coincide con lo que está sucediendo en prácticamente todos los países del mundo. El envejecimiento de la población tiene consecuencias en el ámbito económico, social, el mercado laboral, así como también los sistemas de pensiones y jubilaciones.

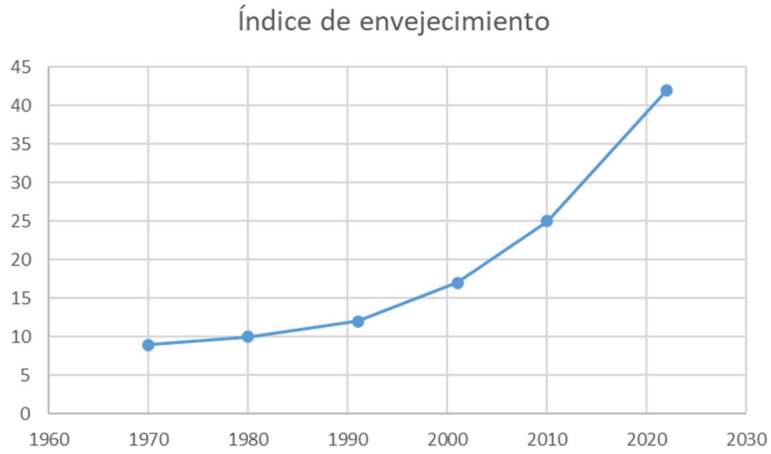


Figura 2.9: Índice de envejecimiento según INDEC Censo 2022.

2.5 Aspectos económicos

Jujuy posee una economía diversificada, con actividades clave en los sectores agrícola, ganadero, minero y turístico. La agricultura se concentra en cultivos como la caña de azúcar, el tabaco, y las hortalizas, mientras que la ganadería, principalmente caprina y bovina, tiene una relevancia creciente en el ámbito rural.

2.5.1 Análisis de la matriz productiva

En esta sección se presenta una reseña de la matriz productiva de Jujuy, focalizando la descripción en la producción agrícola, que es el principal destino del recurso hídrico.

Todas las fuentes consultadas corresponden a instituciones oficiales (INDEC, Dirección Provincial de Estadísticas, DiPEC).

Producto bruto geográfico: evolución y componentes

El producto bruto geográfico de Jujuy participa con alrededor del producto bruto interno argentino y, como se puede observar en el gráfico anterior, exhibe un patrón de sostenido crecimiento para el período considerado, tal como lo muestra la tendencia agregada en la ilustración.

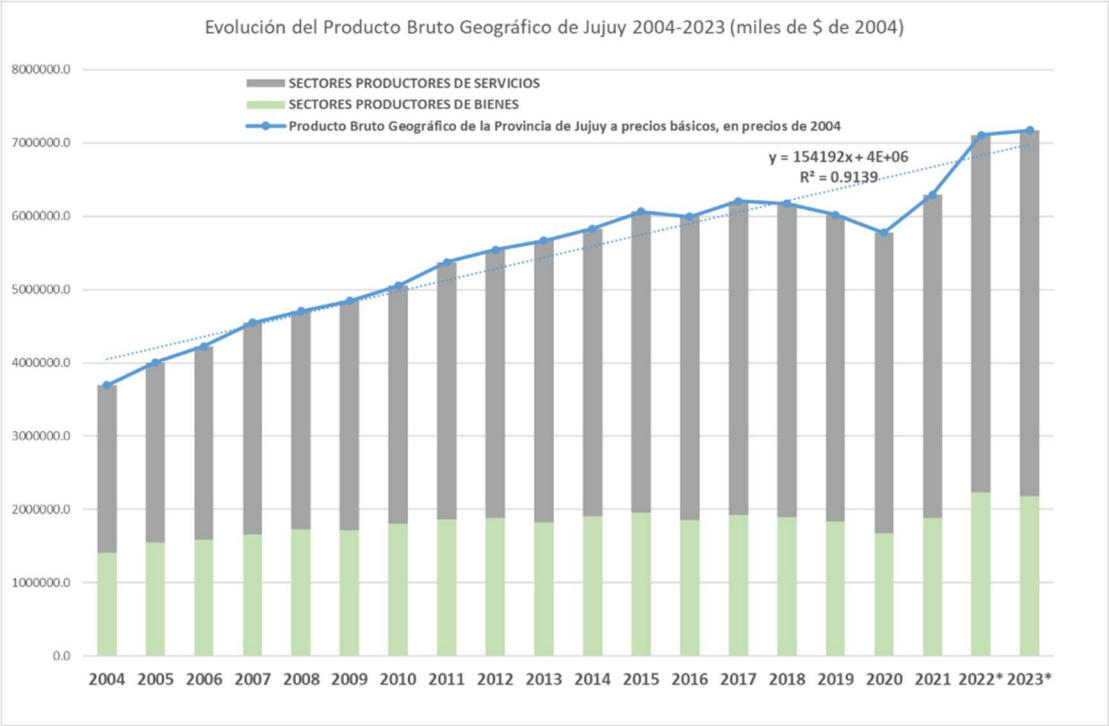


Figura 2.10: Evolución del Producto Bruto Geográfico de Jujuy 2004-2023. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC)

Este crecimiento particularmente se explica por la dinámica positiva del sector servicios.

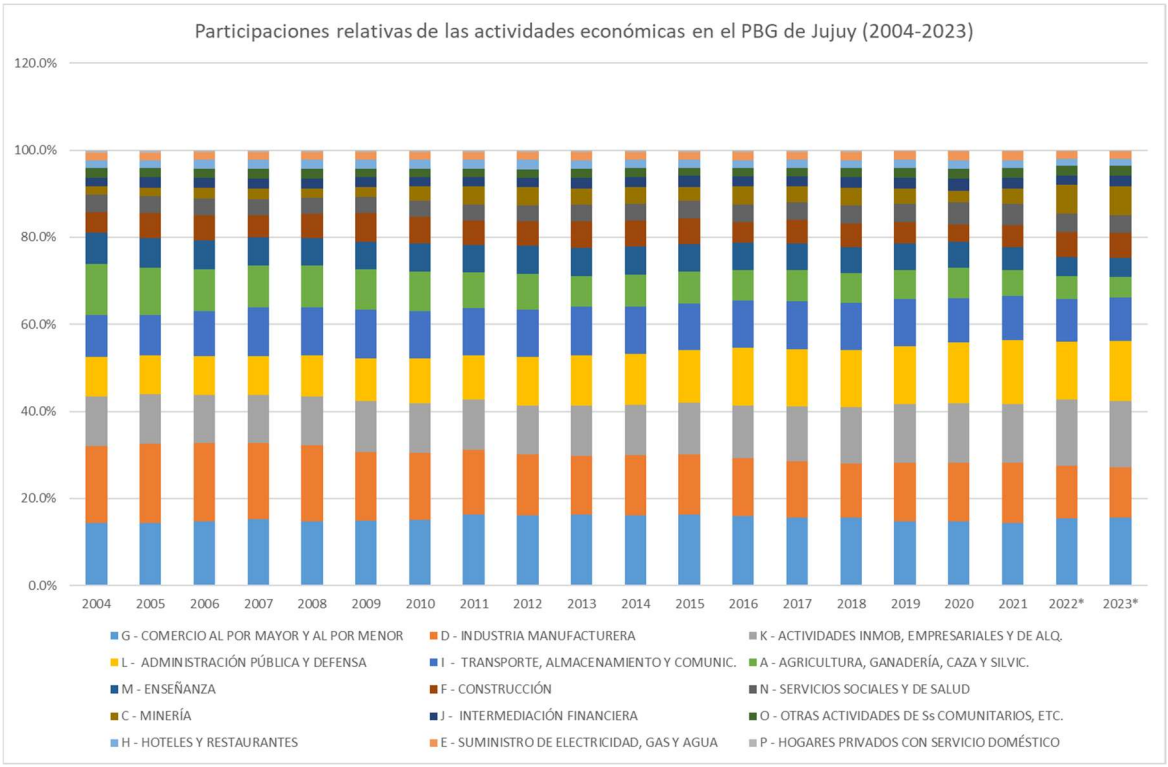


Figura 2.11: Participaciones relativas de las actividades económicas en el PBG de Jujuy 2004-2023. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC).

En cuanto a su composición, alrededor de 75% de la agregación de valor corresponde a las primeras seis actividades económicas: comercio (15,3%), industria (14,7%), actividades empresariales (12,3%), administración pública (11,5%), transporte y comunicaciones (10,6%) y agricultura (7,9%).

Como muestra el gráfico anterior, sus participaciones se han mantenido relativamente estables a lo largo del período considerado. Estas participaciones relativas se exhiben a continuación.

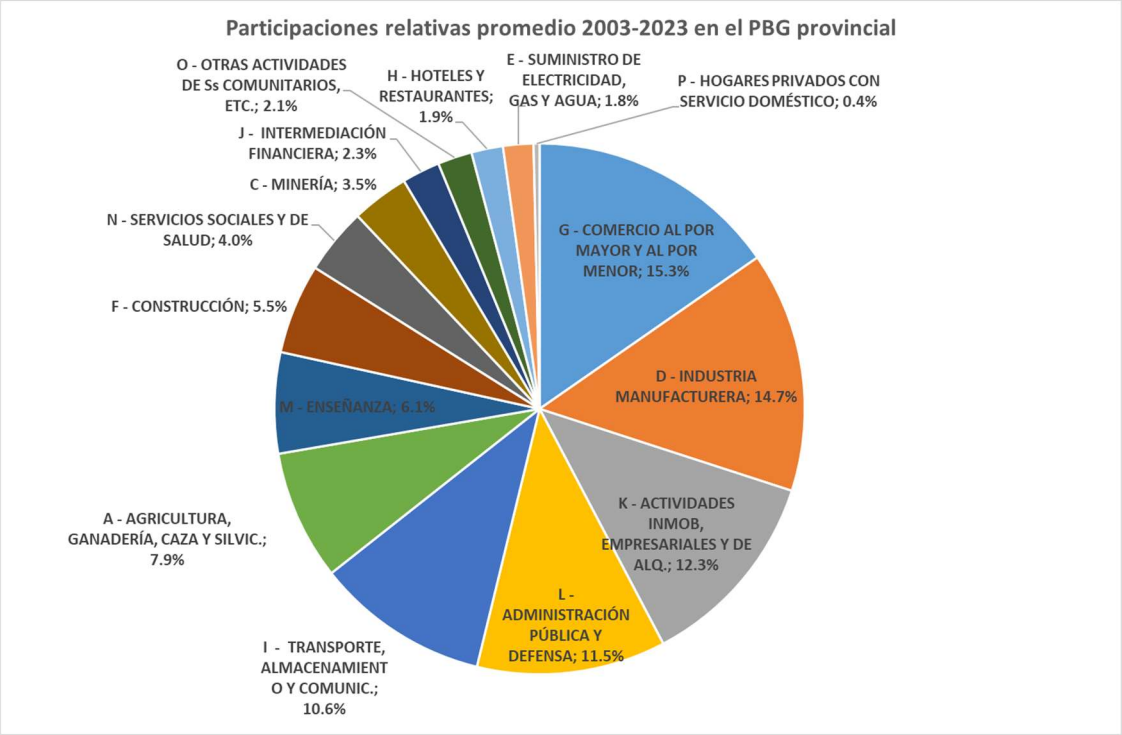


Figura 2.12: Participaciones relativas promedio 2003-2023 en el PBG provincial Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC).

Producto bruto agropecuario y superficie cultivada

Al focalizar el análisis se observa que el sector agrícola jujeño posee una fuerte especialización en la producción de cultivos industriales (caña de azúcar y tabaco), a los que dedica algo más del 75% del área cultivada.

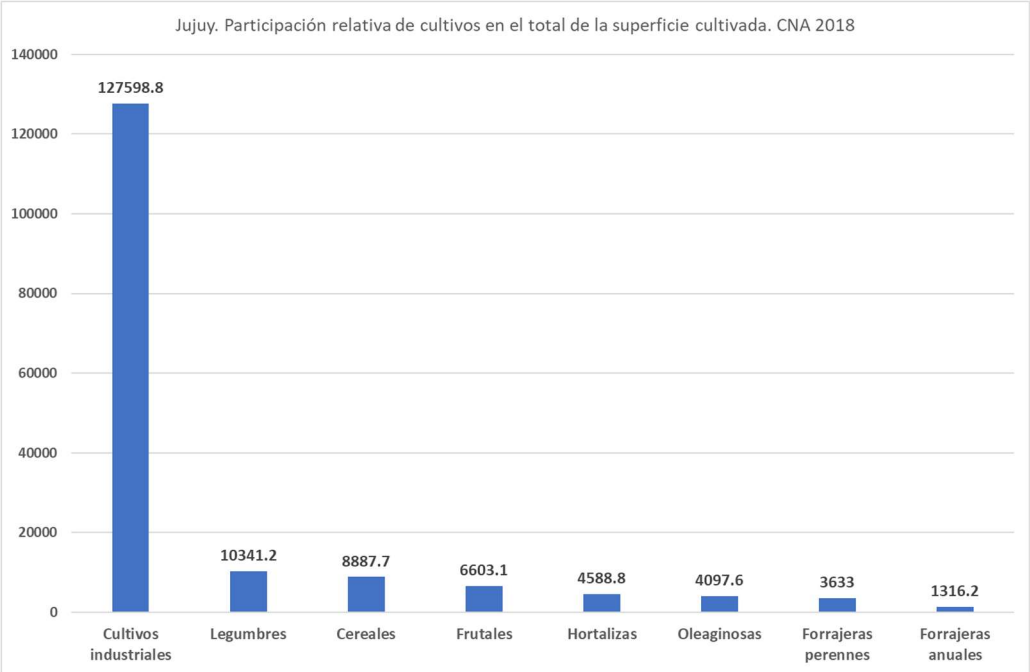


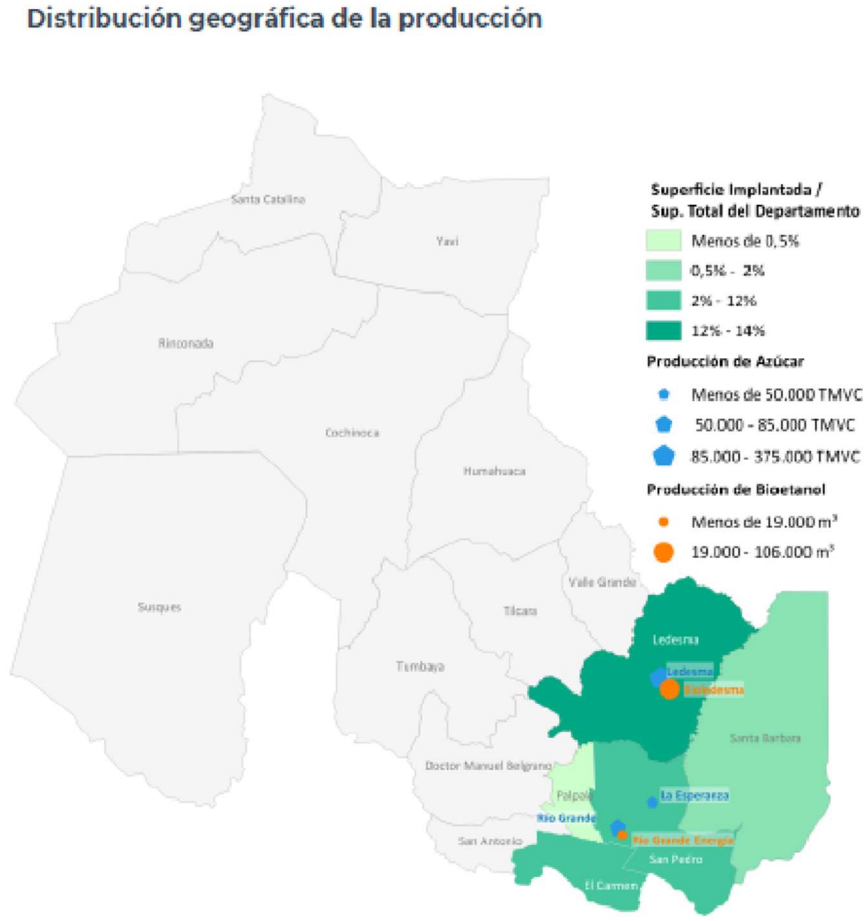
Figura 2.13: Participación relativa de los cultivos en el total de la superficie cultivada. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018).

Es importante mencionar aquí que en la DiPEC presentan un archivo con información de superficie cultivada (y producción) de soja por cerca de 7.000 ha que casi duplica a la superficie informada en el CNA 2018 de 3.890 ha de soja

Le siguen las legumbres (6,1%), los cereales (5,3%) y los frutales (3,9%). El resto corresponde a hortalizas, oleaginosas y forrajeras. A continuación, se realizará una breve descripción de cada uno de estos componentes.

Superficie cultivada y producción anual de caña de azúcar

Conforme al Censo Nacional Agropecuario 2018 (INDEC, Censo Agropecuario Nacional, 2018) la superficie cultivada con caña de azúcar alcanza a 113.240 ha., de las cuales cerca de 87% se encuentra en los departamentos de San Pedro (66,5%) y Ledesma (20,7%).



Fuente: SSPMicro con base en CAA, Secretaría de Agroindustria y Ministerio de Energía.

Figura 2.14: Distribución geográfica de la producción.

El cultivo de caña se realiza principalmente en los departamentos de Ledesma, San Pedro, El Carmen, Santa Bárbara y Palpalá. El 75% del azúcar es procesada en Ledesma y el 25% restante en San Pedro.

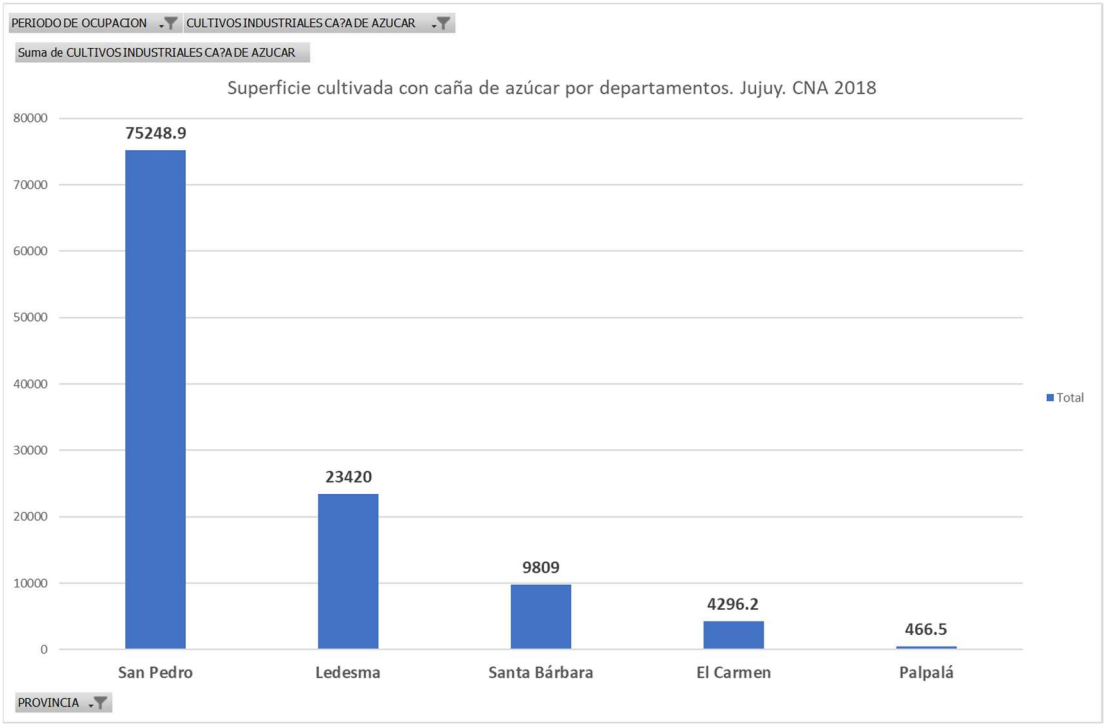


Figura 2.15: Superficie cultivada con caño de azúcar por departamentos. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018)

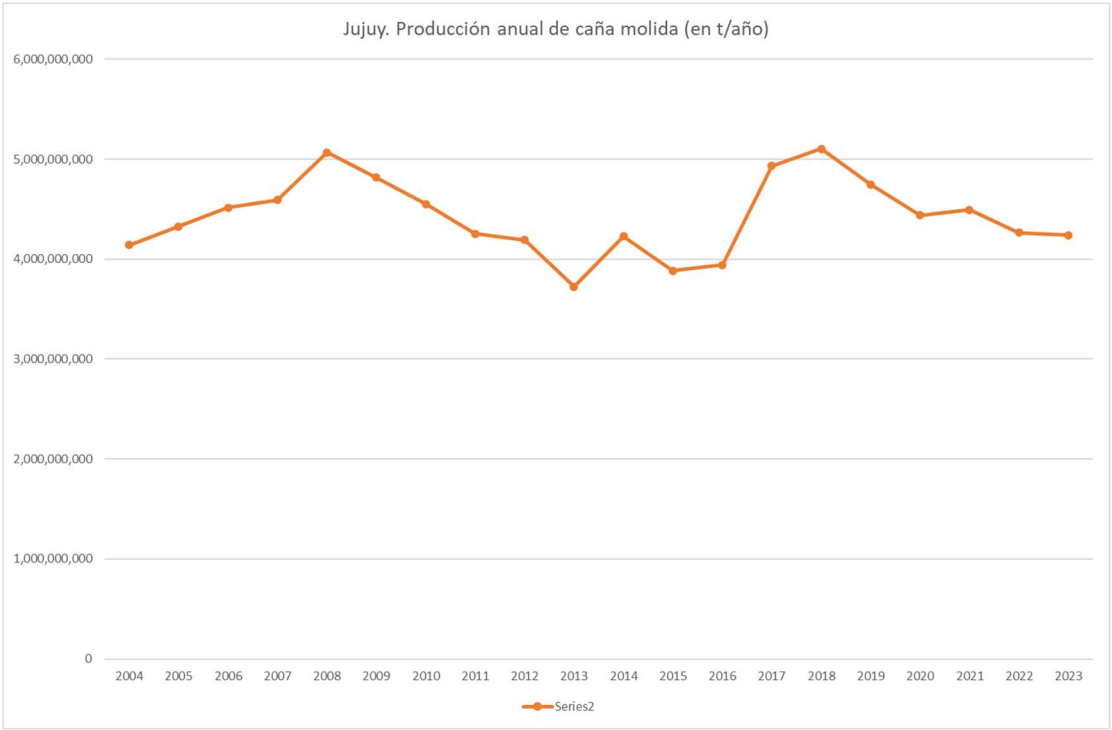


Figura 2.16: Producción anual de caña molida. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC)

En promedio para todo el período 2004-2023, la producción anual alcanza a 4,42 millones de t/año, con una dispersión relativamente baja (CV=8,5%).

Superficie cultivada y producción anual de tabaco

Conforme al CNA 2018 la superficie cultivada con tabaco alcanza a 14.400 ha., de las cuales prácticamente la totalidad se encuentra en los departamentos de El Carmen (87,5%) y Palpalá (11,5%). El conjunto de los centros de acopio se ubica en Perico.

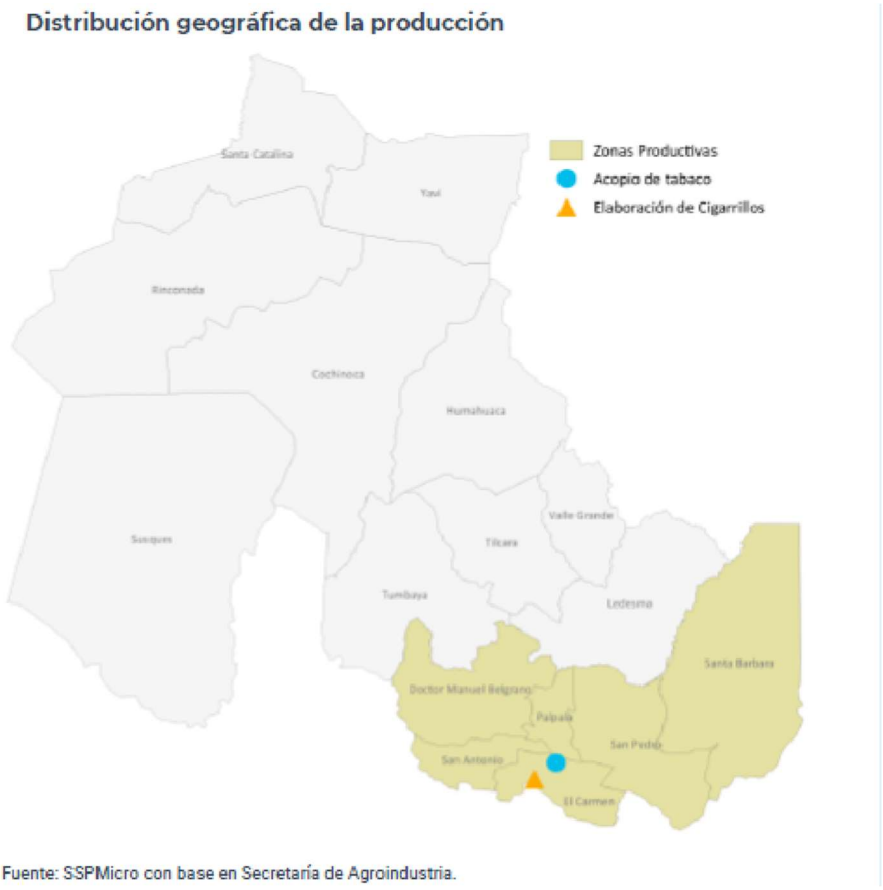


Figura 2.17: Distribución geográfica de tabaco. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018)

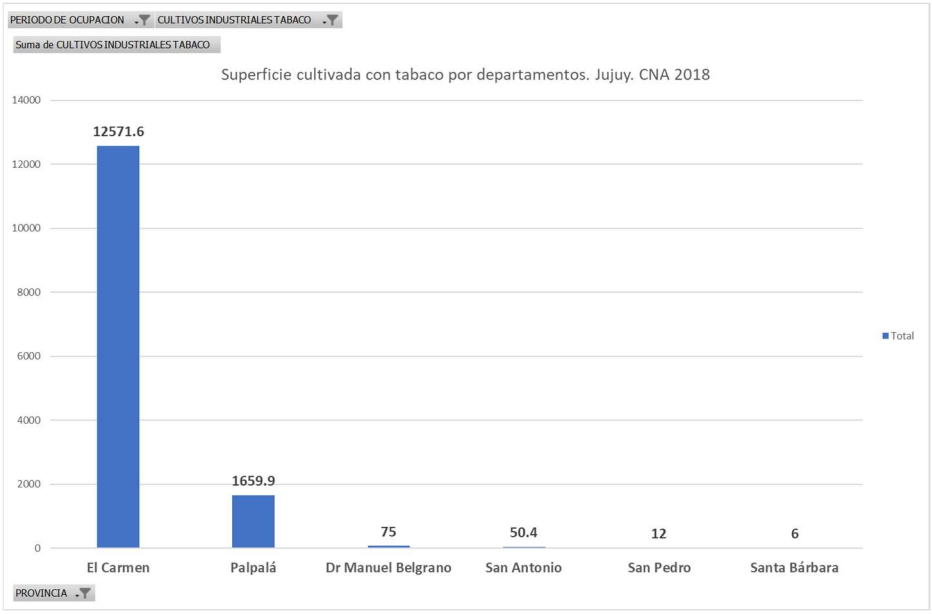


Figura 2.18: Superficie cultivada con tabaco por departamentos. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC)

A lo largo del período bajo análisis se observa que la producción anual exhibe una relativa estabilidad alrededor de las 42.800 t/año, con una dispersión relativamente baja (CV=7%).

Superficie cultivada con legumbres

Según el CNA 2018 la superficie cultivada con legumbres alcanza a 10.300 ha (6,1% del total provincial) y se concentra en la zona sudeste de la provincia.

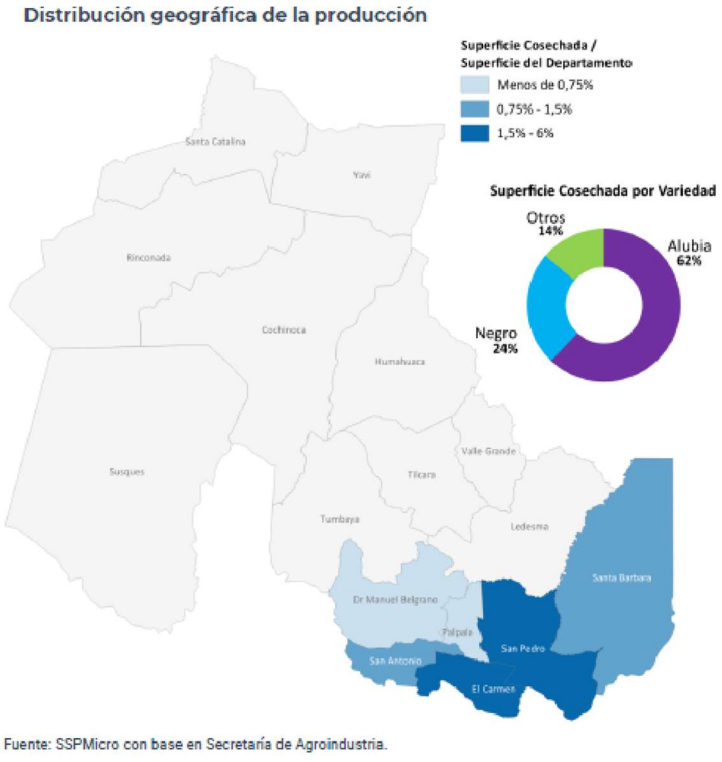


Figura 2.19: Distribución geográfica de legumbres.

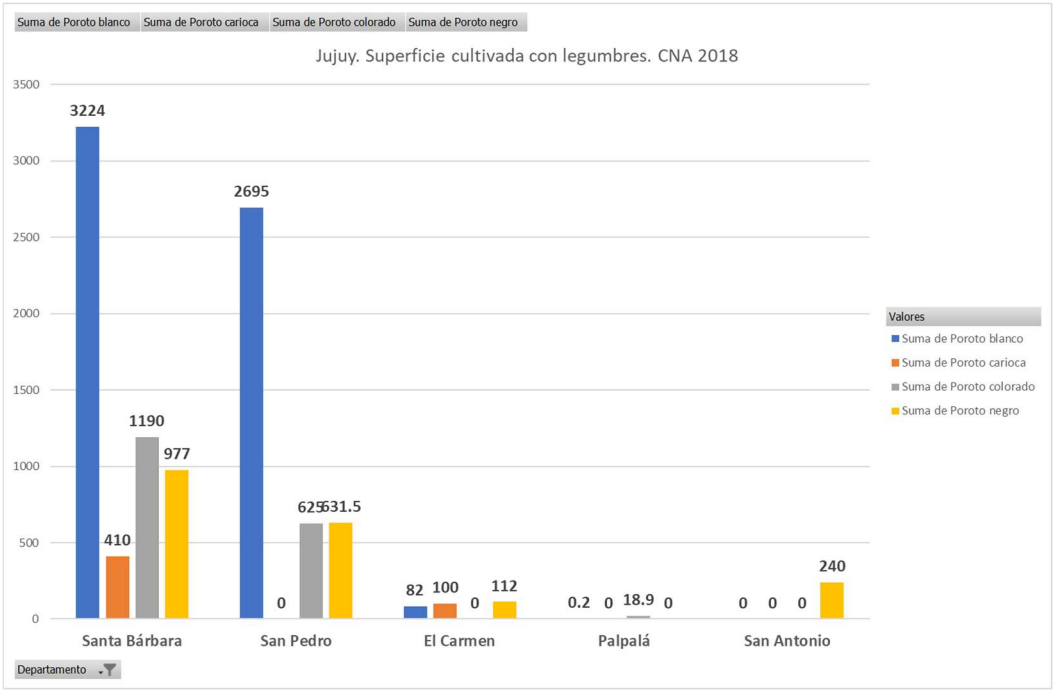


Figura 2.20: Superficie cultivada con legumbres. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018)

Los departamentos de Santa Bárbara (56,3%) y San Pedro (38,3%) concentran alrededor del 95% de la superficie cultivada de legumbres, de las cuales los porotos blancos participan con casi el 60% de la superficie cultivada, seguidos por los porotos negros (19%) y los colorados (17,8%).

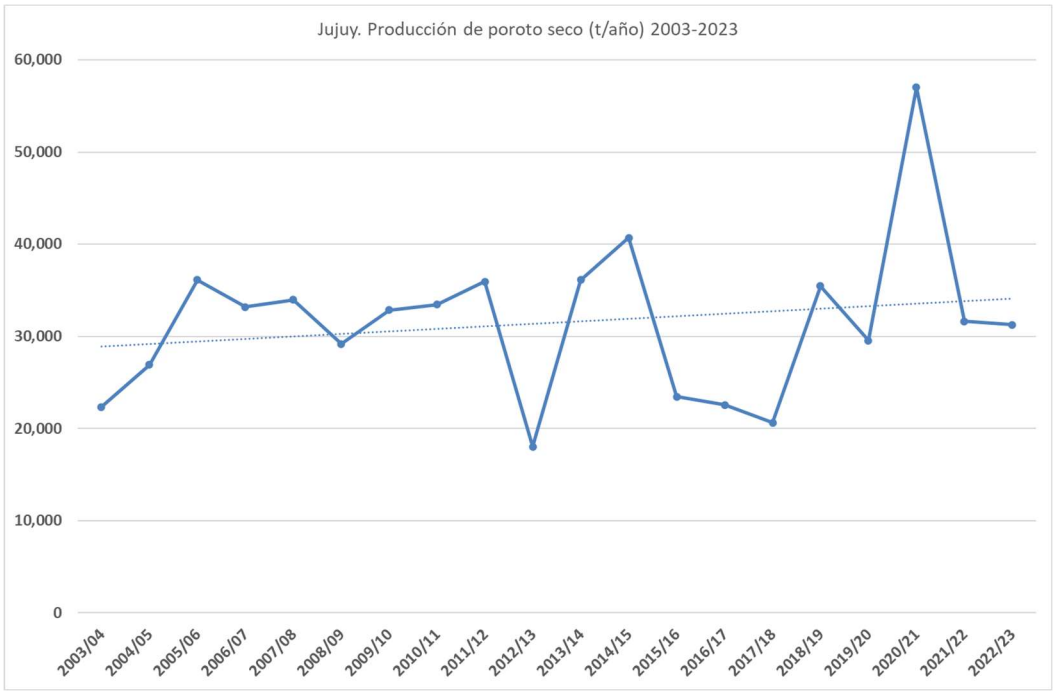


Figura 2.21: Producción de poroto seco. Fuente: Elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC).

Como se puede observar en el gráfico anterior, la producción de poroto seco presenta fuertes oscilaciones a lo largo del período analizado: su tendencia es incipientemente

creciente, aunque el promedio de 31.500 t/año presenta una fuerte dispersión (CV=27%).

Superficie cultivada con cereales

La superficie cultivada con cereales alcanza a alrededor de 8.900 ha según informa el CNA 2018.

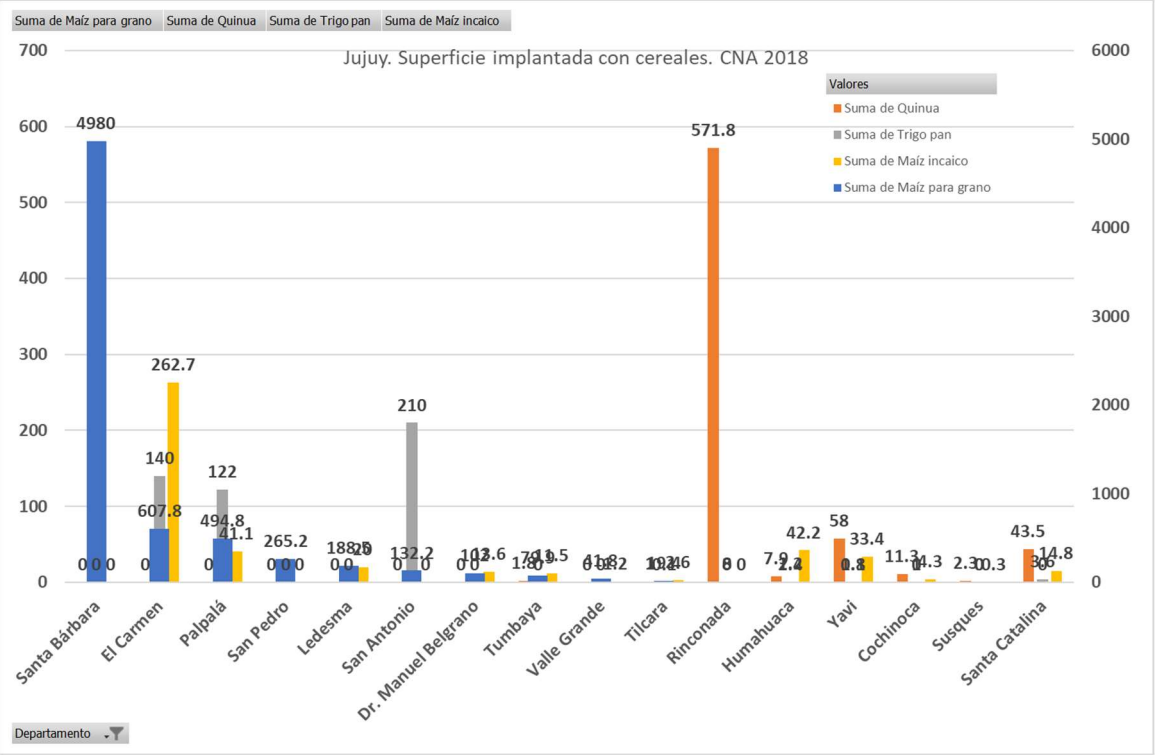


Figura 2.22: Superficie implantada con cereales. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018)

La mayor concentración de superficie corresponde al maíz para grano (cerca de 80% del total), que se cultiva fundamentalmente en Santa Bárbara y El Carmen.

El resto de los cereales no tiene participaciones relativas tan contundentes: el maíz incaico y el trigo participan con entre 5,3% y 5,6% de la superficie cultivada con cereales. Es interesante el caso del cultivo de quinoa que ocupa cerca del 8% de la superficie cultivada con cereales y se concentra en el departamento de Rinconada (80% del total).

Superficie cultivada y producción anual de cítricos

Conforme al CNA 2018 la superficie cultivada con cítricos alcanza a 6.603 ha.

Cerca de 90% de este total (5.840 ha) se concentra en cuatro variedades: naranjos (42%), limoneros (28%), mandarinos (15%) y pomelos (4%); prácticamente la totalidad se encuentra en los departamentos de Ledesma (59,7%) y Santa Bárbara (36,6%).

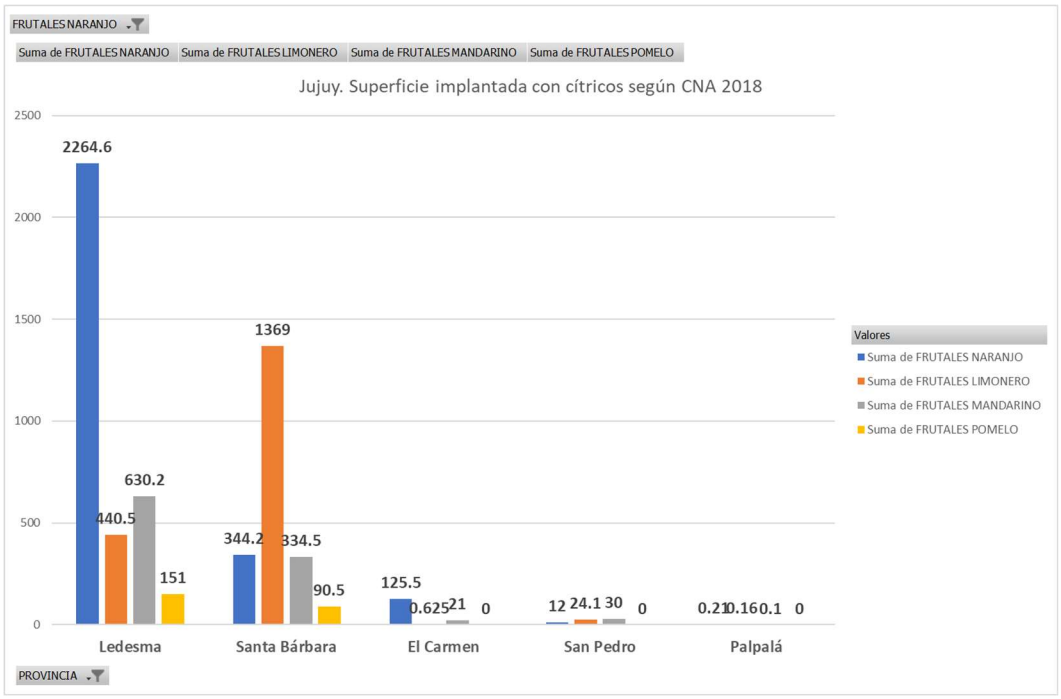


Figura 2.23: Superficie implantada con cítricos. Fuente: Elab. propia a partir de información del INDEC-Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2018)

En cuanto a producción el ránking anterior se mantiene. Considerando sólo estas cuatro variedades y promediando sus participaciones relativas a lo largo del período 2004-2023 sus shares son: naranja (59%), limón (23%, en los últimos años incrementó su participación relativa hasta el 33%), el mandarino (11,6%; por el contrario, disminuyó su participación en el total a lo largo del período analizado hasta 5-6%) y el pomelo (6%, que también exhibe una tendencia decreciente en su participación relativa).

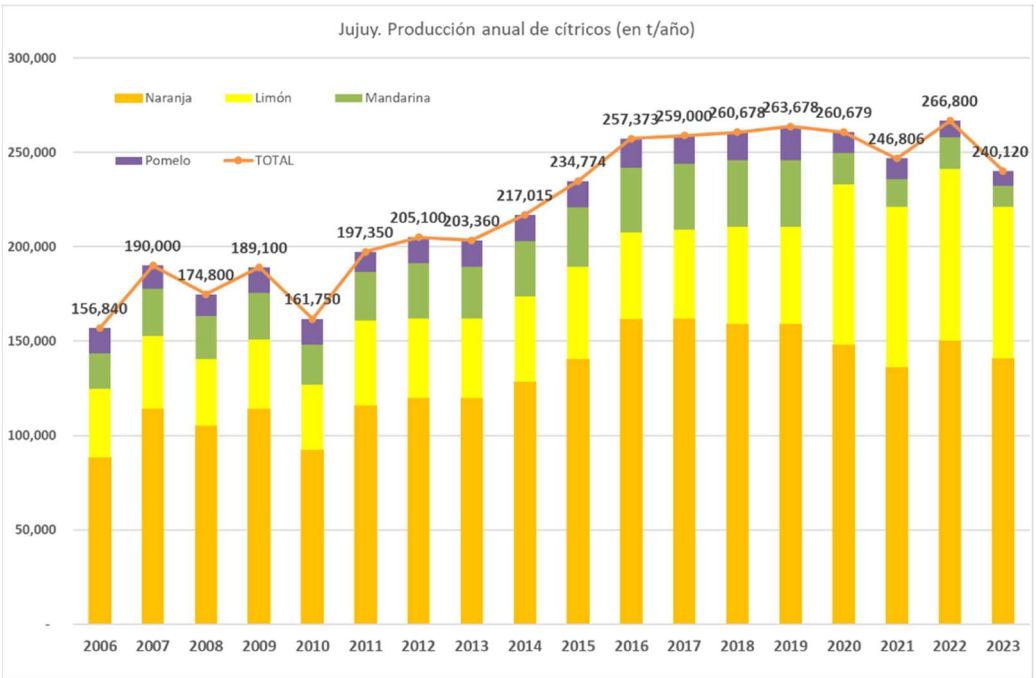


Figura 2.24: Producción anual de cítricos. Fuente: elab. propia a partir de información de la Dirección de Estadísticas de Jujuy (DiPEC)

2.5.2 Programas y planes de desarrollo productivo

En apoyo al desarrollo de estos sectores, la provincia se beneficia de políticas agropecuarias nacionales y provinciales, tales como el Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP), el Plan GanAr, entre otros que buscan potenciar la competitividad del sector agropecuario, asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales, y promover el desarrollo económico y social en las comunidades rurales de Jujuy.

Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP)

El Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP) es un instrumento de inversión pública que combina fondos nacionales, provinciales y préstamos del BID y el BIRF.

Plan Ganadería Argentina 2022-2023 (Plan GanAr)

El Plan Ganadería Argentina 2022-2023 (Plan GanAr), del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, busca aumentar la productividad y competitividad en carnes, leches y subproductos. Incluye una bonificación de tasas para créditos de hasta 100 mil millones de pesos, destinados a productores ganaderos, tamberos y cooperativas agropecuarias. Las inversiones elegibles abarcan sanidad y biotecnologías reproductivas, infraestructura para el manejo de hacienda, alimentación estratégica, mejora genética, incorporación de tecnología ganadera, y adecuaciones en frigoríficos para el troceo, promoviendo así el agregado de valor en la cadena cárnica.

Ley Caprina

La Ley Caprina 26.141, implementada en Jujuy en 2009, tiene como objetivo recuperar, fomentar y desarrollar la actividad caprina. Desde su implementación, se han financiado diversos proyectos para mejorar la calidad y productividad de las majadas, fortalecer la cadena caprina, y promover prácticas sustentables que mejoren la calidad de vida de los productores. Las principales líneas de financiamiento han abarcado obras hídricas, infraestructura productiva, y la creación de instalaciones para el agregado de valor, como queserías y salas de ordeñe. Desde 2012, se han desarrollado 42 proyectos con una inversión total de $9.948.015, beneficiando a comunidades aborígenes y productores individuales a través de convenios con el Ministerio de Desarrollo Económico y Producción.

Ley Ovina

La Ley Ovina 25.422, implementada en Jujuy en 2001, busca recuperar, fomentar y desarrollar la actividad ovina y de camélidos. Desde entonces, se han financiado proyectos para mejorar la calidad y productividad de las majadas, fortalecer la cadena ovina y promover prácticas sustentables que eviten el desarraigo. Las principales líneas de financiamiento incluyen obras hídricas, infraestructura productiva, y la creación de instalaciones para el agregado de valor, como salas de faena y talleres de artesanos. Desde 2012, se han desarrollado 86 proyectos con una inversión total de $67.252.954, beneficiando principalmente a comunidades aborígenes y organizaciones de

productores a través de convenios con el Ministerio de Desarrollo Económico y Producción.

Programa de Reconversión de Áreas Tabacaleras (PRAT)

Este programa de alcance nacional se inició en 1989 y tiene por objetivo coordinar y supervisar las acciones tendientes a alcanzar la modernización, reconversión, complementación y diversificación de las áreas tabacaleras de la provincia, tanto en la producción primaria como en la cadena agroindustrial asociada. Todo esto se realiza en el marco de la ley 19.800 del Fondo Especial del Tabaco (FET) y normas complementarias como la ley 25465, y convenios Nación Provincia suscriptos, que dotan al Programa de mecanismos que propenden al apoyo financiero, técnico y social, fundamentalmente para la actividad tabacalera y también para emprendimientos que se deriven de la reconversión del sector.

- Ley de Bosques Cultivados
- PROCANOR
- Proyecto Manantiales
- Plan Estratégico de Desarrollo Ganadero Sostenible para Jujuy (PEG)
- Ley 5.922/16: Régimen Provincial de Promoción de Inversiones y el empleo.
- Ley 6088 (y su Modif. Ley 6111) “De Creación De La Empresa Pública – Cannabis Avatãra Sociedad Del Estado”

2.6 Aspectos ambientales

La provincia de Jujuy presenta en el sector agropecuario un nivel incipiente de incorporación de aspectos ambientales de la actividad o explotación que se desarrolla, exceptuando a aquellos que implican un desmejoramiento significativo de los recursos que se aprovechan, principalmente agotamiento del suelo y algunos casos de contaminación del agua cuando la misma se vuelve inutilizable.

Los aspectos de control ambiental y de requerimiento de habilitaciones expedidas por los gobiernos locales (emprendimientos, obras o servicios), son los que provocan la incorporación casi plena de las consideraciones ambientales en los proyectos que se desarrollan. La exigencia estatal incluye dentro de la mirada del productor o titular del emprendimiento los efectos ambientales de la actividad que desarrollan, y con esta se generan planes de gestión ambiental, control de la contaminación y planes de contingencia, y otras medidas más específicas de gestión ambiental según actividad.

En los últimos años el Gobierno de la Provincia de Jujuy generó un fortalecimiento de la autoridad de aplicación ambiental provincial, estableciendo como una Secretaria de Estado dependiente directamente de la Jefatura de Gabinete de Ministros Provincial. Esta autoridad ambiental fortalecida sumada a la amplia reglamentación provincial de los temas ambientales, desarrolló la temática ambiental en la provincia, pasando por diferentes etapas desde la no consideración de los aspectos ambientales salvo para aspectos relacionados con espacios verdes y recursos naturales, pasando por un estadío intermedio donde se incorporan las exigencias ambientales pero con mínimas intervenciones y una autoridad ambiental con escasos recursos para ejercer su poder de policía, a la actual situación donde a pesar de las fuertes falencias en términos de recursos para desarrollar su actividad, posee tres direcciones (dirección de

biodiversidad, dirección de desarrollo sustentable y dirección de calidad ambiental) con fines reales y concretos, cuerpo de inspectores y técnicos que dictaminan sobre las propuestas de gestión ambiental de las iniciativas que se proponen.

Hoy en la provincia la legislación exige que la mayoría de las actividades posean factibilidad ambiental que cumple el rol de una autorización de inicio de obra o actividad, la cual es resultado de un procedimiento administrativo técnico de evaluación de impactos ambientales.

Esta evaluación de impacto ambiental incluye la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental previo (EIA) que debe poseer identificación, descripción y valorización de impactos ambientales, planes de gestión ambiental, medidas de prevención, de mitigación y de seguridad. Además, prevé la incorporación de una etapa de publicitación del proyecto de que se trata, con apertura para consulta y oposición de público en general. Esta apertura de instancias de consulta y oposición será mayor o menor según criterio de la autoridad de aplicación establecida en el decreto reglamentario del procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

En el caso de las actividades agropecuarias en la provincia de Jujuy puede decirse que existe consenso de que se trata de una actividad valiosa y generadora de impactos positivos, y no son objeto de mayores exigencias u oposiciones y generalmente para el desarrollo de un emprendimiento ganadero, de riego o agrario, no se exige impacto ambiental previo. La excepción a esta generalidad está dada por los emprendimientos agrarios a escala industrial y cuando el desarrollo del proyecto implica desmontes.

Específicamente respecto de la materia forestal existe mayor nivel de exigencia proviene de la sanción y reglamentación de la Ley de Presupuestos Mínimos de Bosques, la que estatuye la obligatoriedad de la presentación de evaluación de impacto ambiental y de planes de ordenamiento predial que incluya zonas con diferentes categorías de protección.

En relación con los impactos ambientales del sector agropecuario de la provincia de Jujuy los impactos negativos más significativos se localizan en su mayoría en las regiones de Valles y de Yungas, y están provocados principalmente por el uso incorrecto de agroquímicos y fertilizantes, y el vertido en los cursos de agua de efluentes líquidos con alto nivel de demanda de oxígeno (DBO y DBQ), y aportes de materia orgánica en forma sólida. En menor medida los impactos ambientales están provocados por la utilización de efluentes cloacales para riego.

Las obras de riego sólo son objeto del procedimiento de evaluación de impacto ambiental en la provincia cuando se trata de obras de gran porte o que impliquen embalses.

Por el contrario, la infraestructura de riego a nivel de fincas o empresas que no implican obras lineales extensas o embalses de mayor volumen, son realizados sin intervención del área ambiental del gobierno de la provincia. Esto se debe a que no es considerada en la legislación vigente como obras de impactos negativos significativos, menos aun si se tienen en cuenta los impactos positivos que generan.

En los casos de las obras mayores de infraestructura de riego los principales riesgos ambientales a considerar están relacionados con el mantenimiento del caudal ecológico del curso de agua intervenido, de la prevención de la erosión al momento de la construcción, y de la seguridad de la infraestructura a desarrollar. Adicionalmente se tienen en consideración aspectos relacionados con la fauna silvestre, en términos de interrupción de corredores en cercanías de áreas protegidas o intervención en zonas de reproducción.

2.6.1 Áreas protegidas

Son territorios comprendidos dentro de límites geográficos definidos, afectados a protección legal y especialmente consagrados a la conservación y mantenimiento de la diversidad biológica y de los recursos naturales y culturales asociados.

A continuación, se muestra un mapa con las principales áreas protegidas de la provincia divididas por el tipo de área protegida: internacional, nacional, provincial, municipal.

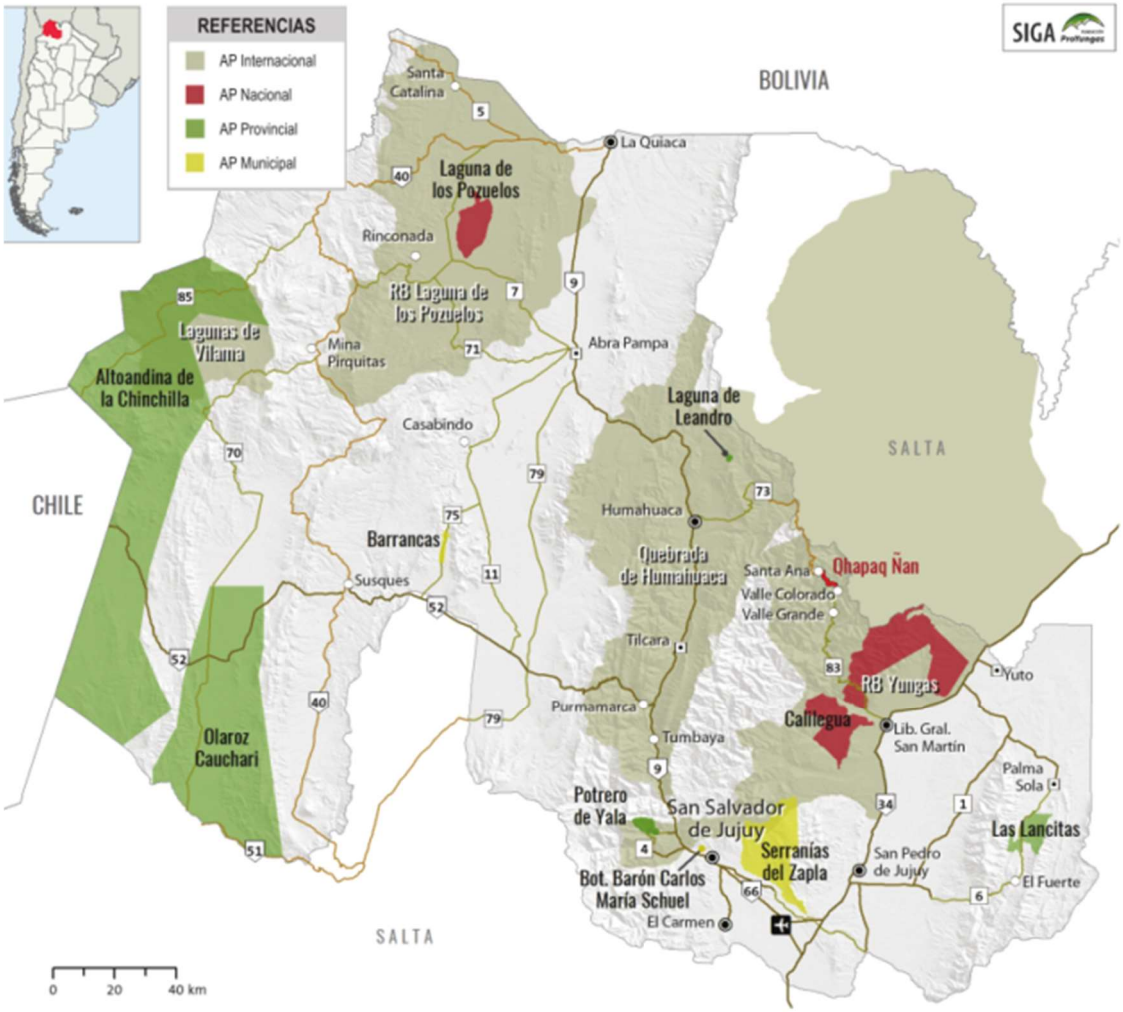


Figura 2.25: Áreas protegidas de Jujuy. Fuente: Guía de áreas protegidas Provincia de Jujuy (Malizia et al, 2021)

En la provincia de Jujuy existen numerosas áreas protegidas que cumplen un rol fundamental en la preservación de ecosistemas clave, la regulación de los recursos hídricos y la conservación de la biodiversidad. Estas áreas abarcan una diversidad de paisajes, desde la Puna hasta las Yungas, y representan una valiosa herramienta para garantizar el uso sostenible de los recursos naturales. En este apartado, se describen únicamente algunas de estas áreas protegidas, seleccionadas por su relevancia en la gestión y planificación de los recursos hídricos provinciales.

Nivel internacional

Reserva de biosfera de las Yungas

La Reserva de Biosfera de Las Yungas, fue declarada por la UNESCO en el año 2002 (SiFAP, 2024). Se encuentra localizada entre las provincias de Jujuy y Salta, al Noroeste de Argentina, entre los 300 y 5.000 msnm. Posee una superficie total de 1.350.000 ha abarcando un amplio territorio en el Norte de la Provincia de Salta, y en el este de la provincia de Jujuy. En líneas generales, el notable gradiente altitudinal que presenta esta unidad revela una gran heterogeneidad de biomas. Sobre los sectores montañosos la precipitación horizontal es un factor climático fundamental donde las nubes bajas y la niebla contactan con la vegetación presente. Estas plantas condensan la humedad del ambiente formando gotas de agua, que precipitan y alimentan cursos de agua como ríos y arroyos.

La reserva abarca todos los pisos altitudinales que componen las Yungas: la selva pedemontana (300-900 m snm), la selva montana (900-1700 m snm), el bosque montano (1700-2500 m snm) y los pastizales de neblina (2500-3500 m snm). Gran parte de las tierras bajas donde se asentaba la selva pedemontana han sido transformadas a tierras agrícolas destinadas a cultivos intensivos. Los pocos remanentes de selva están sometidos a incendios frecuentes, fragmentación y degradación. Las zonas de montaña, donde se desarrollan los demás pisos altitudinales, poseen menos actividad humana destacándose pequeños asentamientos humanos, potreros de agricultura migratoria y la actividad ganadera de tipo extensiva localmente conocida como “ganadería a monte”.

Es una reserva de gran valor ecológico debido a su alta representatividad de especies a nivel nacional y a su gran número de endemismos. Dentro de la fauna se registran más de 100 especies de mamíferos y respecto de la biodiversidad del reino vegetal coexisten más de 200 especies de árboles.

El uso de las tierras puede englobarse en sentido general, en actividades agrícolas intensivas (ejemplo: caña de azúcar y cítricos), actividades agropecuarias de mediana y pequeña escala, aprovechamiento forestal (forestales y bosque nativo), ganadería de monte, agricultura familiar, turismo rural comunitario, ecoturismo, artesanías, explotación y transportes de hidrocarburos, centros urbanos y caminos.

Se hace uso del monte para recolección de frutos (tomate árbol, mora, mato, nocán, ají, entre otros), producción de miel (extranjera, negrita, rubia), uso de madera para la construcción (cedro, quinoa, nogal, aliso, laurel, mato) y extracción de leña.

Reserva Laguna Pozuelo

Esta reserva se encuentra situada en la provincia de Jujuy y posee un humedal sin salida al océano. Es uno de los sistemas hídricos más importantes de la Puna con un área que alberga alrededor de 130 especies de aves, incluyendo a los tres flamencos que habitan el país.

El área tiene múltiples distinciones internacionales: fue declarada Reserva de Biosfera por la UNESCO, Sitio Ramsar y Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA); e integra la Red de Humedales para la Conservación de Flamencos Altoandinos y la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras.

Nivel Nacional

Parque Nacional Calilegua

Este parque creado en 1979, se extiende sobre las laderas orientales de las Sierras de Calilegua, en la provincia de Jujuy. Forma parte de la Reserva de Biosfera de las Yungas (UNESCO).

El Parque Nacional Calilegua es el área protegida más grande del país y una de las áreas de mayor diversidad. Es el hogar del 50% de las especies de aves que habitan la República Argentina.

El jacarandá y la tipa son propios de esta región, aunque el área tiene una diversidad de más 120 especies de árboles, 77 de helechos, 120 mamíferos y 350 aves. Muchas de las especies presentes se hallan en riesgo de extinción, como la taruca o huemul del norte, el yaguareté y el águila poma. Otras constituyen significativas rarezas, tales como la rana marsupial y el surucuá aurora, ave emparentada con el quetzal centroamericano.

El clima es subtropical serrano con estación seca invernal. Las temperaturas medias oscilan desde los 28ºC en verano, a los 17ºC en invierno. Los registros máximos absolutos de 40º C indican veranos calurosos. Las precipitaciones son de 1800 mm anuales, concentradas durante los meses estivales. Durante el período invernal son habituales las nevadas en las cumbres serranas.

Nivel Provincial

Parque provincial Potrero de Yala

El Parque Provincial Potrero de Yala se encuentra en la provincia de Jujuy, en la región de los valles, a 30 km de San Salvador. La reserva comprende aproximadamente 4.300 hectáreas y fue declarada Área Importante para la Conservación de Aves (AICA) y Murciélagos (AICOM) por BirdLife International.

La altura promedio del Parque Provincial Potrero de Yala es de 2300 m.s.n.m, se resguarda una zona de bosques montanos y pastizales de neblina, incluido el conjunto de lagunas denominado Lagunas de Yala. Las lagunas comprenden seis espejos de agua llamados Los Noques, Larga, Alizar, Comedero, Desaguadero, Rodeo.

La fauna está compuesta por una gran variedad de aves, alrededor de 220 especies como el biguá, el pato de los torrentes, el atajacaminos lira, entre otros. Existen varias especies de aves amenazadas que el Parque Provincial Potrero de Yala protege. El

mirlo de agua es una de ellas, que sólo se encuentra en ríos de montañas que estén poco o nada contaminados.

Lagunas de Yala

La altura promedio del Parque Provincial Potrero de Yala es de 2.300 m.s.n.m, se resguarda una zona de bosques montanos y pastizales de neblina, incluido el conjunto de lagunas denominado Lagunas de Yala. Las lagunas comprenden seis espejos de agua llamados Los Noques, Larga, Alizar, Comedero, Desaguadero, Rodeo. De las 6 lagunas solo las últimas tres son accesibles.

Laguna de Guayatayoc

La Laguna de Guayatayoc es un cuerpo de agua salada de Argentina, situada en el sur del Departamento de Cochinoca en la provincia de Jujuy. Está casi unida con las Salinas Grandes. Su superficie es muy variable según las estaciones o de ciclos largos de sequía y humedad. En la puna, la temporada de lluvias es en verano (de diciembre-marzo). Durante los meses de marzo y abril, cuando finalizan las precipitaciones, la laguna alcanza su mayor tamaño, que cubre una superficie aproximada de 240 km² y unos 6 metros de profundidad.

Está formada por más de una docena de lagunas altoandinas que ocupan los fondos de depresiones endorreicas, situadas a 4.500 m de altura. Las lagunas son alimentadas por aguas surgentes o deshielo. Las lagunas pequeñas son salinas y profundas. Las más importantes (Vilama y Palar) son someras e hipersalinas.

Estos cuerpos de agua presentan también una alta variabilidad temporal y espacial en sus características físico-químicas. Las lagunas poseen una importante comunidad de aves, entre las cuales se encuentran especies amenazadas. En las vegas que circundan las lagunas, denominadas localmente “ciénegos” suelen encontrarse otras especies en peligro como vicuñas y suris o ñandú petiso.

Estos ciénegos también son lugar de pastoreo de los rebaños de camélidos domésticos y ovinos de los campesinos que practican modelos de trashumancia tradicionales. Además de estas vegas, las formaciones vegetales más difundidas son estepas arbustivas y pastizales altoandinos.

Reserva provincial Alto Andina de la Chinchilla

La reserva se encuentra ubicada al oeste de la provincia de Jujuy, en los departamentos de Rinconada y Susques, limitando con Chile y Bolivia. Fue creada en 1992 por Decreto provincial n.° 2213-E-92.12. Con una superficie de 368 529 ha, comprende el complejo lacustre lagunas de Vilama, un humedal de altura de 170.000 ha.
Es una zona de cordillera en la que se encuentran numerosos volcanes inactivos que se originaron con el levantamiento de Los Andes. Respecto a la hidrología es una cuenca endorreica, sus aguas descienden por las laderas lavando suelos y rocas que se acumulan en el fondo del valle. Esta acumulación, junto a la fuerte evaporación provocada por la alta radiación solar, hace que las sales se concentren en los valles y que las lagunas de la zona sean salinas.

El área protegida es hábitat de la chinchilla. Esta reserva busca la preservación de especies y diversidad genética, en particular la protección de la vicuña y numerosas aves, además de la conservación y recuperación de la chinchilla.

Sitio Ramsar Laguna de Vilama

La Laguna de Vilama se encuentra ubicada en el extremo Noroeste de Argentina, cerca del límite tripartito con Bolivia y Chile, en el Depto. de Rinconada, Provincia de Jujuy (Argentino, s.f.). Forma parte de la reserva provincial Alto Andina. Fue designadas Sitio Ramsar el 20 de septiembre del 2000.

Posee una importante comunidad de aves asociada, entre las cuales se encuentran especies amenazadas y/o endémicas como la gallareta cornuda y los flamencos de james y andino.

Es un cuerpo acuático léntico, de aguas someras de condición hipersalina. Grandes procesos climáticos hemisféricos producen importantes fluctuaciones en los acumulados de precipitaciones, con prolongadas sequías que repercuten en el nivel del espejo. Esto conlleva una elevada variabilidad de las características físico-químicas de sus aguas.

Su superficie varía a lo largo del año y especialmente entre años, al depender exclusivamente del acumulado pluvio-nival, ya que se alimenta de la escorrentía de varios torrentes alimentados por el deshielo de las cumbres andinas. Se considera que cuenta con una superficie promedio de unas 4600 ha.

Reserva Provincial Olaroz Cauchari

El área se dispone en el extremo sudoeste de la provincia de Jujuy en la zona limítrofe con Salta y con Chile. Constituye un sector de amplias mesetas puneñas y cordones montañosos de disposición norte-sur, con poco menos de 4.000 msnm. de altura de base. Algunos cerros sobrepasan los 5.000 msnm. y el sistema presenta manifestaciones volcánicas. El clima es muy frío, aunque la elevada amplitud térmica e insolación permite que puedan alcanzarse los 30 °C pasado el mediodía incluso en invierno, llegando a ocurrir amplitudes térmicas superiores a los 50 °C. La zona es extremadamente seca, con precipitaciones muy raras y pobres, de ocurrencia impredecible. Abarca dos cuencas principales, endorreicas, en la porción este la que contiene los salares de Olaros al norte y Caucharí al sur, con aporte de aguas de deshielo y surgentes en su extremo norte por parte del río Rosario; al oeste la del salar de Jama y de Mucar. Estos salares, presentan algunos sitios con vegas salobres y ojos de agua en su periferia, sectores donde crecen pequeñas estepas halófilas. Los cerros altos prácticamente carecen de vegetación.

Las tierras son de dominio fiscal provincial. En el área se presenta escasa población que practica ganadería principalmente de ovinos y llamas, las que suelen pastar junto a las manadas naturales de vicuñas. El sector fue una importante vía de tránsito de ganado en pie hacia Chile, especialmente en su sector sur, donde era más predecible

hallar agua y refugio. En la actualidad en su porción norte se ubica el Paso de Jama, principal cruce andino de la región.

Área Natural Protegida Provincial de los diques

Esta área protegida por la Provincia de Jujuy fue declarada por la Ley Provincial 5.365 el 18 de septiembre de 2003. Cuenta con una superficie de 2.665 ha e incluye los diques La Ciénaga, Las Maderas, Camontaña, Los Alisos y Los Molinos.

Se encuentra situada entre las regiones de Yungas y Chaco. En los alrededores de los diques se extienden una serie de cerros de pequeño tamaño cubiertos de vegetación, principalmente bosque chaqueño.

Esta reserva protege los humedales artificiales (diques y sistemas asociados), Selva Montana y Chaco Serrano. Además, también protege cinco cuerpos de agua artificiales con valores sociales (suministro de agua para consumo humano, industrial, riego y generación eléctrica) y ambientales (refugio de especies acuáticas).

Esta reserva forma parte de un complejo hidroléctrico con fines múltiples, cuyo objetivo es el aprovechamiento integral de los Río Perico y Grande. Posee un sistema formado por cuatro tipos de estructuras: diques derivadores, diques acumuladores, diques compensadores y canales.

3 Marco legal e institucional

3.1 Introducción

Este capítulo se refiere al marco legal e institucional vinculado a los recursos hídricos. El análisis de la normativa vigente se presentará desde un marco nacional y provincial.

En la Argentina no existe una ley nacional integral respecto al agua, sino que cada provincia posee la suya, como ocurre con Jujuy y el Código de Aguas.

3.2 Marco normativo nacional

En términos nacionales, Argentina hace mención del agua de manera indirecta en su Constitución Nacional y de manera directa en las leyes N°25.675 y 25.688, siendo la primera la Ley General de Ambiente y la última el Régimen de Gestión ambiental del agua.

Existe también el “Acuerdo Federal del Agua” en donde queda consensuado los fundamentos de una política hídrica nacional, racional y aglutinante de todos los sectores. En ejercicio de las facultades concurrentes entre las provincias y la Nación que nuestra Carta Constitucional consagra, este Acuerdo logra amalgamar principios de política que integran los aspectos sociales y ambientales relacionados con el agua como parte de las actividades productivas de la sociedad; incorporando principios básicos de organización, gestión y economía de los recursos hídricos en concierto con principios de protección del recurso. La adopción de los lineamientos de política hídrica así gestados **Principios Rectores** por parte de todas las Provincias y la Nación, permitirá dotar al país de una Política de Estado.

3.2.1 Constitución Nacional

La Constitución Nacional Argentina no menciona el agua de manera explícita, pero establece principios que pueden relacionarse indirectamente con su uso y gestión, tal como se detalla a continuación (Constitución de la Nación Argentina, 2023):

1. Derecho a un medio ambiente saludable y protección de los recursos naturales, establecido en el Artículo 41.
2. *Artículo 121: Las provincias conservan todo el poder no delegado por esta Constitución al Gobierno federal, y el que expresamente se hayan reservado por pactos especiales al tiempo de su incorporación.*
3. *Artículo 124°: Corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio.*

3.2.2 Leyes Nacionales

Ley Nacional 25.675 - Ley General de Ambiente

La Ley Nacional Nº 25.675, llamada Ley General de Ambiente tiene el fin principal de brindar presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Fue sancionada el 6 de noviembre de 2002 y promulgada el 27 de noviembre de 2002 y contiene normas del derecho civil en materia de responsabilidad por daños ambientales, de derecho procesal asentando las bases estructurales del ambiente y de derecho administrativo.
Según el Artículo 6, se aplica a todo el territorio nacional para asegurar la protección ambiental debiendo prever "las condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable".

Ley Nacional 25.688 - Régimen de gestión ambiental de aguas

El régimen de gestión ambiental de aguas o Ley N°25.688 publicada el 3 de enero de 2003 con el objeto establecer los presupuestos mínimos ambientales, para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. A los efectos de la presente ley se entenderá:

- Por agua, aquélla que forma parte del conjunto de los cursos y cuerpos de aguas naturales o artificiales, superficiales y subterráneas, así como a las contenidas en los acuíferos, ríos subterráneos y las atmosféricas.
- Por cuenca hídrica superficial, a la región geográfica delimitada por las divisorias de aguas que discurren hacia el mar a través de una red de cauces secundarios que convergen en un cauce principal único y las endorreicas

El “Régimen de Gestión Ambiental de las Aguas” comprende no sólo lo relativo a la contaminación cuantitativa y cualitativa del agua sino también al manejo o uso que se le da a la misma” (Macías, 2003)

Lo destacable de esta ley es la creación del comité de cuentas, como establece el Artículo 4°:
“Créanse, para las cuencas interjurisdiccionales, los comités de cuencas hídricas con la misión de asesorar a la autoridad competente en materia de recursos hídricos y colaborar en la gestión ambientalmente sustentable de las cuencas hídricas. La competencia geográfica de cada comité de cuenca hídrica podrá emplear categorías menores o mayores de la cuenca, agrupando o subdividiendo las mismas en unidades ambientalmente coherentes a efectos de una mejor distribución geográfica de los organismos y de sus responsabilidades respectivas.”

Dichos comités están integrados por representantes de las jurisdicciones autónomas. Su objetivo es procurar acuerdos que deberán ser avalados por los gobiernos provinciales sobre el intercambio de información hidrometeorológica, sobre la priorización de problemas y oportunidades de alcance interjurisdiccional, así como sobre el diseño y la organización de la implementación de acciones relacionadas con los temas priorizados.

Ley Nacional 26.994 - Código civil y Comercial de la Nación Argentina

El Código Civil y Comercial de la Nación Argentina es el cuerpo legal que reúne las bases del ordenamiento jurídico en materia civil y comercial. Este código fue promulgado en octubre del 2014 y entró en vigencia el 1 de agosto del 2015. Existe un artículo en particular que hace mención especial sobre el agua dentro de terrenos particulares:

Artículo 239: Aguas de los particulares. Las aguas que surgen en los terrenos de los particulares pertenecen a sus dueños, quienes pueden usar libremente de ellas, siempre que no formen cauce natural. Las aguas de los particulares quedan sujetas al control y a las restricciones que en interés público establezca la autoridad de aplicación. Nadie puede usar de aguas privadas en perjuicio de terceros ni en mayor medida de su derecho.

3.3 Marco normativo provincial

En la Provincia de Jujuy, la Constitución reconoce al agua como un recurso esencial y establece principios para su uso y protección en paralelo al **Código de aguas** o Ley N°161, siendo esta la más extensa e importante de la provincia. Además, existen varias leyes complementarias/modificatorias y normativas relacionadas con la gestión y protección del agua. Básicamente, la legislación de Aguas de la Provincia de Jujuy comprende:

a. Artículo 95 de la Constitución de la Provincia de Jujuy “Régimen de las Aguas”.
b. Ley 161 del 12.10.50 “Código de Aguas”;
c. Ley 2.427 Modificatoria del Código de Aguas
d. Ley 4.090 del 28.06.84 denominada “Administración de Recursos Hídricos y Régimen de Servicios de Agua, Saneamiento y Energía”;
e. Ley 4.396 del 17.11.88 Modificatoria del Código de Aguas.
f. Ley 4.530 de 22.11.90 “Modificatoria del art. 37 de la Ley 4090”.
g. Ley 5890 de Estatización del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales.

Pueden existir normativas específicas emitidas por municipios que regulen el uso del agua en sus respectivas jurisdicciones.

3.3.1 Constitución Provincial

La Constitución de Jujuy, sancionada originalmente el 22 de octubre de 1986, en su Artículo 95 – Régimen de las Aguas (Constitución de la Provincia de Jujuy, 2023) establece:

Artículo 95:

1. *Corresponde a la Provincia regular el uso y aprovechamiento de todas las aguas de su territorio, conforme los principios de sostenibilidad, sustentabilidad y preservación del ambiente.*
2. *Todos los asuntos relacionados con el uso de aguas superficiales o subterráneas estarán bajo la responsabilidad de un organismo autónomo y descentralizado, cuyos miembros serán designados por el Poder Ejecutivo. Su organización, composición, atribuciones y deberes serán establecidos por ley.*

3. *Antes de otorgar nuevas concesiones de agua, se realizará una evaluación técnica por parte del organismo competente, considerando la preservación de los ríos, lagos, embalses, arroyos y aguas subterráneas de la Provincia. Estas concesiones estarán sujetas a revisiones y modificaciones conforme a los resultados de las evaluaciones posteriores. La metodología para estas evaluaciones será establecida por la ley.*
4. *Se otorgarán concesiones y permisos para diversos usos del agua, incluyendo uso doméstico, recreativo, productivo, municipal y abastecimiento de poblaciones y cualquier otro uso que beneficie a la comunidad. Estas concesiones deberán considerar la eficiencia y el uso sostenible del agua.*
5. *La ley establecerá el régimen para la construcción de obras de riego y su defensa, el saneamiento de tierras, la construcción de sistemas de drenaje, los pozos surgentes y la explotación racional y técnica de las aguas subterráneas, teniendo en cuenta criterios de eficiencia hídrica.*
6. *La concesión del uso y disfrute del agua para el beneficio y cultivo de un predio constituye un accesorio inseparable del inmueble y se transmite a los adquirentes del dominio, ya sea a título universal o particular. En caso de subdivisión de un inmueble, la autoridad competente determinará la extensión del derecho de uso correspondiente a cada fracción, promoviendo el uso eficiente y sostenible del recurso hídrico.*
7. *Las concesiones de agua podrán caducar por falta de pago de los cánones correspondientes o por falta de utilización del agua, de acuerdo con lo establecido por la ley.*
8. *Se fomentará el uso responsable del agua y se establecerán medidas para incentivar la eficiencia hídrica en todos los sectores, tanto en el consumo humano e industrial como en la producción agrícola y ganadera.*

3.3.2 Leyes provinciales

Ley Provincial Nº161 - Código de Aguas

El Código de Aguas de la provincia de Jujuy, publicado el 28 de septiembre de 1950 tiene como objetivo principal la regulación del uso, conservación y protección de los recursos hídricos en la provincia de Jujuy. La ley busca promover el desarrollo sustentable a través de una gestión adecuada del agua, considerando la importancia del recurso hídrico para el bienestar humano, la agricultura, la industria y el medio ambiente.

El mismo es modificado por las siguientes normas, la cuales se detallan más adelante:

- Ley N°2.427 Modificatoria del Código de Aguas.
- Ley N°4.396 Modificatoria del Código de Aguas

Aspectos claves:

1. **Dominio del agua**: Se establece que las aguas que fluyen por ríos, arroyos, lagos y demás cuerpos son de dominio público y pertenecen al Estado, siendo de dominio privado las aguas que cumplan las características del artículo N°239 del Código Civil y Comercial de la Nación Argentina.

2. **Derechos de uso**: Se regulan los derechos de uso del agua, permitiendo a los particulares solicitar concesiones para el uso del agua de acuerdo con sus necesidades. Estos derechos se otorgan previa evaluación de viabilidad y considerando el impacto ambiental.

3. **Clasificación de aguas**: Las aguas se clasifican en aguas de dominio público, aguas subterráneas y aguas de propiedad privada, cada una con sus respectivas regulaciones.
4. **Prioridades de uso**: Se establece un orden de prioridades en el uso del agua, priorizando el consumo humano, seguido por usos industriales, agrícolas y recreativos, siempre con atención a la necesidad de conservación del recurso.
5. **Conservación y protección**: Se incluyen disposiciones sobre la protección de áreas críticas, promoviendo planes de manejo que busquen mantener la calidad de los recursos hídricos y prevenir la contaminación.
6. **Sanciones y responsabilidades**: Se definen las sanciones para quienes infrinjan las normativas establecidas en el código, que pueden incluir multas y la revocación de derechos de uso.

El código, se encuentra separado en títulos acorde a la temática y cada uno con sus respectivos capítulos y secciones en donde quedan establecidos los artículos correspondientes. Dichos títulos son (Ley Provincial N°161 - "Código de Aguas", 1950):

Título 1: Del uso de Agua Pública

Respecto al uso del agua pública, en el **Capítulo 1**, el código establece en sus secciones 1 y 2:

Artículo 4º: *Nadie podrá utilizar el agua pública para usos especiales sin ser titular de un permiso o una concesión ni en mayor superficie de tierra, en mayor caudal y para otro destino que el determinado por aquellos.*

Artículo 5º: *Entiéndase por usos especiales los siguientes:*

a. doméstico, municipal y de abastecimiento a poblaciones, siendo éste prioritario.
b. industrial,
c. agrícola o de irrigación,
d. pecuario,
e. energético,
f. recreativo,
g. minero,
h. medicinal,
i. piscícola.

Siendo dicho permiso otorgado (y revocado) por la Autoridad de Aplicación.

En la sección 3, se establecen los Artículos respecto a las “Concesiones”, siendo los aspectos más importantes para destacar:

- Todo uso especial de agua pública deberá ser objeto de concesión, lo que no conlleva a la enajenación del agua pública, sino otorgarle un derecho subjetivo de aprovechamiento al titular de la misma. Queda implícita en el Artículo 13 la cláusula de reserva de los derechos de terceros.
- Las características y extensión de la concesión están limitadas por la disponibilidad de agua pública.
- Se determina el alcance y características de las concesiones. Las mismas podrán ser **permanentes** o **eventuales.** Su medida, extensión o magnitud se determinará en **litros/segundo** y **hectáreas** para una cantidad fija si es para

riego, en **litros/segundos** si se tratase de abastecimiento poblacional o uso industrial y cuando se trate de fuerza motriz en **caballos nominales** de setenta y cinco kilogramos por segundo cada uno que se obtendrá dividiendo por setenta y cinco el producto del caudal medio anual utilizado

El **Capítulo 2** del Código de Aguas habla sobre los Usos Especiales en Particular, siendo la sección 1 sobre "Abastecimiento de Poblaciones".

Se entiende por abastecimiento de poblaciones a lo siguiente:

Artículo 29º.- *Por abastecimiento de poblaciones se entiende la utilización de las aguas para uso doméstico, municipal y salubridad pública, como así también para abrevar animales y riego de pequeñas huertas y jardines.*

Artículo 29º-1.- *En caso de escasez, el uso doméstico y de salubridad tienen prioridad absoluta sobre los otros usos, pudiendo la Autoridad suspender o prohibir las otras utilizaciones.*

Queda establecido también dentro de la misma sección el accionar de la Autoridad de Aplicación, cuyo artículo 32 dice:

Artículo 32:

a. *establecer servicios de agua potable y de salubridad, cuando los mismos comprendan dos o más municipios o lo requiera el interés público y general de la Provincia, debiendo ser previamente oídos los municipios interesados.*
b. *establecer previo consentimiento del municipio interesado, servicios de agua potable y de salubridad urbanas y suburbanas en centros de población de más de tres mil habitantes.*
c. *amortizado el valor de las obras se podrá entregar los mismos y sus accesorios en propiedad a la Municipalidad respectiva, quedando sometida la utilización de las aguas públicas a la superior tutela de la Autoridad de Aplicación.*
d. *acogerse a los beneficios de las leyes nacionales en materia de estudio y proyecto y ejecución de obras sanitarias. Se considerarán a los efectos de este Código, servicios de salubridad, los cloacales y desagües pluviales.*

En la sección 2, se habla sobre el uso del agua para "**Irrigación**". Se dejan establecidas las características, requisitos, limitaciones y permisos necesarios de la concesión del uso del agua para riego. Algunos Artículos destacables son:

Artículo 46º: *Las concesiones de agua para irrigación con una dotación de más de quinientos litros por segundo, sólo podrán ser otorgadas por ley especial, previo informe de la Autoridad de Aplicación. Las concesiones de menor dotación que la indicada, serán acordadas por el Poder Ejecutivo, debiendo ser oída la Autoridad de Aplicación, bajo sanción de nulidad.*

Artículo 52º: *La dotación de un litro y medio de agua por segundo por cada hectárea de terreno, será la dotación máxima con que se calculará la capacidad de conducción de los canales. Los titulares de concesión tendrán derecho a una dotación no mayor de ciento veinte centilitros por hectárea y por segundo, que será fijada para cada caso, teniendo en cuenta la época en que será permitida la utilización del agua, las*

condiciones ecológicas, ubicación y superficie del terreno a irrigar, el género de cultivo para que se otorga y los principios técnicos con sujeción a los cuales se va a regar.

Artículo 60º: Las concesiones para industrias, caducan sin derecho a indemnización alguna para el concesionario, en los siguientes casos:

a. *que el terreno tenga aptitud para ser cultivado bajo riego;*
b. *que el curso de agua, del que se solicita la concesión tenga caudal disponible.*

La sección 3, respecto a "**Usos Industriales**" dicta:

Artículo 57º: *A los efectos de éste Código, entiéndase por uso industrial la utilización del agua para servicios públicos de transporte y para establecimientos fabriles, con el consumo parcial o total y comprendiendo el aprovechamiento de las aguas para introducir en las mismas, materias sólidas y líquidas residuales de dichos establecimientos a fin de ser eliminadas.*

Artículo 58º: *Estas concesiones de aguas vírgenes o de desagües serán otorgadas por el Poder Ejecutivo por un plazo no mayor de sesenta años, debiendo ser oída la Autoridad de Aplicación y previo informe de la Autoridad Competente en Materia de Salud.*

Artículo 60º: *Las concesiones para industrias, caducan sin derecho a indemnización alguna para el concesionario, en los siguientes casos:*

a. *por la interrupción de dos años consecutivos en el ejercicio de la concesión,*
b. *si dentro del plazo de dos años contados desde la fecha del otorgamiento, no ha sido ejercitada, salvo el caso de fuerza mayor debidamente comprobado; b) en el previsto por el Artículo anterior.*

Artículo 62: *Al otorgarse una concesión, el titular de ésta, deberá construir todas las obras que indique la Autoridad de Aplicación sea para la recepción del caudal de agua otorgada como para el desagüe de los sobrantes.*

Artículo 63º: *Para obtener esta concesión, el solicitante presentará ante el Organismo de Aplicación su solicitud acompañada de los datos e informaciones que establezca la Reglamentación pertinente.*

Artículo 63º: *El uso y consumo de aguas alumbradas con motivo de explotaciones mineras o petroleras, necesita concesión de acuerdo con el presente Código, sin perjuicio de la aplicación de las disposiciones del Código de Minería, leyes complementarias y legislación petrolera. También necesita concesión el uso de aguas en labores mineras. Estas concesiones se otorgarán en consulta con la Autoridad Minera o a pedido de ésta.*

Artículo 63º: *Las aguas utilizadas en una explotación minera, serán devueltas a los cauces en condiciones tales que no produzcan perjuicios a terceros. Los relaves y residuos de explotaciones mineras en cuya producción se utilice el agua, deberán ser depositados a costa del minero en lugares donde no contaminen las aguas o degraden el ambiente. La infracción a esta disposición, causará la suspensión de entrega del agua, hasta que se adopte oportuno remedio.*

La sección 4, respecto a la "**Energía Hidráulica**", establece:

Artículo 64º: *Se otorgarán concesiones para aprovechamiento de energía hidráulica en el orden de prelación del art.5º o siempre que no impidan otros usos especiales establecidos en el mismo. Estas concesiones son para fines privados.*

Artículo 65º: *Las concesiones de uso de la energía hidráulica para fines privados, será otorgada por el Poder Ejecutivo previo informe de la Autoridad de Aplicación, pero será necesario una ley especial cuando se requiera para la producción y aprovechamiento de la energía hidráulica verter las aguas en otra u otras, o cuando aquéllas deben ser desviadas una longitud mayor de treinta kilómetros, medida siguiendo la dirección resultante de su álveo natural. Las concesiones a que se refiere este Artículo, se otorgarán por un plazo no mayor de cuarenta años.*

Artículo 67º: *Las concesiones para el uso energético caducan:*

A. *pasado tres (3) años de la interrupción de la Industria;*
B. *después de los tres (3) años de acordada la concesión, si no se hace uso de ella.*

Por último, la sección 5, sobre **Otros Usos**, establece:

Artículo 73º: *Se considera uso piscícola:*

A. *el otorgado para cría de animales acuáticos en estanques y piletas,*
B. *otorgado para uso de cursos de agua, lagos naturales o artificiales para siembra, cría y recolección de animales o plantas acuáticas.*

Artículo 74º: *Estas concesiones serán otorgadas por el Poder Ejecutivo, previo informe de la Autoridad de Aplicación por un plazo no mayor de diez años renovables y se extinguen en los casos establecidos por el Artículo 23º*.

Artículo 75: *(Uso recreativo) Se consideran usos recreativos:*

a. *los usos de agua destinados a piletas y natatorios,*
b. *los usos para esparcimiento y turismo otorgados sobre cursos de aguas, áreas de lagos, embalses y playas.*

Las concesiones para uso recreativo serán otorgadas por el Poder Ejecutivo previo informe de la Autoridad de Aplicación. En el caso del inciso a) del Artículo anterior, por un plazo no mayor de diez años renovables.

Con respecto a los **Usos Comunes**, el Código de Aguas establece en su Parte 2:

Artículo 76º: *Todos podrán usar del agua pública para beber, lavar la ropa o cualquier otro objeto, bañarse, abrevar o bañar animales o extraerla con recipiente a mano, siempre que no se deteriore las márgenes o bordes de los cauces, de los cursos naturales o artificiales y sin detener el curso del agua y que el uso especial a que se destinan las aguas no exija que ésta se conserve en estado de pureza.*

Artículo 77º: *El uso común debe ser ejercido por cada persona en forma tal, que por él, no se excluyan ni se perjudique el que corresponde a otras personas o los derechos particulares de terceros.*

Artículo 79°: *Son del dominio público y utilización comunitaria según usos y costumbres las aguadas naturales, ciénagas, vegas u ojos de agua, salvo en los casos que carezca de aptitud para satisfacer usos de interés general. La Autoridad de Aplicación establecerá de acuerdo con las disposiciones de esta Código las servidumbres necesarias para el acceso al agua.*

Título 2: De la Administración del Agua

Con respecto a la "Organización Administrativa", en los **Capítulos del 1 al 3** se establece la creación de la Autoridad de Aplicación y sus alcances.

Artículo 82º: La Autoridad de Aplicación tendrá además de las funciones que le asigna este Código, las siguientes:

a. *la aplicación y vigencia del cumplimiento del presente,*
b. *las gestiones que tiendan al mejor cobro y percepción de los recursos a ella destinados,*
c. *llevar las estadísticas y sistematizar los estudios hidrológicos, climatológicos y edafológicos necesarios para estudiar y proyectar los planes generales de obras hidráulicas,*
d. *propender al aprovechamiento integral de las aguas de la Provincia y contralorear y vigilar la exploración y explotación de las napas subterráneas,*
e. *propender el aprovechamiento de la energía hidráulica para el suministro de energía eléctrica destinada a servicios públicos e intervenir en sus transformaciones, canalizaciones y demás obras que completen el servicio,*
f. *realizar los estudios, proyectos y toda otra cuestión previa a la ejecución de obras y trabajos destinados al aprovechamiento del agua y de su energía.*
g. *construir diques, represas, tomas, acueductos y demás obras destinadas al aprovechamiento de las aguas superficiales, subterráneas y pluviales, para irrigación, abastecimiento de agua potable a las poblaciones y producción de energía;*
h. *construir obras de desagües, desecamiento, defensa y saneamiento de zonas inundables o insalubres,*
i. *ejecutar obras colectivas y domiciliarias que aseguren la evacuación de líquidos cloacales y aguas servidas en las poblaciones,*
j. *administrar y contralorear los servicios y funcionamiento de las obras y sistemas del tipo de las enumeradas que sean de jurisdicción provincial o se incorporen a ella,*
k. *gestionar la incorporación, al patrimonio de la Provincia de las obras o sistemas construidos por particulares o por el Gobierno Nacional, que le sean convenientes para el cumplimiento de su fin,*
l. *ejercer atribuciones jurisdiccionales en la competencia que le atribuye este Código,*
m. *dar intervención a la Dirección de Fomento Rural en todos los problemas de carácter agrícola-ganadero que se le presentaren y en el estudio de las dotaciones a suministrar a los concesionarios o permisionarios.*

Artículo 83º.- La Autoridad de Aplicación estará constituida por un Consejo integrado por un Director General y dos vocales que serán los funcionarios técnicos de mayor

jerarquía de la repartición o los más antiguos en caso de igualdad jerárquica designados por el Poder Ejecutivo. Durarán seis años en sus funciones y pueden ser reelegidos por uno o más períodos.

Se dispone además las características, atribuciones y límites del consejo, como así también de las condiciones que deben cumplir los miembros para formar parte del mismo. Las funciones del consejo, quedan establecidas en el Artículo 88, como se muestra a continuación.

Artículo 88º: El consejo tiene las siguientes funciones, sin perjuicio de las demás que este Código establece:

a. *dictar las normas, instrucciones y reglamentos a los cuales deberán sujetarse la Autoridad de Aplicación y los usuarios del agua pública y privada,*
b. *administrar los fondos, bienes o instalaciones a cargo de la Autoridad de Aplicación en las condiciones establecidas por las leyes vigentes y con las responsabilidades que ellas determinen.*
c. *dividir el territorio de la Provincia en zonas de características uniformes. Cada una de estas zonas estará a cargo de un delegado de la Autoridad de Aplicación que tendrá la denominación de Intendente del Agua.*
d. *llevar el inventario general de todos los bienes y valores a cargo de la Autoridad de Aplicación, tener los fondos depositados en el Banco de la Provincia de Jujuy.*
e. *celebrar convenios y contratos, ad referéndum del Poder Ejecutivo, para estudios, construcción y explotación de obras con reparticiones nacionales, provinciales y municipales,*
f. *celebrar contrato de compra-venta o locación de conformidad a las normas establecidas en la legislación vigente,*
g. *celebrar contrato previa adjudicación por licitación pública o privada, para suministro de materiales, o ejecución y conservación de obras autorizadas en el plan anual, sujetándose a las disposiciones de la legislación vigente. Podrá asimismo realizar obras por administración, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Nº 1864,*
h. *aconsejar al Poder Ejecutivo para acordar concesiones y resolver sobre su división, cesión, caducidad, revocación o renuncia y otorgar y revocar permisos;*
i. *promover y aconsejar al Poder Ejecutivo, la institución de consorcios,*
j. *dictar, con aprobación del Poder Ejecutivo, el reglamento general de contravenciones por violación a las prescripciones de éste Código y sus reglamentos,*
k. *aplicar sanciones por violación a las prescripciones de éste Código, del reglamento general de contravenciones o de los reglamentos especiales,*
l. *elevar al Poder Ejecutivo antes del 15 de Mayo de cada año el proyecto de presupuesto de gastos y cálculo de recursos,*
m. *formular un plan orgánico de construcción de obras hidráulicas e hidroeléctricas. El plan anual para el año siguiente será elevado al Poder Ejecutivo antes del 15 de Mayo, y éste lo someterá a consideración de la Legislatura, conjuntamente con el proyecto del presupuesto general de la Provincia,*
n. *elevar anualmente una memoria detallada de los trabajos realizados el año anterior y el balance general correspondiente,*
o. *rendir cuenta detallada de sus inversiones, de acuerdo con la ley de contabilidad,*
p. *designar al personal de obreros y empleados, sujetándose a las leyes vigentes o de la materia,*
q. *actuar como tribunal de aguas en asuntos de su competencia,*

r. decidir en los recursos jerárquicos, sin perjuicio de la última instancia ante el Poder Ejecutivo, en los casos de que éste proceda de conformidad al art. 131 de la procesal administrativa,
s. levantar acta circunstancias al hacerse cargo de sus funciones, haciendo en ella relación de los expedientes administrativos concernientes a las concesiones de utilizaciones de agua vinculadas a servicios públicos.

El **Capítulo 4**, sobre "**Patrimonio y Recursos**", el código de aguas establece:

Artículo 92º: El patrimonio de la Autoridad de Aplicación estará constituido por todas las construcciones, obras, edificios y demás bienes inmuebles o muebles de propiedad de la Provincia de Jujuy, que se afecten a la Autoridad de Aplicación y los bienes que en lo sucesivo se le incorpore, los cuales serán tasados e inventariados con intervención del Tribunal de Cuentas y Contaduría General.

Artículo 93º: Son recursos de la Autoridad de Aplicación:
a. los que fije anualmente la Ley de Presupuesto,
b. los que se asigne por ley especial para gastos de administración o para obras hidráulicas,
c. el producido de los cánones, contribuciones y prorratas a cargo de los usuarios,
d. el importe de lo que se percibe por concepto de multas aplicadas por infracción a este Código y a los reglamentos;
e. el producido de las tasas de inscripción y cancelación de las concesiones, permisos y consorcios,
f. el producido de las explotaciones de instalaciones muebles e inmuebles; las donaciones y legados,
g. el producido de las ventas de planos, folletos y publicaciones y el de la locación o venta de bienes muebles o inmuebles de la administración.

Título 3: De los Consorcios de Usuarios

Ver título 6.6

Título 4: De Obras Hidráulicas

Artículo 123º: Estas obras se declaran de utilidad pública y generales, y en lo posible, no más del cincuenta (50%) de su costo podrá recuperarse de los beneficiarios por medio de tasas de contribución de mejoras. Toda la tierra, actualmente sin concesión de agua pública, que resulte beneficiada con dichas obras, podrá previamente, expropiarse por razones de utilidad pública para contribuir a financiarla.

Artículo 124º: A los efectos de la utilización integral y racional del agua pública para energía y riego, y de la regulación de la misma, evitando su acción dañosa o perjudicial, podrá otorgarse la construcción de depósitos y formación de lagos artificiales. La Autoridad de Aplicación puede, al considerar las propuestas de concesión disponer como condición de su otorgamiento que se adopten todas las modificaciones y las obras adicionales que estime indispensables para mejorar el régimen hidráulico y evitar, en todo o en parte, la ejecución de obras públicas. En contraprestación de las cargas que de ello deriven se estará a lo dispuesto en la sección III, de este título.

Artículo 125º: La Autoridad de Aplicación podrá licitar las obras aunque hubiera sido objeto de un pedido de concesión. El procedimiento será fijado por el reglamento. Los

proponentes deben depositar, en efectivo o en títulos de la deuda pública de la Provincia, el cinco por ciento del monto total de las obras presupuestadas y prestar las demás garantías que el reglamento prescriba.

Respecto a las concesiones:

Artículo 126º: Las concesiones para la construcción de estas obras hidráulicas están exentas de todo canon o impuestos. El concesionario está obligado en su caso a la provisión de agua potable a las dependencias de la Administración Nacional, Provincial o Municipal.

Artículo 127º: El concesionario está exento de todo tributo provincial para el otorgamiento de la concesión y por los actos de constitución de la sociedad concesionaria, así como también por los actos de cesión de la concesión permitidos por este Código, por los de emisión obligación con o sin garantía real, y por los de contratación de mutuo para la ejecución de las obras y por todos los actos necesarios para el establecimiento de las obras hidráulicas, entre éstos, los de adquisición y expropiación de terrenos destinados a estas últimas.

Respecto a las obras de desagüe y mejoramiento integral:

Artículo 132º: Corresponde exclusivamente a la Autoridad de Aplicación la superior tutela, inspección y vigilancia de todas las obras, públicas o privadas de desagües, de mejoramiento integral y de sistematización del régimen hidráulico forestal.

Artículo 133º: La Autoridad de Aplicación procederá a efectuar los siguientes trabajos:

a. *el plan general con indicación de la superficie a desaguar o mejorar,*
b. *las operaciones geodésicas y topográficas que requieran el plan de conjunto,*
c. *el estudio y preparación de proyectos generales o parciales para la ejecución de las obras de desagües y mejoramiento integral y de los presupuestos respectivos.*

Artículo 134º: La ejecución de obras de desagüe y mejoramiento integral lleva implícita la declaración de utilidad pública a los efectos de acordar a los titulares de las mismas el derecho de expropiación y de constitución de servidumbres administrativas para la realización de las obras.

Artículo *136º: La construcción, funcionamiento y conservación de las obras de desagües y mejoramiento integral puede realizarse por él o los propietarios, consorcios, empresarios, concesionarios, permisionarios o por la Autoridad de Aplicación.*

Artículo 137º: Las obras de desagüe y mejoramiento integral son de primera y segunda categoría:

a. *las de primera categoría son aquellas que, sea por la seguridad pública que produce, o por la higiene general que de ellas derivan, o por las ventajas económicas que traen aparejadas, revisten un interés público inmediato.*
b. *Las de segunda categoría son todas las que no están comprendidas en la primera.*

Respecto a las obras de primera categoría:

Artículo 139º: Las obras de primera categoría proyectada por la Autoridad de Aplicación, deben ser incluidas en el plan anual de obras hidráulicas en el que se determinará si se ejecutará y se explotará por administración o por los propietarios reunidos en consorcios o por empresarios o concesionarios.

Artículo 140º: La Autoridad de Aplicación, determinará en cada caso la extensión y límites de la zona inundable o a mejorar y la contribución a cargo de los propietarios. La contribución de los propietarios de las zonas donde se ejecuten obras de primera categoría será fijada hasta un sesenta y cinco por ciento del mayor valor que hayan experimentado sus heredades por efecto de la mejora.

Respecto a las obras de segunda categoría:

Artículo 147º: Queda a cargo exclusivo de los propietarios beneficiados las obras a realizarse en sus heredades y que constituyen el complemento del plan de desagüe y mejoramiento aprobado por la Autoridad de Aplicación. A tal efecto, presentarán los estudios y planos correspondientes a la Autoridad de Aplicación, sin cuya aprobación no podrán efectuarse esos trabajos. En el caso de que los propietarios no cumplieran con la obligación de hacer las obras complementarias y que se consideren indispensables, la Autoridad de Aplicación, por sí o por medio de los consorcios o concesionarios o permisionarios, procederá a efectuar esas obras de oficio y a costa de los propietarios, quedando los inmuebles afectados al pago de la deuda.

Artículo 148º: La contribución de cada propiedad para la conservación y, en su caso, funcionamiento de las obras, será establecida por la Autoridad de Aplicación.

Respecto a las obras de **distribución**:

Artículo 150°: A los efectos de éste Código, los acueductos se clasifican en:

- *a. canales, hijuelas, acequias, desagües y drenes, los que se definen en la siguiente forma:*
- *b. canal es el acueducto que deriva indirectamente del curso natural proveedor del agua, en caso de existir una obra de presa;*
- *c. hijuelas son los acueductos que derivan del canal o de un curso natural con tomas temporarias;*
- *d. acequias son los acueductos menores, derivados de una hijuela, utilizados para la distribución y uso del agua dentro de la propiedad del concesionario;*
- *e. desagües son los acueductos donde se arroja o se recoge el caudal de agua que queda sin consumirse por los usos especiales, salvo el de energía hidráulica;*
- *f. drenes son los acueductos destinados a drenar tierras encenegadas.*

Artículo 151º: Los acueductos, cualquiera que sea su clasificación, deben estar dotados de las características, modalidades y artefactos que la Autoridad de Aplicación indique en la reglamentación o en cada caso particular.

Artículo 153º: Los canales o hijuelas construidos o a construirse deben llenar los requisitos siguientes:

- *a. podrán existir siempre que la respectiva concesión no pueda ejercitarse por alguno de los ya construidos,*

b. tendrán una capacidad uniforme desde la última toma hasta la primera derivación, o entre dos derivaciones consecutivas,
c. tendrán en su desembocadura las obras y construcciones necesarias para medir y regularizar las dotaciones que conducen,
d. deberán recorrer el trayecto más corto posible, compatible con los accidentes inamovibles del terreno,
e. no ocasionarán perjuicios mediante derrumbes, desbordes de agua, encenagamiento, humedades y filtraciones en los terrenos, edificios, caminos o ferrocarriles,
f. al correr dos o más paralelamente, si es prácticamente posible, deben reunirse en uno solo,
g. deberán tener al final un desagüe por el cual tengan salida las aguas pluviales y las que sobren sin consumo después de su utilización.

Artículo 155º: Los desagües deberán llenar los siguientes requisitos:
a. respetar el plan general de desagües que elaborará la Autoridad de Aplicación.
b. las aguas no deberán ser arrojadas a la superficie de los terrenos, sino a otro curso natural o artificial
c. cumplir lo dispuesto por los incisos d), e) y f) del art.153º.

Artículo 161º: El número de tomas temporales en los cursos naturales, será el menor posible y la Autoridad de Aplicación puede mandar cerrar las que considere innecesarias o reunir varias en una sola.

Artículo 162º: Toda derivación de canal, hijuela o acequia, tendrá una toma con su respectiva compuerta que pertenecerá al tramo derivado y deberá llenar los siguientes requisitos:
a. no causar perjuicio a terceros,
b. tener la ubicación, nivel, dimensión y formas establecidas por la Autoridad de Aplicación, El o los concesionarios interesados presentarán los planos correspondientes a la Autoridad de Aplicación.

Artículo 164º: Todo el que quiera usar un acueducto existente para la conducción del agua que se le ha concedido, deberá abonar a los propietarios de dicho acueducto la parte que le corresponda, la que será establecida por la Autoridad de Aplicación oído los interesados, proporcionalmente a la magnitud de la nueva concesión, la magnitud de los derechos que legalmente se retribuyan por dicho acueducto y el costo de éste.

Artículo 166º.- La conservación, limpieza y reparación de los acueductos, desde su arranque hasta sus confines, será por cuenta de los concesionarios interesados en ellos, quienes contribuirán proporcionalmente a la magnitud de sus respectivas concesiones, sin distinguir su situación topográfica.

Artículo 169º.- Cuando en un mismo canal o hijuela existan unos concesionarios con derecho permanente y otros con derecho eventual, la proporción en que estos últimos deben contribuir para la conservación, limpieza y reparación de los acueductos será la cuarta parte de lo que paguen o contribuyan por hectárea los titulares de derecho permanente.

Artículo 170º.- En la construcción de acueductos de interés general, todos los dueños de las propiedades beneficiadas soportarán el costo de las obras, proporcionalmente a la magnitud y carácter de las concesiones.

Título 5: Aforo y Distribución del agua pública

Artículo 182º: La Autoridad de Aplicación deberá establecer el aforo del agua pública.

Artículo 188º: En el reparto del agua a varios concesionarios que se surtan del mismo acueducto se adoptarán obras que garanticen la más estricta igualdad ajustada a los derechos de cada uno. Los empleados o funcionarios que establezcan preferencia a favor de uno en perjuicio de otros serán separados de sus cargos.

Artículo 188°:
La Autoridad de Aplicación ajustará las dotaciones de entrega efectiva de acuerdo con los caudales disponibles en las fuentes de agua, en las distintas épocas del año. Los coeficientes de entrega serán determinados según las condiciones de existencia del recurso hídrico.

A los efectos del manejo, distribución y cobro del agua, la Autoridad de Aplicación llevará los padrones de regantes en los que se determinará anualmente tipo de derecho (concesión permanente, eventual, permiso), cantidad de hectáreas con derecho a riego y cultivo a realizar, titular de la propiedad y usuario.

Artículo 193º: Si el caudal de agua no alcanza para satisfacer todas las dotaciones de las concesiones eventuales, serán éstas dotadas sucesivamente por orden de antigüedad o prelación.

Artículo 197º: Cuando el reparto del agua se realice por turnos, las Intendencias del Agua, podrán establecerlo en la forma más conveniente, pero deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

a. *obtendrán de los concesionarios información sobre la clase de cultivo, si el agua es para riego;*
b. *comunicarán a los interesados los días de turno que les corresponda, el volumen de agua que se les entregará y el tiempo que durará la entrega,*
c. *harán conocer los límites de las secciones en que se haya dividido la zona empadronada para el establecimiento de los turnos; c) deberán asegurar las dotaciones para los usos especiales según el orden de prelación de los Artículos 5º y 21º párrafo 2º.*

Título 6: Registro y Catastro de Aguas

Artículo 198º: Todas las aguas públicas y privadas deben estar inscriptas en el catastro que al efecto llevará la Autoridad de Aplicación. La Autoridad de Aplicación llevará un catastro de aguas superficiales y subterráneas que indicará la ubicación de cursos de aguas, lagos, fuentes, lagunas, esteros, aguas termominerales, fluidos o vapores endógenos o geotérmicos y acuíferos, caudal aforado, volúmenes en uso, usos acordados, naturaleza jurídica del derecho de uso, obras de regulación y de derivación efectuadas y aptitud que tengan o puedan adquirir las aguas para servir usos de interés general.

Artículo 200º: La Autoridad de Aplicación llevará el registro de todas las concesiones y permisos de aprovechamiento del agua pública, como también el registro de consorcios.

Artículo 201º: Este registro es público y real y será llevado en concordancia con el catastro de aguas, quedando sujeto a las prescripciones del respectivo reglamento, el cual asegurará dicha publicidad en favor de toda persona, sea o no interesada.

Artículo 204º: Deberá inscribirse en el registro de aguas todo cambio de titular de los derechos otorgados; como asimismo deberá tomarse razón de toda modificación o mutación que se opere en el dominio de un inmueble afectado por un decreto de uso del agua pública, sea que el acto se ejecute privada o judicialmente.

Artículo 207º: La Autoridad de Aplicación es responsable directamente por los daños que causara el funcionamiento irregular del registro, sin perjuicio del recurso de la Autoridad de Aplicación contra los culpables de los actos generadores del daño.

Título 7: Servidumbres Administrativas

Artículo 209º: Corresponde a la autoridad de aplicación determinar y autorizar la constitución de servidumbres administrativas sobre los inmuebles que sean necesarios para acueductos, desagües, drenajes, asientos de presa, obras de captación y regulación, colectores de saneamiento o cualquier otra instalación, establecimiento u obra vinculada con el buen régimen del agua pública.

Artículo 210º: En el caso de que sea indispensable establecer la presa, la Autoridad de Aplicación dictará el reglamento al cual deben sujetarse concesionarios y los propietarios de inmuebles en los cuales deben ejecutarse las obras necesarias para la constitución de la servidumbre administrativa y para evitar que se cause perjuicio a la explotación de los fundos sirvientes.

Artículo 212º: Las servidumbres administrativas, en lo que fuera aplicable, se regirá por la ley de expropiación de la Provincia.

Artículo 213º: La servidumbre administrativa subsistirá mientras concurran sus motivos determinantes.

Título 8: De la policía de las aguas

Artículo 216º: La Autoridad de Aplicación ejerce sin perjuicio de la jurisdicción federal, la superior tutela sobre el agua pública, sus cauces y riberas. A este fin, tiene a su exclusivo cargo la policía de las obras hidráulicas de cualquier naturaleza ejecutadas dentro de los límites jurisdiccionales de la provincia. Esa tutela se extiende también sobre aguas privadas y sus cauces, al solo efecto de exigir a sus titulares el previo permiso de la Autoridad de Aplicación, cuando esas aguas se utilizan en usos distintos a los domésticos. El reglamento podrá prescribir las restricciones administrativas a las cuales deben sujetarse sus titulares.

Artículo 217º: La Autoridad de Aplicación, procederá a fijar las líneas de riberas que delimitan los lechos de los cursos de aguas de dominio público.

Artículo 218º: La Autoridad de Aplicación está facultada, en todos los casos, para modificar o demoler cualquiera obra o artefacto construido o colocado por particulares, que no se ajuste a lo establecido en este Código y los reglamentos que se dicten.

Artículo 220º: Ninguna persona podrá realizar obras y colocar artefactos, ni efectuar plantaciones en los acueductos y lechos naturales por donde corra el agua pública sin permiso de la Autoridad de Aplicación.

Título 9: De las Aguas Subterráneas

Se establecen disposiciones generales respecto al agua subterránea, a la vez de definir los lineamientos de **exploración, explotación** y **concesión** de las mismas. Se destacan los siguientes artículos:

Artículo 229º: Llámase exploración, a los efectos de este Código y con el fin de alumbrar aguas subterráneas, todos los estudios de carácter hidrogeológico, geofísico, y otros que llevan a cabo sin alterar la superficie del terreno.

Artículo 234º: Los permisos no comprenderán más de mil hectáreas y ninguna persona podrá tener dos o más permisos contiguos. En caso de cruzarse dos o más reservas, corresponderá la zona de cruce del primer solicitante.

Artículo 235º: La Autoridad de Aplicación llevará un registro de permisos de exploración en el que se anotarán los que soliciten y los que se concedan. La prioridad de la solicitud determinará el orden de otorgamiento de los permisos que concurran sobre un mismo terreno.

Artículo 238º: El que sin permiso de perforación encontrase aguas subterráneas en terreno que no le ha sido concedido para su exploración pagará una multa de tres mil pesos moneda nacional a la Autoridad de Aplicación.

El que la encontrase en terreno concedido a otro, perderá su hallazgo, a favor del titular del permiso, sin derecho a indemnización alguna.

Artículo 239º: Los permisos a que se refiere esta Sección se denominarán permisos de perforación.

La zona de reserva tendrá una superficie hasta de cien hectáreas cada una. Si el solicitante fuere una sola persona física podrá obtener hasta tres pertenencias y si fuere una sociedad hasta diez.

Artículo 240º: Los permisos de perforación darán la exclusividad para perforar o cavar pozos dentro del perímetro de la zona de reserva, por un plazo de ciento ochenta días, durante el cual nadie podrá perforar dentro de ella.

Los permisos serán renovables a menos que concurran sobre el mismo terreno otros solicitantes, que tendrán preferencia para la concesión al vencimiento del plazo.
Artículo 240º.- Los permisos de perforación darán la exclusividad para perforar o cavar pozos dentro del perímetro de la zona de reserva, por un plazo de ciento ochenta días, durante el cual nadie podrá perforar dentro de ella. Los permisos serán renovables a menos que concurran sobre el mismo terreno otros solicitantes, que tendrán preferencia para la concesión al vencimiento del plazo.

Artículo 241º: La solicitud del permiso de perforación contendrá las siguientes especificaciones:

a. *la ubicación precisa del terreno en que se quiere perforar con mención del nombre y domicilio real del propietario,*
b. *un plano en que se indique la extensión de la zona de reserva y sus límites;*
c. *la descripción del procedimiento técnico que se compromete a emplear y las razones que tiene para suponer que encontrará agua;*
d. *el nombre del técnico perforador.*

Artículo 242º: La Autoridad de Aplicación inscribirá la solicitud en un registro que llevará al efecto, y constará previamente, si dentro del terreno existe ya aguas subterráneas alumbrada por el hombre y si no se superpone con alguna de las zonas de protección a que se refiere el Art. 227º , en cuyo caso se denegará sin más trámite el permiso.

También podrá desestimarlo si, a su juicio, contraría el buen régimen de las aguas, u otros intereses públicos, o que sea impracticable técnicamente. El permiso para perforar, deberá ser notificado al propietario de la heredad personalmente y se ordenará las publicaciones por el plazo de quince días, las que deberán efectuarse en el municipio que corresponda.

Artículo 247º: Los permisos de perforación se otorgarán sujetos a las siguientes condiciones:

a. *los trabajos se harán en las condiciones técnicas fijadas por la Autoridad de Aplicación,*
b. *con las obligaciones mencionadas por el Art.255 de este Código, cuya forma de prestación determinará en cada caso la Autoridad de Aplicación, antes de conceder el permiso,*
c. *el pago de las indemnizaciones a que fuere condenada la Provincia por la ocupación temporaria del inmueble superficial o por su eventual ocupación.*

El **Capítulo 3** que trata "**De las aguas subterráneas no sujetas o tutela**" establece que para aquellas zonas no sujetas a tutela, es obligatorio obtener una autorización previa antes de realizar una perforación. Esta autorización puede incluir restricciones para asegurar el uso racional y la protección del recurso.

Artículo 255º: La Autoridad de Aplicación podrá ordenar a los afloradores de aguas subterráneas en zonas no sujetas a tutela:

a. *limitar el caudal de extracción hasta la dotación que la Autoridad de Aplicación fije, teniendo en cuenta las posibilidades del agotamiento de la venta hidráulica,*

b. *la colocación de válvulas que impidan la salida del agua cuando no sea utilizada,*

c. la impermeabilidad o entubamiento de los pozos cuando amenacen derrumbarse o cuando existe el peligro de que intercomuniquen dos napas de las cuales una sea apta para el consumo o el riego y la otra esté en peligro de inutilizarse para el consumo por infiltración de aguas u otras materias servidas o perjudiciales a la salubridad o a la irrigación,

d. suministrar a la Autoridad de Aplicación, los informes técnicos que requiera, en la forma y plazo que fijen los reglamentos generales o que se establezcan para cada caso particular,

e. guardar entre los diferentes pozos, en una misma heredad o con relación a los de la vecina, las distancias que la Autoridad de Aplicación, fije, sin perjuicio de lo dispuesto por el artículo 227, atendiendo a:

I. La necesidad de prevenir el agotamiento de la vena hidráulica,

II. La necesidad de prevenir la infección de las aguas,

III. El deber de evitar que, sin beneficio para el propietario, se dañe inútilmente, a los demás que tengan derecho a usar de la misma vena hidráulica.

f. la prohibición del uso de métodos de perforación o exploración que puedan dañar los pozos de los alrededores,

g. a pagar, las prorratas de mantenimientos de los cauces públicos, de riego o de desagües, que el dueño de las aguas subterráneas utilice efectivamente,

h. a encauzar o acumular en receptáculos, y a impermeabilizar estos o los cauces o a drenar los terrenos cuando sus filtraciones puedan perjudicar a las heredades vecinas,

i. a adoptar cualquier medida que importando sólo una restricción a la facultad de disposiciones de las aguas o al dominio de los terrenos sea conveniente para satisfacer el interés público, en el sentido de asegurar o preservar la calidad de las aguas para el consumo humano o para riego, de procurar el no agotamiento de la riqueza hidráulica y de lograr el empleo más beneficioso a la colectividad de los excedentes de agua que el aflorador no pueda utilizar.

Artículo 256º: Desde la fecha de la promulgación de este Código, nadie podrá iniciar la construcción de un pozo para alumbrar agua, sin tener previamente el permiso de la Autoridad de Aplicación.

Esta deberá otorgar el permiso dentro de los treinta días hábiles desde que le sea solicitado, y su silencio deberá ser interpretado en el sentido que el permiso se tendrá por acordado.

Al otorgar el permiso, la Autoridad de Aplicación, podrá imponer previamente las restricciones a que se refiere el artículo anterior.

Ley Provincial 2.427 - Modificatoria del Código de Aguas.

Modifica ciertos Artículos del Código de Agua ligados a las tasas de cargo de los usuarios. Artículos ya mencionados en la estructura de costos del presente informe.

Ley Provincial 4.090 - Administración de Recursos Hídricos y Régimen de Servicios de Agua, Saneamiento y Energía

La ley N°4.090 es una ley complementaria al Código de Aguas, sancionada el 28/06/84, en la cual se disponen Artículos respecto a la administración del recurso y a los regímenes del mismo dentro de los distintos tipos de servicios. Algunos de los Artículos más destacables son:

Artículo 2º: **POTESTADES DEL ESTADO PROVINCIAL***: En materia de recursos hídricos, el Poder Ejecutivo –por sí o a través de los organismos que designe podrá: Reservar agua para cualquier finalidad de interés público o comunitario;*

a. *Reorganizar una zona, cuenca hidrográfica o valle para una mejor o más racional utilización de las aguas; Declarar zonas de protección en las cuales cualquier actividad que afecte a los recursos de agua podrá ser limitada, condicionada o prohibida;*
b. *Autorizar la desviación de aguas de una cuenca a otra que requiera ser desarrollada; Sustituir parcialmente una fuente de abastecimiento de agua de uno o más usuarios por otra de similar cantidad y calidad, para lograr un mejor y más racional aprovechamiento de los recursos;*
c. *Declarar la necesidad y utilidad pública, conservar, preservar e incrementar los recursos hídricos;*
d. *Regularizar el régimen de las aguas, obtener una racional, eficiente, económica y múltiple utilización de los recursos hídricos;*
e. *Dictar las medidas para el uso o aprovechamiento de las aguas residuales y fijar las condiciones que éstas deban cumplir para ser arrojadas en las redes colectoras, cuencas, cauces y demás depósitos y corrientes de agua, así como para infiltrarlas en los terrenos;*
f. *Promover, financiar y realizar las investigaciones, estudios y obras necesarias que tiendan al cumplimiento de las finalidades de la presente ley;*
g. *Propender al cumplimiento de las disposiciones del Código de Aguas, sus normas complementarias, modificatorias o que se dicten en sustitución, ordenando las medidas tendientes a su vigencia y control.*

Artículo 4º: **ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA, AUTORIDADES DE APLICACIÓN***: Todas las funciones administrativas y de administración de los recursos hídricos provinciales estarán a cargo de las Direcciones y organismos que determine el Poder Ejecutivo, de conformidad a las disposiciones de la presente ley y de los reglamentos que dicta en su consecuencia. Al reglamentar la presente ley, el Poder Ejecutivo dictará las normas que precisen:*

a. *Las autoridades de aplicación de las disposiciones del Código de Aguas, sus normas complementarias o modificatorias y las de la presente ley;*
b. *La organización y funcionamiento de las direcciones y organismos encargados de la prestación de los servicios de agua, saneamiento y energía, así como el régimen de las relaciones interorgánicas, interadministrativas y con los administrados.*

Artículo 5º*:* **OBJETIVOS DEL RÉGIMEN DE SERVICIOS***: El régimen de los servicios de agua potable y obras sanitarias tendrá por finalidad lograr que la población de la Provincia disponga de prestaciones eficientes y económicas que aseguren:*

a. *La provisión y uso racional de agua potable para el desarrollo de las actividades de las poblaciones en condiciones que preserven su salud;*
b. *La evacuación y tratamiento de aguas servidas a fin de elevar el nivel sanitario de las poblaciones.*

Artículo 6º*:* **DE LAS PRESTACIONES DE LOS SERVICIOS***. De conformidad a las disposiciones de la presente Ley, la prestación de los servicios de agua potable y obras sanitarias en toda la Provincia estará a cargo de la Administración o a través de la Dirección u organismo que designe el Poder Ejecutivo; quién reglamentará la prestación de los servicios y el régimen tarifario.*

Artículo 10º*:* **OBRAS NECESARIAS***. Las obras domiciliarias internas deberán ser instaladas y costeadas por los respectivos propietarios o poseedores, como así también las obras externas y trabajos conexos. Todas estas obras se realizarán con intervención y aprobación de la Administración, dentro del plazo y en las condiciones que establezca la reglamentación que al respecto se dictará.*

Artículo 11º: **DEBERES DE LOS PROPIETARIOS***. Los propietarios o poseedores de inmuebles, están obligados a mantener en buen estado las instalaciones existentes en la propiedad, y a permitir las actividades de control por parte del personal de la Administración. Desde la fecha en que se inicien las construcciones de las obras de servicio de agua, queda prohibida la perforación de pozos a cualquier profundidad. Sin permiso de la Administración y dentro del radio servido o a una distancia inferior a quinientos metros de cualquier fuente de provisión de agua, queda prohibida la perforación de pozos a cualquier profundidad.*

Artículo 12º: **DEL BUEN USO DE LOS SERVICIOS***. Tanto la previsión de agua a la población, como el desagüe de las aguas servidas, están previstas para el uso ordinario dentro de los inmuebles. No comprende tal carácter, el uso de agua para riego, instalaciones especiales o para el desagüe de establecimientos industriales, bajo apercibimiento de las sanciones previstas en esta Ley.*

Artículo 21º: **OBJETIVOS REGIMEN USO DEL AGUA POTABLE***. El régimen de administración de los recursos hídricos tendrá por objeto lograr la razonable regulación y el máximo aprovechamiento de las aguas, procurando:*

a. *Establecer, progresivamente, un sistema de defensas y encauzamiento de cursos de agua, que provea a la seguridad de los habitantes de localidades ribereñas y a la preservación de las tierras y demás recursos naturales;*
b. *Incrementar la superficie de las zonas regables en orden al cumplimiento de la función social de regadío que debe concretarse en el mejoramiento del nivel de vida de la población rural, la reactivación económica y la estabilidad del productor;*
c. *Procurar la obtención de energía hidráulica para contribuir a propender a la adecuada electrificación de la Provincia;*

Artículo 22º: **DE LA ADMINISTRACIÓN DE LAS AGUAS**. *De conformidad a las pertinentes disposiciones del Código de Aguas y de la presente Ley, la regulación, distribución, aprovechamiento, control y administración en general de los usos de agua en toda la Provincia estará a cargo de la Administración, a través de la Dirección u organismos que designe el Poder Ejecutivo; el que dictará las normas reglamentarias y el régimen tarifario.*

Artículo 24º: **CONTRIBUCIÓN POR MEJORAS**. *Los concesionarios, usuarios o particulares deberán reintegrar todas las inversiones en estudios, proyectos y obras que el Estado Provincial ejecute en su beneficio, siempre y cuando no revistan el carácter de fomento y así se declare expresamente por acto administrativo fundado en Ley.*

Artículo 27º: **OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS**. *Todo usuario está obligado a:*

a. *Emplear las aguas con eficiencia y economía en el lugar y con el objeto parael que le han sido otorgadas;*
b. *Utilizar las aguas sin perjuicio de su reutilización en otros usos;*
c. *Evitar que las aguas que deriven o reciban se derramen o salgan de las obras que las deben contener;*
d. *Dar cumplimiento a las prescripciones del Código de Aguas y de los reglamentos correspondientes.*

Artículo 28º: **CONDICIONES GENERALES DEL USO**. *Los usos de las aguas se condicionan a las disponibilidades del recurso y a las necesidades reales del objeto a que se destinen. Deberán ejercerse racionalmente y en función social. Toda concesión o permiso, sin perjuicio de las disposiciones del Código de Aguas, lleva como condición implícita:*

a. *Que se compruebe que no se causa contaminación o pérdida de recursos de agua;*
b. *Que las aguas sean apropiadas en cantidad, calidad y oportunidad para el uso al que se destinan;*
c. *Que no se alteren los usos y se dé cumplimiento a las disposiciones legales y reglamentarias;*
d. *Que se encuentren aprobadas las obras de captación, alumbramiento, producción o regeneración, conducción, utilización, desagüe y drenaje, medición y las demás que fueren necesarias;*
e. *Que los predios configuren una unidad económica agraria en los casos de irrigación;*
f. *Que el agua se use racionalmente y conforme a un ejercicio regular.*

Artículo 33º: **REQUISITOS PARA EL USO**. *Para ser considerados en cualquiera de las modalidades de distribución, los interesados deberán cumplir los siguientes requisitos: Estar inscripto en el Registro y Catastro de aguas en la forma que establece el Código de Aguas y de acuerdo a la Reglamentación;*

a. *Tener en perfectas condiciones la infraestructura de riego y desagüe o drenajes de sus predios; así como las obras de tratamiento para la purificación de los afluentes industriales, en su caso;*
b. *Estar al día en el pago de canon, contribuciones y otras obligaciones económicas para el Estado Provincial;*
c. *Dar cumplimiento a los deberes prescriptos por el Código de Aguas, la presente Ley y los reglamentos vigentes.*

Artículo 35º: **SUSPENSIÓN DEL SUMINISTRO**. *Podrá suspenderse el suministro de agua por el tiempo necesario para la ejecución de los programas destinados a la conservación, mejoramiento o construcción de obras ó instalaciones públicas. No habrá derecho a indemnización, pero se procurará ocasionar los menores perjuicios. Se impondrá la suspensión del suministro, tratándose de concesionarios o permisionarios de agua, hasta tanto se restituyan las cosas a su estado anterior, se ejecuten las obras o se pague lo adeudado, según corresponda.*

Artículo 41º: **OBJETIVOS REGIMEN SERVICIO ENERGÉTICO.** *El régimen de los servicios provinciales de energía tendrá por finalidad superar el déficit energético y procurar la progresiva y total electrificación de la Provincia para satisfacer las necesidades que exige el bienestar del pueblo y el desarrollo de las actividades económicas.*

Artículo 42º: **ACTIVIDADES COMPRENDIDAS**. *Quedan comprendidos en las disposiciones de la presente Ley y norma reglamentaria, los servicios de generación, transporte, transformación y/o distribución de energía que se preste en cualquier carácter, en territorio de la Provincia y no se encuentran sujetos a la jurisdicción Nacional.*

Artículo 44º: **DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS**. *De conformidad a las disposiciones de la presente Ley, la prestación de los servicios de energía en toda la Provincia estará a cargo de la Administración, a través de la Dirección u organismos que designe el Poder Ejecutivo; el que reglamentará la prestación de los servicios y el régimen tarifario.*

Artículo 54º: **POTESTAD DE POLICÍA**. *La Administración, a través de las Direcciones u organismos que establezca, ejercerá el control, la fiscalización y, en general, la potestad de policía sobre las instalaciones, trabajos y actividades de cualquier índole que se ejecuten dentro del territorio provincial en materia de obras y servicios referidos en esta ley. Asimismo, podrá adoptar las medidas necesarias o pertinentes en beneficio de la comunidad e impedir la realización de obras, trabajos, instalaciones o actividades conexas que sean ejecutadas en violación de lo dispuesto en la presente Ley y sus disposiciones complementarias o reglamentarias.*

Ley Provincial 4.396 - Modificatoria del Código de Aguas

Dicha ley, es la principal modificatoria al Código de Aguas, modificando una amplia variedad de Artículos dentro del mismo. Siendo la mayoría de estas menores y ya incluidas en los Artículos destacados anteriormente dentro del Código.

Ley Provincial N°4.530 - Modificatoria del Art. 37 de la Ley 4.090

La modificación del Artículo 37 de la ley N°4.090, declara lo siguiente:

*Artículo 37º: **INFRACCIONES Y SANCIONES**. Las contravenciones a las disposiciones del código de Aguas, de la presente Ley o de los reglamentos en vigencia, serán*

sancionadas – teniendo en cuenta la gravedad de la falta, las circunstancias del hecho y las condiciones del infractor -, con:

a. *Severo llamado de atención, efectuado en forma fehaciente;*
b. *Multa equivalente al valor de diez (10) a un mil (1000) salarios mínimos, vitales y móviles, cuyo monto será tomado al momento de aplicarse la Sanción;*
c. *Suspensión temporaria del suministro de agua, hasta tanto el infractor cumpla con los deberes a su cargo o con las órdenes que imparta la Autoridad de Aplicación (Art. 4º Ley Nº 4090) para el buen uso del agua o para evitar la contaminación; y*
d. *Suspensión definitiva del suministro de agua, cuando la falta de repuesta del infractor a los requerimientos de la Autoridad de Aplicación, signifique amenaza grave a la salud de la comunidad o produzca daños de magnitud a terceros interesados.*

Ley Provincial 5.063 - Ley General de Medio Ambiente

La Ley General de Medio Ambiente, hace referencia al agua en sus artículos:

Artículo 87°: *El Estado Provincial adoptará las medidas necesarias con el objeto de que todas las aguas superficiales y subterráneas de la Provincia se mantengan en un óptimo estado de preservación y que hagan posible el aprovechamiento racional del recurso por parte de la población y el normal desarrollo de la vida animal y vegetal propia del medio.*

Artículo 88°: *Para la prevención y control de la contaminación del agua corresponde al Poder Ejecutivo Provincial, a propuesta de la autoridad de aplicación y previo dictamen del Comité Interministerial y del Consejo Provincial del Medio Ambiente, lo siguiente:*

a. *Dictar, en armonía con las disposiciones nacionales en la materia, las normas técnicas ambientales y los criterios de calidad de las aguas, con el objeto de limitar y reducir la degradación y contaminación de las mismas;*
b. *Fijar los límites máximos razonables y permisibles de contaminación de los cuerpos hídricos, hasta lograr los niveles de calidad ambiental deseados. Tales límites máximos serán actualizados en forma periódica y progresiva de acuerdo con el avance científico tecnológico y en cumplimiento de los objetivos de esta Ley;*
c. *Fijar las normas técnicas para el vertimiento del agua residuales de origen doméstico, urbano, industrial o agropecuario a depósitos, cuerpos o corrientes de agua, así como para la infiltración en el terreno;*
d. *Establecer restricciones y prohibiciones respecto de determinadas actividades, con especificación del área afectada y del tiempo de duración, como así también las medidas de recuperación pertinentes;*
e. *Aprobar los métodos técnicos más adecuados para los sistemas de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución del agua para uso público y privado;*
f. *Regular la evacuación, tratamiento y descarga de aguas tratadas y no tratadas provenientes de actividades del agro, lixiviación de materiales residuales y no residuales y de descargas accidentales que pudieran contaminar las masas de agua;*
g. *Diseñar medidas tendientes a favorecer el uso racional del agua natural y tratada;*
h. *Realizar la clasificación de las aguas y fijar su destino y posibilidades de aprovechamiento;*
i. *Fijar los caudales mínimos ecológicos que deberán conservarse en cada curso de agua natural.*

Artículo 89°*: Corresponde a las autoridades competentes, según lo dispuesto en los Artículos 15° y 16° de la presente Ley, lo siguiente:*

a. *Ejercer el poder de policía relativo al cumplimiento de las normas técnicas de calidad vinculadas a la conservación de los recursos hídricos;*
b. *Aconsejar los métodos y técnicas alternativas apropiadas para impedir, evitar o reducir la contaminación de los cuerpos hídricos;*
c. *Ejercer todos los controles pertinentes a efectos de que se cumplan las disposiciones sobre volcamientos, descargas, recolección, abastecimientos, conducción y calidad de las aguas;*
d. *Controlar la calidad de las aguas mediante la realización de análisis periódicos de sus características físicas, químicas y biológicas, para que se mantengan aptas para los fines a los cuales está destinada, de acuerdo con su clasificación;*
e. *Someter a control las aguas que se conviertan en focos de contaminación;*
f. *Promover el tratamiento de aguas residuales y su posterior reuso, particularmente en actividades agrícolas e industriales;*
g. *Someter a control periódico a las industrias o actividades que, por su naturaleza, puedan contaminar las aguas. Los titulares de esos emprendimientos no podrán oponerse a tales controles y deberán suministrar los datos que se les requieran con tal finalidad; Organizar y poner en funcionamiento estaciones, laboratorios y redes de muestreo para determinar la calidad de las aguas y verificar su peligro actual o potencial;*
h. *Aplicar sanciones a los infractores de las normas de protección ambiental de las aguas.*

Artículo 90°*: Todo titular de una concesión de agua, cualquiera sea su naturaleza, estará siempre sometido a las normas de prevención de calidad de dicho recurso.*

Artículo 92°*: Las autoridades públicas que realicen tareas relacionadas con los recursos hídricos deberán informar a la autoridad de aplicación de cualquier infracción o irregularidad que tengan conocimiento en perjuicio de dicho recurso.*

Ley Provincial 5 .114 - Ley complementaria del Código de Aguas

Como dice el título, ley complementaria al Código de Aguas que aporta Artículos sobre las superficies de riego, siendo los más destacables:

Artículo 1°: *Todo titular de una concesión de uso de agua para riego, sea esta de carácter permanente o eventual, sin incrementar el caudal o la dotación de agua que tuviere concedida, podrá aumentar la superficie regable que fue tenida en consideración al tiempo de otorgarse la concesión, ya sea dentro de la misma finca o en otra u otras de su propiedad y que sean contiguas a la anterior, aun cuando ambas propiedades no se encuentren unificadas en un mismo catastro ante la Dirección General de Inmuebles.*

Artículo 4°: *Todo titular de una concesión de uso de agua para riego que incremente la superficie regada sin declararlo a la autoridad de aplicación, aun manteniendo el mismo caudal, será penado con una multa equivalente de cuatro a diez veces el valor del canon que debería abonar por el total de la superficie que efectivamente riega, la que se graduará según las circunstancias del caso.*

Ley Provincial 5890 - Estatización del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales

La Ley Provincial 5890 sancionada el 17 de diciembre de 2015, establece que el Poder Ejecutivo Provincial lleve a cabo la transformación de la Empresa Agua de los Andes S.A. en una empresa pública de propiedad del Estado.

Artículo 1º: *Dispónese la constitución de la sociedad "AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE JUJUY SOCIEDAD DEL ESTADO " (cfr. Ley Nº 5890) en la órbita del Ministerio de Infraestructura, Servicios Públicos, Tierra y Vivienda, bajo el régimen de la Ley Nº 20.705, la que tendrá a su cargo en la totalidad del territorio de la Provincia de Jujuy la prestación de los servicios de captación, potabilización, transporte, distribución y comercialización de agua potable y la colección, tratamiento, disposición y comercialización de desagües cloacales.*

3.3.3 Decretos

Decreto 1166/2016

El decreto 1166 fue promulgado en San Salvador de Jujuy el 2 de mayo de 2016 luego de la Ley 5890. Este decreto establece la creación de la empresa pública cuyo objetivo sea la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento en todo el ámbito del territorio provincial, se crea AGUA POTABLE JUJUY S. E. que se regirá dentro de la órbita del Ministerio de Infraestructura, servicios públicos, tierra y Vivienda regida bajo la ley 20.705.

Artículo 1°: *Creación de AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE JUJUY SOCIEDAD DEL ESTADO*

Artículo 2°: *Se aprueba el estatuto social ANEXO I ESTATUTO SOCIAL DE AGUA POTABLE S.E.*

ANEXO A: "ESTATUTO SOCIAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE JUJUY

SOCIEDAD DEL ESTADO"

Título I: DENOMINACIÓN, RÉGIMEN LEGAL, DOMICILIO Y DURACIÓN

Artículo 1º: La Sociedad se denominará "AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE JUJUY SOCIEDAD DEL ESTADO, podrá usar su nombre completo o "AGUA POTABLE DE JUJUY S.E."

Artículo 4º: La sociedad creada, podrá relacionarse con el Poder Ejecutivo Provincial a través del Ministerio de Infraestructura, Servicios Públicos, Tierra y Vivienda.

Título II: Del objeto social y capacidad jurídica

Artículo 5º: La sociedad tiene por objeto social la captación, potabilización, transporte, distribución y comercialización de agua potable; y la colección, tratamiento, disposición y comercialización de desagües cloacales en todo el Territorio de la Provincia de Jujuy, mediante financiación pública. Consecuentemente, la sociedad tendrá por objeto la operación, mantenimiento y administración de las instalaciones civiles, hidráulicas,

mecánicas , eléctricas y las obras que conforman el sistema de redes de agua potable y saneamiento de la provincia de Jujuy, y todos los acueductos construidos o a construirse que sean de propiedad del Estado Provincial, con el fin de poner a disposición de los prestadores y usuarios los servicios que por los mismos se prestan; para lo cual podrá (entre otras actividades):

a. Gestionar en forma integral el sistema de acueductos ya construidos o a construirse y que sean de propiedad del Estado Provincial.
b. Explotar, comercializar y promover el uso del agua transportada por el sistema de redes de agua potable, y todos los acueductos construidos o a construirse propiedad del Estado Provincial.
c. Operar, mantener, reponer, ampliar y/o modificar las obras existentes y a construirse con el fin de poner a disposición de los prestadores y usuarios los servicios que por los mismos se prestan y a los fines de la consecución de su objeto. Para la realización y/o cumplimiento del objeto social la sociedad tiene plena capacidad jurídica pudiendo efectuar toda clase de actos jurídicos en tanto se relacionen directa o indirectamente con la consecución de sus fines.

Título III: Del capital social y las acciones

Artículo 6°: El capital social corresponde en su totalidad al Estado Provincial de la Provincia de Jujuy.

Título IV: De las asambleas de accionistas

Artículo 9º: La Asamblea Ordinaria se celebrará con una frecuencia anual, como mínimo, y tendrá competencia para:

- *Designar y remover al presidente, Vicepresidente y demás integrantes del Directorio.*
- *Designar y remover a los integrantes de la Comisión Fiscalizadora.*
- *Considerar, aprobar o modificar los Balances, Inventarios, Memoria y Estado de Resultados que presente el Directorio, así como el Informe de la Comisión Fiscalizadora.*
- *Tratar y resolver cualquier otro asunto que le sea sometido a su consideración, dentro del ámbito de su competencia.*

Título V: De la dirección y administración

Artículo 11°: La Dirección y Administración de la Sociedad estará a cargo de un Directorio compuesto por TRES (3) Directores Titulares. La duración del mandato será por TRES (3) EJERCICIOS, pudiendo ser reelegidos indefinidamente. Los Directores serán elegidos y designados por el Poder Ejecutivo Provincial o por Asamblea ordinaria.

Título VI: De la Fiscalización

Artículo 20º: La fiscalización de la sociedad estará a cargo de un Síndico Titular y un Suplente, elegidos de la misma manera que el Directorio, ambos con mandato por Tres (3) ejercicios, pudiendo ser reelegibles Título VII: Balances y cuentas.

Artículo 21º: El ejercicio social cierra el 31 de diciembre de cada año. A esa fecha el Directorio confeccionará los Estados Contables de la Sociedad,

***Artículo 4°**: Facúltese al Señor Ministro de Infraestructura, Servicio Públicos, Tierra y Vivienda o al funcionario que se designe, a firmar las correspondientes escrituras públicas y a suscribir e integrar el capital social en nombre del ESTADO PROVINCIAL.*

***Artículo 10°**: Apruébese el Anexo B el Marco regulatorio para la prestación del servicio de agua potable y desagües cloacales.*

***Artículo 11°**: Dispóngase como autoridad de aplicación para el control y la fiscalización del cumplimiento del Marco Regulatorio y de las normas vigente en a la materia, al ente Regulador de Servicios Públicos Provincial y al Ministerio de Infraestructura Servicios Públicos, Tierra y Vivienda.*

***Artículo 13°**: El Poder Ejecutivo aprobara los planes de mejora y optimización prestados por la prestadora como sus modificaciones para el desarrollo de la atención del servicio.*

***Artículo 16°**: Apruébese el cuadro tarifario inicial, que servirá de base para la aplicación de las modificaciones tarifarias previstas en el Anexo IV Modificaciones tarifarias del Marco Regulatorio.*

***Artículo 20°**: Ordénese a AGUA POTABLE DE JUJUY S.E. la creación de un área para la Defensa del Usuario.*

Decreto N°5.980/06 - Evaluación de Impacto ambiental y Normas técnicas de Calidad Ambiental para la Protección de la Atmósfera, de las aguas y del Suelo

El mismo establece:

Artículo 2°: Entiéndese por Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento técnico-administrativo al que se refiere el Art. 41 de la Ley Nº 5063 General del Ambiente, procedimiento destinado a identificar, interpretar, prevenir, evitar o disminuir las consecuencias o efectos que tengan, sobre los elementos que integran el ambiente natural y humano, los proyectos de obras o actividades públicas o privadas.

Artículo 5°: Previamente a cualquier otro trámite, los responsables de los proyectos de obras o actividades, deberán presentar ante la autoridad de aplicación la "Solicitud de Factibilidad Ambiental". La Solicitud de Factibilidad Ambiental tiene carácter de declaración jurada y debe estar firmada por los responsables legales y técnico del proyecto.

Artículo 6°: Para evaluar los Estudios de Impacto Ambiental, la autoridad de aplicación y los otros organismos que eventualmente intervengan, deberán tener en cuenta los siguientes factores:

- *Las características de la obra o actividad.*
- *La localización del proyecto.*
- *Los insumos del proceso.*
- *La magnitud previsible del impacto sobre los recursos naturales (aire, agua, suelo, paisaje, flora y fauna, etc.).*
- *El riesgo de accidentes que pudiesen afectar o dañar al ambiente y la salud e integridad física o psíquica de la población.*

- *La calidad y cantidad de efluentes y residuos que se pudieran generar. La dimensión del establecimiento.*
- *El uso de los servicios públicos.*
- *El impacto sobre la salud de la población.*
- *El impacto sobre el patrimonio cultural (arqueológico, histórico, etnográfico) y paleontológico.*
- *El impacto sobre el medio socioeconómico*
- *Los principios de ordenamiento territorial contemplados en la Ley 5063 y su reglamentación*
- *La ocupación del suelo rural o urbano.*
- *Los estándares y valores fijados en los Anexos III, IV y V de este Decreto, para las emisiones de contaminantes de aire, agua y suelo.*

Dentro del mismo decreto, en sus anexos, se establecen los parámetros técnicos y los niveles guía de calidad de agua, aire y suelo.

3.3.4 Proyecto de Ley Nuevo Código de Aguas

Actualmente existe un **proyecto de ley** presentado por la Dirección Provincial de Recursos Hídricos. Esta ley es una modificación y complemento a la Ley N° 161 “Código de Aguas de la Provincia de Jujuy”. El mismo tiene el objetivo de aplicar la experiencia obtenida desde que nació el código de aguas de manera que se cubran todos aquellos defectos que se han podido apreciar en sus más de 70 años de aplicación.

En dicho proyecto de ley se modifican artículos con el fin de no dejar vacíos legales, desde redacción y ortografía hasta una modificación completa de los mismos, cambiando también un poco el orden en el que son presentados de manera que se mantenga una mayor coherencia según el tema que se este tratando.

A continuación se destacan ciertos artículos que han sido modificados notablemente a la vez de algunos nuevos que permiten profundizar más sobre algún área o temática en específico:

*Artículo 1º: **Competencia.** En el territorio de la provincia de Jujuy todo lo ateniente a la tutela, gobierno, poder de policía, captación, aducción, administración, distribución, conservación, defensa contra los efectos nocivos de las aguas públicas superficiales y subterráneas, sus fuentes, álveos, riberas, obras hidráulicas y las limitaciones al dominio en interés a su uso se regirán por este Código.*

Artículo 7º: Las atribuciones amplias de la Autoridad de Aplicación son las siguientes:

A. *planificar y organizar todo lo concerniente al aprovechamiento de las aguas, su uso, preservación y reserva.*
B. *Organizar y regular lo referente a la defensa del patrimonio hídrico de la provincia, estableciendo reservas para el abastecimiento de las poblaciones y los demás usos de interés general.*
C. *Reglamentar y tener intervención en todas las actividades y obras públicas o privadas relativas a la planificación, estudio, captación, conducción, uso, conservación y manejo del agua en cualquiera de sus estados y a la protección y control de sus efectos nocivos.*

D. *Inventariar y evaluar permanentemente el recurso hídrico en todo el territorio provincial.*
E. *Controlar y vigilar la regularidad del uso de las aguas en general y el régimen de permisos y concesiones. Disponer su extinción en los casos que así corresponda conforme a las previsiones del presente Código.*
F. *Adoptar cuantas medidas y acciones se prescriban en este Código como inherentes a la Autoridad de Aplicación.*
G. *Será el representante natural de la Provincia ante los Organismos Interprovinciales y nacionales en lo ateniente a los recursos hídricos.*
H. *Deberá disponer, y será el centro de información, de toda la legislación referida a los recursos hídricos y demás temas vinculados a este Código.*
I. *Iniciará los trámites legales de expropiación referidos en el artículo 5º.*
J. *Propiciará la formación y fortalecimiento constante de consorcios de usuarios como única figura de descentralización, se incluyen modelos intermedios como las asociaciones de canales y/o usuarios.*

*Artículo 8º**:** El Estado Provincial procurará el uso múltiple de las aguas coordinándolo y armonizándolo con el de los demás recursos naturales. A tal efecto inventará y evaluará los recursos hídricos, planificará y regulará su utilización en procura de su incrementación, conservación y máximo beneficio público, teniendo en cuenta la demanda actual, el impacto ambiental y su proyección futura, debido a que es un recurso natural limitado, dotado de valor económico y que deberá ser utilizado en forma racional e integral para lograr el desarrollo sustentable.*

Artículo 9º: En las zonas en que el agua sea necesaria como factor de desarrollo, la Autoridad de Aplicación, en coordinación con los demás organismos públicos, con la colaboración de los consorcios de usuarios, señalará las prioridades y las obras necesarias. Los proyectos de interés general de uso múltiple, técnica, económica y socialmente justificados tienen prioridad sobre los de uso singular o particular.

Artículo 10º: Nadie podrá utilizar el agua pública para usos especiales sin ser titular de un permiso o una concesión ni en mayor superficie de tierra, en mayor caudal y para otro destino que el determinado por aquellos.

Artículo 17º: El permiso de uso es un acto administrativo en virtud del cual, la Autoridad de Aplicación , otorga un derecho precario sujeto a revocación en cualquier tiempo y sin derecho a indemnización alguna , que se dará únicamente en circunstancias transitorias y hasta tanto el motivo causante de permiso desaparezca.-

El permiso no es cesible y será otorgado sin perjuicio de los concesionarios.

Artículo 20º: La concesión es el acto jurídico-administrativo o ley en cuya virtud puede adquirirse el derecho subjetivo al uso de las aguas públicas. El derecho-obligación que otorgan las concesiones a particulares es para "el uso productivo" del agua, en la proporción y bajo las condiciones establecidas en este Código y su reglamentación, y éstas serán otorgadas sin perjuicio de terceros.

*Artículo 21º**:** Todo uso especial del agua pública, salvo lo dispuesto por el Art. 17º deberá ser objeto de una concesión.*

Artículo 34º: Las concesiones del uso del agua pública pueden ser permanentes o eventuales.

Concesión permanente es el derecho que se puede ejercitar en cualquier época del año y los concesionarios tendrán derecho a recibir una dotación de agua, que fijara en cada caso la Autoridad de Aplicación en base al régimen hidrológico de la zona y a la naturaleza del destino dado al agua.

La concesión eventual es el derecho que puede ejercerse cuando por la abundancia de agua estén o queden cubiertas las concesiones permanentes. En este caso, los concesionarios recibirán una dotación de agua, pero únicamente cuando la fuente tenga caudal sobrante del destinado a las concesiones permanentes.

Artículo 59º: Uso agrícola – Requisitos. Las concesiones para uso agrícola tienen carácter real, se conceden sin límite de tiempo mientras se cumpla con lo requerido en este código y con la siguiente categorización, según la disponibilidad de caudales: Concesiones Permanentes de acuerdo con lo definido en el artículo 46, y Concesiones Eventuales de acuerdo con lo definido en el Artículo 47 de este Código.

Se otorgará concesión de uso de agua para irrigación, cuando se reúnan los siguientes requisitos:

- *Ser propietario del terreno a irrigar, ser adjudicatario de tierras fiscales, al Estado y a las personas físicas que demuestren por información sumaria judicial que por más de veinte años poseen en forma pública, pacífica e ininterrumpida inmuebles rurales.*
- *Que los predios tengan aptitud para ser cultivados mediante riego, y sean de dimensión igual o superior a la unidad mínima económica definida para la zona de que se trate.*
- *Que el curso de agua del que se solicita la concesión tenga caudal disponible y aptitud para ser concedida.*
- *Que los predios o terrenos a irrigar puedan desaguar convenientemente.*
- *Y todo otro requisito o documentación en base al procedimiento que exija la reglamentación, la que deberá tener en cuenta las distintas realidades y zonificación de la Provincia.*

Artículo 65º: El plazo de duración de las concesiones para irrigación será de sesenta años son renovables:

- *de pleno derecho, a su vencimiento, por un nuevo periodo, siempre que subsistan las condiciones iníciales que determinaron su otorgamiento.*
- *A solicitud del interesado, al vencimiento, de la renovación o renovaciones, siempre que persistan los fines de la derivación y no obsten razones superiores de interés público.*
- *En todo caso las renovaciones, sean de pleno derecho a solicitud de una parte interesada, autorizan a la Autoridad de Aplicación para exigir aquellas modificaciones que por las distintas condiciones de los lugares y del curso de agua se tornaren necesarias.*

Artículo 66º: Las concesiones de uso de agua para irrigación caducaran:

a. *a los tres años de la fecha en que se haya reconocido el aprovechamiento de ella y otorgado la concesión o desde la fecha de otorgamiento de la concesión, si no se hubiera usado el agua.*

b. *Después de ejercitado el derecho si en cualquier tiempo se suspendiera el riego durante dos años seguido en los terrenos empadronados:*
c. *Por falta de pago de dos años de canon o contribuciones, previa suspensión y emplazamiento por noventa días, bajo apercibimiento de caducidad.*

Artículo 108º: La Autoridad de Aplicación estará constituida por un Directorio integrado por un Director General y tres (3) vocales que serán los funcionarios técnicos , dos de los cuales serán nombrados por el Poder Ejecutivo Provincial, y ocuparán además las Gerencias de Obras de Protección y Planificación respectivamente, y el tercer vocal será propuesto, mediante una terna, por el sector productivo de Jujuy, siendo el Poder Ejecutivo el que lo seleccione , y ocupará la Gerencia de Irrigación del IPAJ. Durarán seis años en sus funciones y pueden ser reelegidos por un periodo igual.

No pueden ser removidos de sus empleos antes del plazo legal de sus funciones salvo en virtud de decreto del Poder Ejecutivo Provincial.

Artículo 109º: Son condiciones para ser nombrado miembro del Concejo o Director General:

a. *ser argentino y tener más de treinta años;*
b. *no hallarse en concurso civil o en estado de quiebra, ni tener embargados los bienes o inscriptos en el registro de inhibiciones;*
c. *no ser deudor moroso de las administraciones públicas, nacional, provincial o municipal y de instituciones de crédito;*
d. *no haber sido condenado por delito contra la propiedad;*
e. *poseer título profesional de ingeniero civil o ingeniero hidráulico;*
f. *el director general y los consejeros gozaran de los sueldos que les asigne la ley de presupuesto de la provincia, pero no podrá su remuneración ser disminuida de un año a otro.*

Artículo 123º: La Autoridad de Aplicación resolverá sin recurso alguno, si procede aconsejar la constitución del consorcio. En caso afirmativo la misma promoverá el decreto del Poder Ejecutivo que disponga la constitución del consorcio obligatorio. Cuando en el consorcio deba formar para la Provincia, como persona de derecho privado, el decreto será dictado en acuerdo de ministros.

Artículo 128º: La Asamblea está constituida por todos los miembros del consorcio. El directorio estará integrado por tres o más personas nombradas por la Asamblea.

El Presidente del Directorio, en su caso, el Director-Presidente será designado por la Autoridad de Aplicación, a propuesta de la Asamblea. Si la Autoridad de Aplicación desestimase la propuesta, decidirá el Poder Ejecutivo. En el caso de desestimación la Autoridad de Aplicación designara el Presidente del Directorio o el Director-Presidente con carácter provisorio, hasta tanto la Asamblea formule nueva proposición y esta sea aceptada.

Podrán formar parte, en su caso, del Directorio, representantes de la Provincia y de los municipios interesados, en número no mayor al de los representantes de los consorciados particulares.

El Presidente tiene doble voto en caso de empate.

De aquí en adelante no se producen modificaciones sustanciales al código sino un reordenamiento del mismo y ciertas modificaciones gramaticales.

Este proyecto de ley se encuentra actualmente en comisión con la intención de corregir algunos artículos de su primera versión, debido a que han transcurrido 14 años desde su redacción original y presentación en la legislatura.

3.4 Principios de Política Hídrica

La provincia de Jujuy se encuentra adherida a los Principios de Política Hídrica provenientes del “Acuerdo Federal del Agua”. Los mismos establecen una serie de principios rectores que proponen una base conceptual y explícita para la gestión eficiente y sostenible del agua en todo el país. En ese marco instituyeron el Consejo Hídrico Federal (Acta Acuerdo del 19 de diciembre de 2002), como instancia federal para el tratamiento de los aspectos de carácter global, estratégico, interjurisdiccional e internacional del agua. Constituido en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 27 de marzo de 2003 firmándose posteriormente el “Acuerdo Federal del Agua” el día 17 de septiembre de ese mismo año. (Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina, 2003).

Los Principios Rectores de Política Hídrica se derivan del conjunto de valores que orientan y regulan la conducta de nuestra sociedad. Un principio es una ley moral. El cumplimiento de una ley moral es un deber, concepto que es distinto del cumplimiento obligatorio que corresponde a las normas y regulaciones, que establecen prohibiciones o derechos inalienables. Los principios se diferencian de las leyes y reglamentaciones en que no son de cumplimiento obligatorio, sino que apelan a la conciencia de las personas y las ayudan a elegir las alternativas de acción que la experiencia ha demostrado que dan los mejores resultados.

Los principios con frecuencia entran en contradicción, pero la gestión hídrica ha desarrollado prácticas que facilitan su conciliación sobre la base de ayudar a las partes a ver cómo se ven afectados los distintos valores en cada situación particular y a construir nuevas alternativas superadoras de las contradicciones. La Política Hídrica de una jurisdicción plantea objetivos específicos derivados de los problemas que enfrenta la Gestión de Agua en su territorio

Los principios rectores son 50º Artículos estructurados en 9 capítulos: El Agua y Su Ciclo, El Agua y El Ambiente, El Agua y La Sociedad, El Agua y La Gestión, El Agua y Las Instituciones, El Agua y La Ley, El Agua y La Economía, La Gestión y Sus Herramientas, Agua y Género. En contenido alude a ideales de gestión como: la integralidad, la sostenibilidad, la equidad, la participación de usuarios, la transparencia, la prevención y gestión de riesgos, la educación y concientización, entre otros.

3.5 Aspectos Interjurisdiccionales

3.5.1 COREBE Y COBINABE

La COBINABE es la Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija. Fue creada en el año 1995, en virtud de la diversidad de recursos naturales y la potencialidad de casi 1.330.000 pobladores que conviven en la amplia zona por donde se abre paso el Río Bermejo. La competencia fundamental de la COBINABE es la coordinación y el desarrollo de proyectos y acciones de cooperación entre ambos países para alcanzar el desarrollo sostenible de la Cuenca.

La COREBE, o "Comisión Regional del Río Bermejo" es un organismo interjurisdiccional, creado en 1981 por Acuerdo Federal suscripto por el Gobierno Nacional y las Provincias de Jujuy, Chaco, Formosa, Salta, Santa Fe y Santiago del Estero con el objeto de adoptar las decisiones políticas y ejercer las acciones necesarias para el aprovechamiento integral, racional y múltiple de los recursos hídricos de la Cuenca del Río Bermejo.

La Cuenca del Río Bermejo se ubica en el extremo austral de Bolivia, en el Departamento de Tarija, y en el Norte de Argentina abarcando parte de las provincias de Chaco, Formosa, Jujuy y Salta. La Cuenca del Río Bermejo es un área importante de la macro-región de la Cuenca del Plata. Abarca una superficie de 123.162 km2 y su curso principal tiene una longitud de más de 1.300 km. Se divide en dos áreas bien diferenciadas, la Alta Cuenca, donde las condiciones climáticas determinan la existencia de nubi-selvas, valles húmedos y desiertos montanos y la Baja Cuenca, donde la topografía extremadamente plana y el gradiente de lluvias determinan la existencia de bosques secos en el Oeste y el predominio de humedales y bosques en galería en el Este. Esta gran diversidad de condiciones topográficas, climáticas y biogeográficas, hacen que la cuenca del río Bermejo presente una gran biodiversidad.

La COREBE desempeña funciones de coordinación y planeamiento y lleva adelante los estudios, proyectos y obras de infraestructura que resulten relevantes para el desarrollo socioeconómico de la región. También ejerce la función de secretaría de la Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija (COBINABE). Desde 1992, opera el Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Río Bermejo, que consiste en una actividad permanente de colecta de información hidrometeorológica de la región. Por otra parte, desde 1997, la COREBE desarrolla el Programa de Manejo Integrado de la Cuenca del Río Iruya, cuya tarea principal es estudiar el problema regional de la erosión del territorio y el transporte de sedimentos; dado que el aporte del río Iruya corresponde aproximadamente al 40 por ciento de los sólidos en suspensión volcados por el río Bermejo al Sistema Paraguay - Paraná.

3.5.2 Comité de Cuenca del Río Pilcomayo

La Cuenca del Río Pilcomayo está conformada por una extensa área compartida entre Argentina, Bolivia y Paraguay. Integrando la gran Cuenca del Plata el área abarca una superficie de 290.000 km2 aproximadamente, con una población estimada de 1.500.000

de habitantes. El río Pilcomayo es considerado uno de los ríos con mayor cantidad de transporte de sedimentos en el mundo con una tasa media anual de 125 millones de toneladas. La distribución espacial es Cuenca alta, media y baja de Noroeste a Sureste. Un 44% del área total de la Cuenca se encuentra en Paraguay, el 31% en Bolivia y el 25% en Argentina.

En ese contexto, los gobiernos de los tres países, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de sus habitantes y reducir los impactos negativos sobre el recurso hídrico y el ambiente en general, han consolidado su punto de vista de Cuenca Trinacional unificando criterios e impulsando objetivos comunes.

Los tres países firmaron una Declaración Presidencial (Declaración de Formosa) mediante la cual se instituyó la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo (febrero de 1995), con el fin de lograr una solución consensuada a los problemas de la cuenca promoviendo el desarrollo integrado.

El acuerdo Constitutivo de la Comisión Trinacional (CTN) para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo firmado por los cancilleres de Argentina, Bolivia y Paraguay, estableció una Comisión Trinacional integrada por dos delegados de cada país. El Primer Delegado es el representante de cada cancillería, con rango de embajador y el Segundo Delegado será preferentemente el director nacional de cada una de las comisiones nacionales del río Pilcomayo de los tres países que conforman el Consejo de Delegados, como órgano superior.

El esquema institucional está conformado por tres instancias:

1. El Consejo de Delegados, como instancia de definición política o Autoridad de Cuenca, conformado por dos delegados de cada país.
2. El Comité de Coordinación Trinacional como instancia de participación de la sociedad civil para la consulta y sugerencia de las futuras medidas, conformado por cinco representantes de cada uno de los países.
3. La Dirección Ejecutiva como instancia técnica de ejecución de la Comisión Trinacional, que tendrá como objetivo principal ejecutar las decisiones del Consejo de Delegados en sus Planificaciones de Actividades.

La organización de la Cuenca permite que las acciones de interés general sean realizadas sin reemplazar las acciones de los Organismos Nacionales pues el sistema participativo no implica pérdidas de soberanía.

Por otro lado, refiriéndose a la misma cuenca, dentro de la Argentina, las provincias de Jujuy, Salta y Formosa firmaron un acuerdo el 5 de septiembre de 2008 donde se crea el **Comité Interjurisdiccional Argentina de la Cuenca del río Pilcomayo**, integrado por los representantes de las autoridades hídricas de dichas provincias. El mismo representa una instancia de cooperación y colaboración entre las provincias integrantes de la cuenca y las autoridades nacionales involucradas en la materia, que tiene como objetivo acordar, avalar y desarrollar propuestas de acciones conjuntas o coordinadas

por las partes, dirigidas a lograr la gestión integrada y sustentable de la Cuenca del río Pilcomayo.

3.5.3 Río Zapaleri

La cuenca Trinacional del Río Zapaleri, ubicada en la zona noroeste de la provincia cerca del hito de las tres fronteras y próximo al cerro de igual nombre, ocupa en Jujuy una superficie de aproximadamente 2.400 km2. El Río Zapaleri, de aguas permanentes, nace en Bolivia recorriendo en ese país unos 30 km. Cruza la frontera con argentina aproximadamente a unos 7,5 km. Al Suroeste del Cerro Tinte. Su cauce rodea al Cerro Zapaleri, en el que se encuentra el punto tripartito entre Argentina, Chile y Bolivia. Atraviesa la frontera con Chile, después de recorrer unos 22 Km. en territorio argentino.

La República Argentina en el año 1999 inició un trabajo entre Cancillería Argentina, la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, y la Cancillería Chilena para regularizar la situación de aguas argentinas que escurrían naturalmente hacia Chile, eran 5 los conflictos identificados, 4 de ellos en la Patagonia argentina y el 5to en la Provincia de Jujuy, los cuatro primeros ya tienen acuerdos binacionales en donde Chile abona un canon a Argentina (provincias) por el uso de las aguas.

Los posibles usos dentro de la cuenca, del lado jujeño, deben ajustarse a todas las leyes ya mencionadas anteriormente, aplicando la jurisdicción correspondiente al aspecto específico a tratar. Se suma a lo anterior la **Ley Nacional 24.105** (1991) – "Tratado sobre Medio Ambiente entre las Repúblicas de Argentina y Chile" y el protocolo Especial Adicional sobre Recursos Hídricos Compartidos firmado entre ambos países el mismo año.

Los objetivos de la ley 24.105 son:
"Las Partes comprenderán acciones coordinadas o conjuntas en materia de protección, preservación, conservación y saneamiento del medio ambiente e impulsarán la utilización racional y equilibrada de los recursos naturales, teniendo en cuenta el vínculo existente entre medio ambiente y desarrollo.

Las Partes coinciden en que las políticas ambientales deben estar al servicio del hombre.

En el marco de esas políticas se prestarán particular atención a las poblaciones autóctonas.

Cada una de las Partes se compromete a no realizar acciones unilaterales que pudieren causar perjuicio al medio ambiente de la otra.

Las Partes acuerdan concertar sus posiciones en los procesos negociadores que se desarrollen en foros multilaterales sobre los temas objeto del presente Tratado.

Las Partes acuerdan constituir, en el ámbito de la Comisión Binacional Argentino-Chilena, una subcomisión de medio ambiente para promover, coordinar y efectuar el seguimiento de la ejecución del presente Tratado y de los protocolos específicos

adicionales." (Ley Nacional N°24.105 – "Tratado sobre Medio Ambiente entre las Republicas de Argentina y Chile" , 1991)

3.6 Actores principales involucrados en la gestión del recurso en la provincia

3.6.1 Autoridad del agua

Como se mencionó anteriormente en el marco legal, la provincia de Jujuy se rige por la ley N°161, más conocida como el "Código de Aguas". En el mismo se establece como *Autoridad de aplicación* a la **Dirección Provincial de Recursos Hídricos,** es decir, su deber es velar por el cumplimiento del código. Siendo el principal agente en este sentido.

La Dirección Provincial de Recursos Hídricos es un organismo provincial descentralizado, dependiente funcionalmente del Ministerio de Infraestructura. Su labor consiste en la gestión, regulación y administración de los recursos hídricos de la provincia. Se encarga de investigar, formular, desarrollar y aplicar políticas hídricas en aguas superficiales y subterráneas para riego, industrias y otros usos, conforme lo que establece el Código de Aguas (Ley N°161/50) trabajando en coordinación con otras instituciones gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado.

Dentro de la Dirección de Recursos Hídricos se propone una serie de objetivos específicos alrededor del objetivo general de *"Elaborar políticas de gestión hídricas con el propósito de promover el desarrollo económico y social de la Provincia de Jujuy."* (DPRH.)

1. Mejorar la eficiencia en el uso del agua mediante la implementación de tecnologías y prácticas sostenibles.
2. Garantizar el acceso equitativo al agua pública segura para todos los habitantes de la provincia, y para todos los usos previstos por la ley N°161/50.
3. Proteger y conservar los recursos hídricos naturales, incluyendo ríos, lagos y acuíferos.
4. Prevenir y responder eficazmente a emergencias y desastres hídricos, como inundaciones y sequías.
5. Mejorar e incrementar infraestructura hídrica en toda la provincia
6. Fomentar la participación y el diálogo con los consorcios de riego de toda la provincia, para hacer más eficiente la gestión del agua.
7. Reorganización, jerarquización y puesta en funcionamiento de los Consorcios y Juntas de Regantes.
8. Profesionalización y capacitación de los empleados (servidores públicos) de la DPRH para una mejor gestión y respuesta a la sociedad.
9. Protección del recurso superficial y subterráneo.
10. Mejorar y mantener actualizado el catastro.
11. Establecimiento y Medición de indicadores claves para mejorar la gestión.
12. Capacitación y concientización de los usuarios.

3.6.2 Sobre la calidad de las aguas

Respecto a la calidad de las aguas, corresponde a la **Secretaría de Calidad Ambiental** regularizar y controlar las actividades de los diferentes sectores de la provincia que hagan uso del agua. Esta fiscalización se implementa mediante la solicitud de factibilidad ambiental a las empresas, en la cual se solicita resultados adjuntos respecto al análisis de efluentes para verificar que se cumpla con los parámetros establecidos por la **Ley General de Medio Ambiente N°5.063** junto al decreto reglamentario **N°5.980/06**, cuyo título es **"Evaluación de Impacto ambiental y Normas técnicas de Calidad Ambiental para la Protección de la Atmósfera, de las agua y del Suelo"**.

3.6.3 Otros organismos provinciales

Aparecen otros actores con autoridad de aplicación que acompañan también a la DPRRHH dependiendo de la actividad en específico sobre la que esté relacionada el uso del agua, principalmente el **Ministerio de Producción** en todo aspecto relacionado a las actividades privadas y usos industriales, la **Dirección de Energía** en caso de tratarse de usos relacionados a la energía hídrica, entre otros.

3.6.4 Empresas de servicios

Empresa Jujeña de Energía S.A.

La Empresa Jujeña de Energía S. A. es la responsable de la distribución y comercialización de Energía Eléctrica en la Provincia de Jujuy que reconoce su origen en 1996 a raíz de la **Ley provincial N°4879**, que en su Artículo 2 declara:

1. *Créase la "Empresa Jujeña de Energía", (EJE S.A.), la que se constituirá bajo la forma de Sociedad Anónima regida por las disposiciones de las Leyes Nacionales N°19550 y 22903, sus modificatorias, complementarias y reglamentarias como las que en el futuro las sustituyan, a la que se le otorgará la concesión de la prestación de los servicios de Generación, Transporte y Distribución Concentrada referidos en el Artículo 1°. "EJE S.A." se constituirá con el aporte parcial del Patrimonio de la Dirección de Energía de Jujuy en la forma que se determina en esta Ley.*
2. *Créase la "Empresa Jujeña de Sistemas Energéticos Dispersos" (EJSED S.A.), la que se constituirá bajo la forma de Sociedad Anónima, regidas por las disposiciones de las Leyes Nacionales N°19550 y 22903, sus modificatorias, complementarias y reglamentarias como las que en el futuro las sustituyan, a la que se otorgará la concesión de la prestación de los servicios Eléctricos Dispersos referido en el Artículo 1°. La Empresa Jujeña de Sistemas Energéticos Dispersos (EJSED S.A.), se constituirá con el aporte parcial del patrimonio de la Dirección de Energía de Jujuy en la forma que se determina en esta Ley.*

Agua Potable y Saneamiento SE

Empresa estatal proveedora de servicios de agua potable y saneamiento en cada rincón del territorio jujeño.

La Sociedad tiene plena capacidad jurídica para adquirir derechos y contraer obligaciones, y podrá realizar en general todos los actos jurídicos y operaciones financieras, industriales o comerciales tendientes a la realización del objeto social. La sociedad podrá por sí, o por intermedio de terceros o asociada con terceros realizar aquellas actividades complementarias que resulten necesarias para el cumplimiento de sus fines y su objeto social, o bien que sean propias, conexas y/o complementarias a las mismas, tales como el estudio, proyecto, construcción, renovación, ampliación y explotación de las obras de provisión de agua y saneamiento urbano y fiscalización de los efluentes industriales así como la explotación, alumbramiento y utilización de las aguas subterráneas y superficiales.

3.6.5 Entes reguladores o de control

Superintendencia de Servicios Públicos (SUSEPU)

La “Susepu” tiene por principal función la regulación, control y fiscalización de los servicios públicos de generación eléctrica, transporte de energía eléctrica, distribución eléctrica concentrada y de sistemas eléctricos aislados, como así también el de captación, potabilización, transporte y distribución de agua potable y de colección, tratamiento y disposición de desagües cloacales, recursos hídricos y riego.

Superior Unidad Bromatológica de la Provincia de Jujuy (SUNIBROM)

La “Sunibrom”, creada el 4 de octubre de 1999 es la Autoridad Sanitaria Jurisdiccional de la Provincia de Jujuy encargada de aplicar y hace cumplir el Código Alimentario Argentino (CAA) y la Ley 18.284 a nivel provincial, en todo lo relacionado con alimentos. Su función es la de Fiscalizar, Coordinar y Controlar que los Productos empleados para comercializar en la misma, cumplen con el Código Alimentario Argentino.

1. Fiscalizar y verificar las condiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial de los productos alimenticios y envases, elaborados y envasados en la provincia, como así también los envases y materiales en contactos con alimentos. Otorga el Registro Nacional de Establecimiento (RNE) y Registro Nacional de Producto Alimenticio (RNPA), que posibilita el Transito Federal y la comercialización tanto en el territorio provincial como nacional.

2. Investiga casos de brotes y/o incidentes alimentarios que puedan afectar la salud de la población y fiscaliza la aplicación de las normativas que establece el Código Alimentario Argentino para garantizar la inocuidad de los alimentos.

3. Colaborar en la protección de la Salud Pública, articulando con los municipios la Vigilancia Alimentaria, no solo en los comercios expendedores de alimentos sino también en casos de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAs).

4. Otorgar el Carnet de Manipulador nacional, delegando a las Bromatologías municipales su gestión (previo convenio)

3.6.6 Consorcios de usuarios

El Código de Aguas, en su “Título III De los consorcios de usuarios”, establece:

“*Los consorcios son personas de derecho público, que tienen por finalidad asegurar la más racional y provechosa utilización del agua pública y el mejor ejercicio de los usos previstos en el art.5º mediante el mantenimiento y limpieza de los acueductos, la construcción de obras, la distribución del agua y la intervención como amigable componedor o árbitro en los conflictos entre regantes por aplicación de las normas de este Código.”.*

Entre otros aspectos, el código de Aguas establece que los consorcios pueden ser promovidos por particulares o darse lugar por oficio, siendo su constitución siempre por decreto, asignados desde su origen finalidad y límites en sus funciones.

Los órganos del consorcio son: la asamblea y el directorio. La Asamblea está constituida por todos los miembros del consorcio. El Directorio estará integrado por tres o más personas nombradas por la Asamblea. Mientras que el Presidente del Directorio será designado por la Autoridad de Aplicación, a propuesta de la Asamblea.

4 Costos, tarifa y canon

Este Capítulo presenta la estructura de tarifas y costos que manejan los principales actores involucrados en la provisión y distribución de agua, que son: la empresa prestadora del servicio de provisión de agua potable y desagües cloacales y la Dirección Provincial de Recursos Hídricos.

4.1 Agua y saneamiento

4.1.1 Marco normativo

El régimen de tarifario de la empresa prestadora del servicio de Agua Potable de Jujuy S.E. se rige a través de la Ley Nº4.090 Administración de Recurso Hídricos y Régimen de Servicios de Agua saneamiento y energía, en sus artículos 7º y 14º, y el Decreto Provincial N° 1166/2016 ANEXO B, CAPITULO VI, en el cual se establece las regulaciones correspondientes a las tarifas y determinación de costos.

4.1.2 Estructura tarifaria

La empresa dispone de dos regímenes tarifarios. Uno corresponde al de los servicios concentrados y el otro al de servicios dispersos.

El régimen tarifario establecido obligatorio para los servicios concentrados es el de consumo medido. Queda bajo responsabilidad de los usuarios la instalación del medidor de caudal.

Hasta tanto se implemente en forma efectiva la totalidad del sistema medido, la facturación de los servicios sin medidor se realiza aplicando el sistema de rentas.

La fórmula tarifaria incluye cargos fijos y cargos variables por volumen consumido de agua potable y descarga de efluentes cloacales.

Existen mecanismos de modificación, revisión y actualizaciones periódicas y extraordinarias. Su aprobación y revisión queda bajo la responsabilidad de SUSEPU.

En cuanto al régimen tarifario en servicios dispersos, la normativa establece que este servicio público podrá ser cubierto total o parcialmente por el Estado Provincial, pudiendo ser afrontado en parte por el destinatario. Se realiza un régimen tarifario especial por localidad rural dispersa, mediante sistema de rentas por falta de medidor distinguiendo entre uso doméstico y no doméstico.

4.1.3 Cuadro tarifario vigente

Conforme a la Resolución Nº 193-SUSEPU/2024 aprobada el 28 de mayo de 2024, el cuadro tarifario vigente desde junio de 2024 es el siguiente:

1- TASA POR SERVICIOS - SISTEMA MEDIDO
A) Categoría Uso Familiar:
1) Cargo Fijo
Cargo Fijo Familiar (CF fliar) = 1862,75 $/mes.

CF fliar =	$ 1862,75								
Diámetro en mm	Coef. De Bloque	Coef. De Servicio	13	19	25	32	40	50	60
Coef. Disponibilidad			1	1,462	1,923	2,462	3,077	3,846	4,615
Unidad			$/mes	$/mes	$/mes	$/mes	$/mes	$/mes	$/mes
Agua hasta 12 m3/mes	1	1	1862,76	2723,36	3582,09	4586,12	5731,72	7164,18	8596,65
Agua más de 12 m3/mes	1,25	1	2328,45	3404,20	4477,61	5732,65	7164,65	8955,23	10745,81
Agua y Cloaca hasta 12 m3/mes	1	1,75	3259,83	4765,88	6268,66	8025,71	10030,51	12537,32	15044,13
Agua y Cloaca más de 12 m3/mes	1,25	1,75	4074,79	5957,35	7835,82	10032,14	12538,13	15671,65	18805,16
Cloaca hasta 12 m3/mes	1	0,75	1397,07	2042,52	2686,57	3439,59	4298,79	5373,14	6447,48
Cloaca más de 12 m3/mes	1,25	0,75	1746,34	2553,15	3358,21	4299,49	5373,49	6716,42	8059,36

2) Cargo Variable
"p" (Uso Familiar) precio unitario del agua = 93,69
$/m3

p ($/m3) =	96,69								
Consumo (m3/mes)	Coef. De Servicio	Hasta 12	Hasta 20	Hasta 30	Hasta 45	Hasta 60	Hasta 90	Hasta 150	más de 150
Coef. De Bloque		1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,5	3,5	5,0
Unidad		$/m3	$/m3	$/m3	$/m3	$/m3	$/m3	$/m3	$/m3
Agua	1	93,69	112,42	131,16	159,27	187,37	234,22	327,90	468,44
Agua y Cloaca	1,75	163,95	196,74	229,53	278,72	327,90	409,88	573,83	819,76
Cloaca	0,75	70,27	84,32	98,37	119,45	140,53	175,66	245,93	351,33

B) Categoría Uso No Familiar: Corresponde al uso de Servicios Especiales, Comercial, Industrial, Riego, Construcción,
Grifos Comunitarios y a Edificios Públicos que corresponden al estado Nacional, Provincial y Municipal
1) Cargo Fijo
Cargo Fijo No Familiar (CF no fliar agua) = 5824,83$/mes

CF No Fliar =	$ 5824,83									
Diámetro en mm	Coef.de Servicio	13	19	25	32	40	50	60	75	100
Coef. Disponib.		1,0	1,462	1,923	2,462	3,077	3,846	4,615	5,769	7,692
Unidad		$/mes	$/mes	$/mes	$/mes	$/mes	$/mes	$/mes	$/mes	$/mes
Agua	1	5824,83	8515,90	11201,15	14340,73	17923,00	22402,30	26881,59	33603,44	44804,59
Agua y Cloaca	1,75	10193,45	14902,83	19602,01	25096,28	31365,25	39204,02	47042,78	58806,03	78408,04
Cloaca	0,75	4368,62	6386,93	8400,86	10755,55	13442,25	16801,72	20161,19	25202,58	33603,44

2) Cargo Variable
"p" (Uso No Familiar)
precio unitario del agua en el primer bloque de consumo = 93,69
$/m3

"p" ($/m3)	93,69									
Coef.de Uso	Coef. de Servicio	Bloque de Consumo (m3/mes)	Coef. de Bloque	Edificios Públicos	Entidades sin Fines de Lucro	Comercial	Indust	Agua p/Riego	Agua p/ Constr	Grifo común
				1,00	1,00	2,00	2,50	3,00	3,00	1,00
Unidad				$/m3	$/m3	$/m3	$/m3	$/m3	$/m3	$/m3
Agua	1	Hasta 30	1,00	93,69	93,69	187,37	234,22	281,06	281,06	93,69
	1	Hasta 90	1,32	123,67	123,67	247,33	309,17	371,00	371,00	123,67
	1	> 90	1,80	168,64	168,64	337,27	421,59	505,91	505,91	168,64
Agua y Cloaca	1,75	Hasta 30	1,00	163,95	163,95	327,90	409,88	491,86	491,86	163,95
	1,75	Hasta 90	1,32	216,42	216,42	432,83	541,04	649,25	649,25	216,42
	1,75	> 90	1,80	295,11	295,11	590,23	737,79	885,34	885,34	295,11
Cloaca	0,75	Hasta 30	1,00	70,27	70,27	140,53	175,66	210,80	210,80	70,27
	0,75	Hasta 90	1,32	92,75	92,75	185,50	231,88	278,25	278,25	92,75
	0,75	> 90	1,80	126,48	126,48	252,95	316,19	379,43	379,43	126,48

C) Inmuebles No Edificados No Conectados: Comprende a terrenos baldíos.
1) Cargo Fijo: El Cargo Fijo (Cfijo Fliar) será mensual, cuyo valor para el Cuadro Tarifario Inicial será de 5824,83 $/mes
2) Tasa Básica Mensual Zonificada: Se establece una Tasa Básica Mensual Zonificada (TBMZ) tanto para agua como para agua más cloaca.

Cfijo No Fliar ($/mes)	$ 5824,83		Coeficiente de Servicio	1,75	
Rango TBMZ (Agua)	RANGO tbmz (Agua y Cloaca)	Coeficiente de Bloque	Agua	Agua y Cloaca	Cloaca
			1	2	(2-1)
			($/mes)	($/mes)	($/mes)
de 0,00 a 1,95	de 0,00 a 2,93	0,40	2329,93	4077,38	1747,45
de 1,96 a 3,90	de 2,94 a 5,85	0,50	2912,42	5096,73	2184,31
de 3,91 a 5,85	de 5,86 a 8,78	0,60	3494,90	6116,07	2621,17
de 5,86 a 7,81	de 8,79 a 11,72	0,80	4659,86	8154,76	3494,90
de 7,82 a 11,71	de 11,73 a 17,57	1,00	5824,83	10193,45	4368,62
de 11,72 a 15,61	de 17,58 a 23,42	1,20	6989,80	12232,14	5242,35
de 15.62 a 19,51	de 23,43 a 29,27	1,50	8737,25	15290,18	6552,93
de 19,52 a 23,41	de 29,28 a 35,12	2,00	11649,66	20386,91	8737,25
de 23,42 a 31,21	de 35,13 a 46,82	2,50	14562,08	25483,63	10921,56
> 31,21	> 46,82	4,50	26211,74	45870,54	19658,80

D) Tarifa Social:
Cargo Total Agua = 1643,71 $/mes para consumos < =12 m3
Cargo Total Agua y Cloaca = 2877,73 $/mes para consumos < =12 m3

4.1.4 Distribución de gastos

Ante la consulta sobre la distribución de los gastos de la empresa, el área contable de APJSE proveyó la Tabla 4.1.

Rubros	Participación % del Cuadro de Gastos EC
Honorarios y Retribuc.por Servicios.	9%
Sueldos y Cargas Sociales	50%
Fletes y Acarreos	1%
Depreciac.- Bs.Uso-Inmuebles y Obras	19%
Combustibles y Lubricantes	2%
Energía Eléctrica	8%
Teléfono y Gas	1%
Impuestos, Tasas y Derechos	1%
Mantenimiento de Edificios	1%
Materiales Vs.p/Rep.Redes y M.Prima	2%
Gastos Embotelladora	1%
Servicio de Vigilancia	1%
Impuesto a los Debitos y Creditos Banc.	2%
Total	100%

Tabla 4.1: Cuadro de gastos de APJSE. Fuente: Agua Potable de Jujuy SE.

4.2 Sistema provincial

La Dirección Provincial de Recursos Hídricos (DPRH), perteneciente al Ministerio de Infraestructura, Servicios Públicos, Tierra y Vivienda es un organismo descentralizado y autárquico, es decir, es una entidad que tiene autonomía administrativa y patrimonio propio.

Dicho esto, la fuente de ingresos de la DPRH se divide en:

- **Rentas Generales**: se trata de la asignación de créditos presupuestarios asignados por el Estado Provincial y representó, en el año 2024, **el 60%** de la fuente total de ingresos, sin considerar los recursos destinados al pago de haberes al personal.
- **Recursos Propios**: son los ingresos provenientes de la recaudación de **Cánones por Riego y Explotación de Áridos** en la provincia de Jujuy. Durante el año 2024, esta fuente de ingresos representó el 40% de la fuente total de ingresos de la repartición.

En este sentido, la recaudación por **Canon de Riego reflejó un 89%** de los Recursos Propios, mientras tanto, la recaudación por Explotación de Áridos fue de un 11%. Algo importante a destacar es que, del Canon de Riego, un 30% se destina al Ministerios de Desarrollo Económico y Producción según lo establece el Decreto Provincial N° 8864/2019.

Los valores de pago de dichos cánones quedan establecidos en las normativas que se mencionaran a continuación.

4.2.1 Marco normativo

Un resumen del marco normativo que define la estructura de costos de la DPRH al 2024 es:

- Código Fiscal de la Provincia de Jujuy:
  - Título Sexto: Derecho de Uso de agua de Dominio Público;
  - Título Noveno: Derecho de Explotación de Áridos.
- Ley Impositiva de la Provincia de Jujuy
  - Año 2024 Ley 6372
  - Año 2025 Ley 6442
- Código de Agua
- Resolución N°35/2024 – DPRH (Canon por derecho al uso del agua)
- Resolución N°36/2024 – DPRH (Canon por explotación de áridos)

Los Artículos 270 y 271 de la **Ley N°2427 – Modificación Del Código de Aguas: "***Por el uso y/o consumo del agua pública, todo concesionario y/o usuario pagará la o las tasas que fijará la ley impositiva, en concepto de canon o por los servicios que presta la Administración del agua"* y establece las siguientes tasas:

- *Por cada hectárea y por año, de acuerdo a la concesión y/o uso de agua para riego.*
- *Por cada litro por segundo cuando se trate de concesiones de agua para bebida.*

- *Por cada caballo de fuerza y de conformidad al título de concesión de los casos de agua para uso energético.*
- *Por cada metro cúbico de agua para uso industrial.*

4.2.2 Valores de canon vigentes

Los valores del canon del uso del agua quedan establecidos en la **Resolución N°35-DPRH/2024,** la cual establece el siguiente cuadro:

DIRECCION PROVINCIAL DE RECURSOS HIDRICOS GRANDES CONTRIBUYENTES			
	UNIDA DE MEDIDA	VALOR VIGENTE AÑO 2024	VALOR MENSUAL (12 cuotas)
Riego Permanente	Has	$ 7,606.25	$ 633.85
Riego Eventual	Has	$ 5,328.22	$ 444.02
Bebida	Ltrs/Seg.	$ 200.80	$ 16.73
Industrial	Mm3/año	$ 1,675.67	$ 139.64
Energia	HP	$ 586.85	$ 48.90

DIRECCION PROVINCIAL DE RECURSOS HIDRICOS PEQUEÑOS CONTRIBUYENTES			
	UNIDA DE MEDIDA	VALOR VIGENTE AÑO 2024	VALOR MENSUAL (12 cuotas)
Riego Permanente	Has	$ 2,525.09	$ 210.42
Riego Eventual	Has	$ 1,768.25	$ 147.35
Bebida	Ltrs/Seg.	$ 169.86	$ 14.15
Industrial	Mm3/año	$ 872.56	$ 72.71
Energia	HP	$ 471.07	$ 39.26

DIRECCION PROVINCIAL DE RECURSOS HIDRICOS EL CARMEN ESPECIAL REGULADO			
	UNIDA DE MEDIDA	VALOR VIGENTE AÑO 2024	VALOR MENSUAL (12 cuotas)
Riego Permanente	Has	$ 9,583.13	$ 798.59
Bebida	Ltrs/Seg.	$ 4,115.87	$ 342.99
Industrial	Mm3/año	$ 4,193.00	$ 349.42
Energia	HP	$ 4,115.87	$ 342.99

Figura 4.1: Canon vigente para Uso del Agua. Fuente: Resolución N°35-DPRH/2024

Se aclara que la diferenciación entre Grandes y Pequeños contribuyentes se fija en el valor de 100Has. En consecuencia, si se van a implantar o se va a utilizar el agua equivalente a regar 100Has corresponde asignar la categoría de "Grandes Contribuyentes". Mientras que todo aquel usuario que utilice agua proveniente del **Sistema Regulado de Diques** entra en la categoría "El Carmen especial regulado".

En particular, para el uso y consumo de aguas con motivo de explotaciones mineras o petroleras, se fija el valor del canon de uso de agua con destino minero conforme lo dispone el Decreto 1842/96 y **Resolución Nº37-DPRH/2024**: con un valor de **26,70 $/m**3. A su vez, define un incremento del mismo según el nivel de disponibilidad hídrica como dicta el cuadro siguiente:

AGUA SUPERFICIAL DISPONIBILIDAD HIDRICA	FORMULA	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
1	VF = C.A. x 5%	$ 26,70 x 5%	$ 28.04
2	VF = C.A. x 10%	$ 26,70 x 10%	$ 29.37
3	VF = C.A. x 15%	$ 26,70 x 15%	$ 30.71

Figura 4.2: Actualización valor de canon según disponibilidad hídrica. Fuente: Resolución Nº37-DPRH/2024).

La liquidación del pago de canon se realiza sobre la base de una declaración jurada mensual por parte de los concesionarios y permisionarios de agua con destino minero que deben presentar ante la Dirección Provincial de Recursos Hídricos una "Declaración Jurada Mensual", en la que se refleje el consumo total del período a abonar, dentro de los diez primeros días de cada mes y su cancelación dentro de los días 20 de cada mes siguiente.

Por otro lado, la ley N° 4681 de Explotación de Áridos establece que la DPRH tiene poder de Policía para la extracción y elaboración de áridos. El valor del canon por cada metro declarado o explotado se fija para el año 2023 en la **Resolución Nº36-DPRH/2024**. La resolución también indica el valor por derecho de uso de cauce para zaranda y acopio; para instalación de plantas clasificadoras.

Categoria		Precio Inscripcion
"A" - Explotadores Industriales		$ 142.000,00
"B" - Transportistas	"B1" Menos de m3	$ 37.300,00
	"B2" Entre 3m3 y 6m3	$ 50.600,00
	"B3" Mayor a 6m3	$ 101.000,00
"C" - Explotadores Manuales		$ 21.350,00
"D" - Extractores Manuales		$ 81.250,00

Tabla 4.2: Precio inscripción para explotación de áridos según categoría. Fuente: Resolución Nº36-DPRH/2024.

Tipo de Aridos	Caracteristicas	$/m3
Ripio Comun	Material inerte con tamaño comprendido entre 1" ½ (3,81 cm) y de la abertura de la malla tamiz Nº 200 (incluye arena gruesa, fina y grava)	$ 150,00
Piedra Bola	Tamaño promedio superior a 1" ½ (3,81 cm)	$ 150,00
Material Fino de descarte	Tamaño inferior a la malla del Tamiz Nº 200b	$ 150,00
Material aluvional de descarte	-	$ 150,00

Tabla 4.3: Canon para extracción de áridos. Fuente: Resolución Nº36-DPRH/2024.

El canon se cancela periódicamente con rendición de Guía de Áridos o por factura semestral, y debe abonarse en la Dirección Provincial de Recursos Hídricos, según lo dispuesto en la Ley Nº 4681. Para el caso de facturación, el primer semestre del año calendario comprende del 01 de enero al 30 de junio y el segundo del 01 de Julio al 31 de diciembre. Las fechas de cancelación del canon de los semestres son: 28 de Julio para el primer semestre y el 31 de enero del año siguiente para el segundo semestre.
En el artículo N°11 se establecen también los montos de las multas a pagar en caso que se realice alguna de las siguientes infracciones:

- Por extraer áridos sin encontrarse inscripto **$ 168.750,00**
- Por extraer áridos sin solicitar Sector o Cantera **$ 126.150,00**
- Por transportar áridos sin encontrarse inscripto **$ 100.000,00**
- Por extraer áridos en zonas prohibidas o no autorizadas **$ 168.750,00**
- Por desvío de cauce sin autorización **$ 168.750,00**
- Por abandono de material o descarte en cauce **$ 252.300,00**
- Por extracción fuera de sector o cantera concesionada **$ 168.750,00**
- Incorrecta disposición de descarte en las márgenes **$ 168.750,00**
- Por ejecutar o abandonar excavación en forma de hoyada **$ 252.300,00**
- Por descarga, abandono o incorrecta disposición de escombros O basura en cauce o márgenes, y/o sin autorización de la DPRH **$ 252.300,00**
- En caso de reiteración de infracciones y de conformidad a la cantidad de veces en que se incurra en tal circunstancia, se multiplicará el valor de la infracción

En resumen, los ingresos de recursos propios se distribuyen, de manera aproximada, como muestra la siguiente tabla:

Ingresos Anuales	Porcentaje
Riego	55%
Aridos	11%
Gen. Electrica	20%
Industrial	1%
Minera	13%

Tabla 4.4 Distribución ingresos anuales DPRH – Recursos Propios. Fuente: DPRH

4.2.3 Costos de operación

Respecto a los costos de operación de la repartición, la principal erogación dentro de los **Recurso Propios** es el pago tributario al Ministerio de producción, el cual representa un 30% de lo recaudado según lo establece el Decreto Provincial N°8864/2019.

En términos de volumen de dinero, el mayor gasto se da en los sueldos del personal, el cual se realiza con los **Recursos Generales,** es decir, con el presupuesto que llega desde el Tesoro de la Provincia. Siendo 197 el total de contratados por la repartición, de los cuales 3 son directores.

Los recursos generales también se destinan a trabajos públicos, si bien también suelen utilizarse recursos propios para los mismos cuando es necesario, pero en términos de proporción total estos representan un 10% del presupuesto. Los trabajos públicos representan a todos aquellos trabajos/obras realizadas con motivo de prevención y/o soluciones a un estado de emergencia, como así también aquellos de utilidad pública respecto al uso del agua como ser:

- Encauces
- Desmalezamientos
- Defensas
- Diques y Canales
- Obras varias

Un ejemplo de cómo se reparte el recurso de Rentas Generales puede apreciarse en la siguiente tabla que pretende mostrar un estimado del presupuesto para el 2025, la misma puede ser comparada con la **ejecución presupuestaria de Rentas Generales del 2024** que fue de **aproximadamente $12.000.000.000,00**

Categoria	Porcentaje respecto al total
Personal	**27%**
Bonificacion Art. 9 -Conv, Luz y Fuerza	1%
Servicios Publicos	0%
Obras Varias	**25%**
Prevencion de Emergencia Quebrada de Humahuaca	2%
Adq. Conserv. y Mant. Equipos y Maquinas	3%
Estudios y Proyectos	7%
Limpieza y Desmalezamiento en Cuencas Hidricas	1%
Mantenim. Diques y Canales y Ob. Complementarias	4%
OBRAS DE ENCAUCE EN DIST.ZONAS DE LA PROV. C/RENTAS GENERALES	4%
CONSTRUC. DE DEFENSAS EN DIST. ZONAS DE LA PROV. C/RENTAS GENERALES	5%
Obras de Riego	4%
Defensas Vivas	0%
Const.Edificio Oficina Central Recursos Hidricos (nueva)	**18%**

Tabla 4.5: Presupuesto aproximado para 2025 – Rentas Generales DPRH. Fuente: DPRH

El resto del presupuesto correspondiente a Recursos Propios se dedica a:

- Bienes de consumo
- Bienes capitales, como ser los 7 vehículos pesados, 22 maquinarias pesadas y 22 camionetas que posee la repartición.
- Combustible, este ítem aplica al anterior y representa un gran porcentaje dentro de lo que es Recursos Propios.
- Viáticos
- Repuestos
- Contratos personalizados

Considerando que la ejecución presupuestaria de **Recursos Propios** del año 2024 fue de alrededor de **$1.300.000.000,00**, en la siguiente tabla podemos ver como se distribuye el presupuesto de dicha categoría:

Categoria	Ejecutado respecto al total
Bienes de Consumo - Con Recursos Propios	6%
Servicios no Personales - Con Recursos Propios	**16%**
Derecho Uso de Agua de Dominio Publico - 30 %	**17%**
Bienes de Capital - Con Recursos Propios	1%
Adq. Conserv. y Mant. de Vehiculos Equipos y Maquinarias	**10%**
Viáticos y Movilidad	5%
Mantenimiento y Reparación Electromec.en Diques y Canales	1%
Equipamiento y Seguridad Industrial	3%
Obras Varias a Determinar	1%
Combustibles y Lubricantes	**39%**
Otros	2%

Tabla 4.6: Presupuesto ejecutado en 2024 – Recursos Propios DPRH (Fuente: DPRH)

En relación con el mantenimiento y obras de mejoras en los sistemas de captación y distribución de agua, cabe destacar que el código de aguas establece la siguiente distribución:

- *Las obras de comparto, destinadas a fiscalizar la buena distribución del agua se construirán por la Autoridad de Aplicación, por los consorcios o por los usuarios según el interés que revistan y que especificará el reglamento dando las bases, planos tipos, formas de reintegración de su valor y penalidades referentes a estas obras.*
- *En la construcción de acueductos de interés general, todos los dueños de las propiedades beneficiadas soportarán el costo de las obras, proporcionalmente a la magnitud y carácter de las concesiones.*
- *La conservación, limpieza y reparación de acueductos corresponderá a los concesionarios interesados en los mismos.*
- *En caso de que existan concesionarios con derecho permanente y eventual, estos últimos contribuirán con la cuarta parte del costo total que contribuyen los primeros.*

A continuación, una tabla resumen de la repartición de costos del agua según sus fines con la aclaración previa de que en la **totalidad** de los casos dichos costos son o deberían ser absorbidos por la **DPRH**, ya sea con recursos propios o recursos generales:

Fines Públicos		
Bebida	Agua Potable de Jujuy SE	En caso de tratarse de agua para bebida siempre debe intervenir APJSE.
Obras Públicas[1]	DPRH Estado Provincial Municipio Concesionario	Dependiendo de la envergadura de la obra hídrica pública es a quien corresponde.
Mantenimiento	DPRH Municipio Concesionario Beneficiarios locales	Mantenimiento de obras y canales puede estar cargo de cualquiera de dichos actores.

Tabla 4.7: Gastos con fines públicos. Fuente: Elaboración propia a partir del Código de Aguas vigente.

Los principales encargados de asumir los costos en caso de uso privado del agua son los mismos actores privados, con la participación en caso de que corresponda de la Autoridad de Aplicación.

[1] Con obras públicas se hace referencia a toda obra hídrica cuyo fin sea el manejo, control, seguridad y regularización del agua, la distinción con aquella obra que lleve inversión netamente privada dependerá de la incidencia de la misma en la infraestructura general del agua pública.

Fines Privados		
Produccion	**Actores Privados**	El Ministerio de Produccion, Municipio y la DPRRHH participaran en caso de involucrarse zonas de interes publico y/o riesgo.
	Ministerio de Produccion	
	Municipio Local	
	DPRRHH	
Energia	Empresa Jujeña de Energia S.A.	
	Consesionario	
	Direccion Provincial de Energia*	

Tabla 4.8: Gastos con fines privados.

5 Aguas Superficiales

5.1 Introducción

El presente capitulo se refiere a la hidrografía de la provincia de Jujuy, describiendo sus cuencas y ríos principales, como asi también la gestión que ejerce la provincia sobre el recurso.

En Jujuy, muchos de los ríos tienen origen en aguas que surgen de manera natural en las laderas montañosas, los denominados **"ojos de agua"** o que provienen de deshielo. Por su parte, el régimen pluvial se caracteriza por aumentar su frecuencia en el verano, de tal manera que durante los meses de octubre y noviembre ya caen las primeras lluvias, que se intensifican de diciembre a marzo o abril. Durante esta época la mayoría de los ríos de la provincia aumentan considerablemente su caudal y sus aguas, que en los meses de invierno se muestran cristalinas, se tornan turbias o rojizas debido al limo que arrastran.

Jujuy cuenta con cuatro cuencas hidrográficas de las cuales se generan vertientes que recorren la provincia, siendo la **vertiente más grande** la del río Grande, con un recorrido total de **180 kilómetros** aproximadamente.

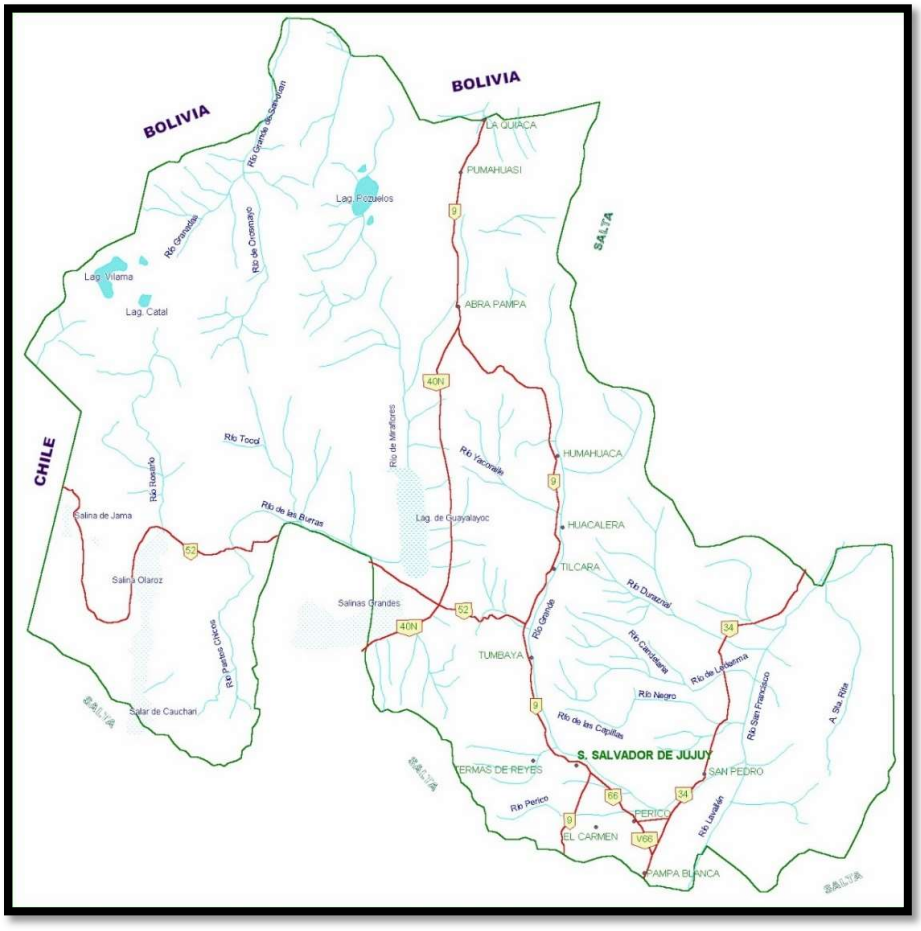


Figura 5.1: Principales Ríos de la Provincia de Jujuy. Fuente: SEGEMAR, tesis Gómez Zamora.

5.2 Descripción general de las principales cuencas

La disponibilidad de agua en Jujuy proviene de tres cuencas, a saber: La Puneña, que es endorreica, la **cuenca del Pilcomayo** que posee **4.000 Km2** equivalentes al **7% provincial**, en la cual el agua va hacia Bolivia y cuenta con una precipitación de 100mm anuales. Por último, la **cuenca del Bermejo** con una superficie de **22.300 km2** o sea el **42% de la provincia** y sus principales ríos son el Rio Grande, el Lavayen, el San Francisco (que es la conjunción de los dos primeros), Perico y Los Alisos.

Las precipitaciones aumentan en dirección sureste desde 100mm a 800mm anuales. El Río Grande es el que más impacta en la producción ya que su recorrido alcanza los **180km** y luego San Francisco y Lavayen. Sumando aproximadamente unos 400km entre el inicio del Rio Grande y su confluencia en el Rio Bermejo.

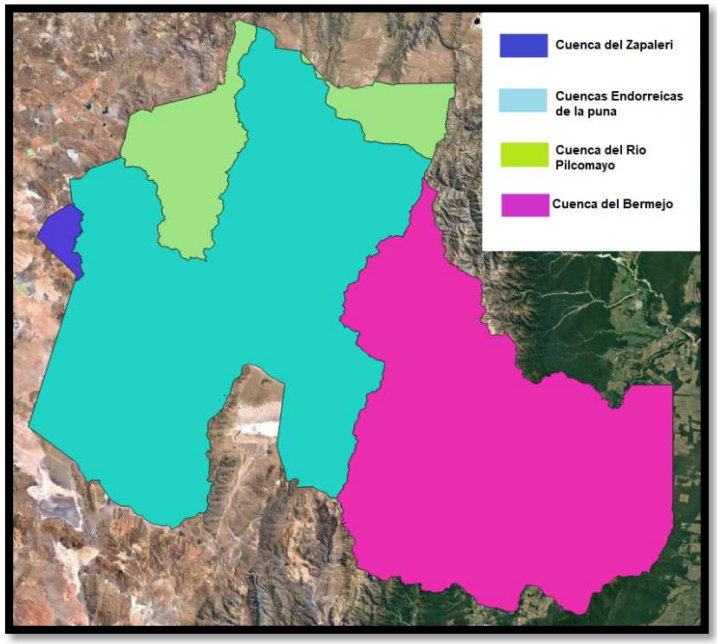


Figura 5.2: Cuencas de la provincia de Jujuy. Fuente: Propia.

5.2.1 Cuencas endorreicas de la Puna

La región de la Puna, propia de las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca, se caracteriza por ubicarse sobre mesetas a más de 3000 msnm y por su clima continental seco, donde las precipitaciones son escasas (entre **200 y 500 mm anuales**), los vientos son frecuentes y de variable intensidad, las temperaturas son frescas o frías todo el año, la oscilación térmica es muy grande, entre 25 y 40ºC entre el mes más frío y el más cálido.

Los cursos de agua se forman por el deshielo de las altas cumbres que siguen por las vaguadas y quebradas hasta los lugares bajos donde originan salares y lagunas; zigzaguean entre los cordones montañosos arrastrando escombros además de sales y boratos en disolución. En sus tramos superiores recorren capas de origen volcánico para luego discurrir en terrenos arcillosos, arenosos antes de desaguar en las llanuras

salinas. Sus ríos, sin derrame al mar, desaguan en diferentes lagunas y salares entre los 5000 y 3000 m.s.n.m.

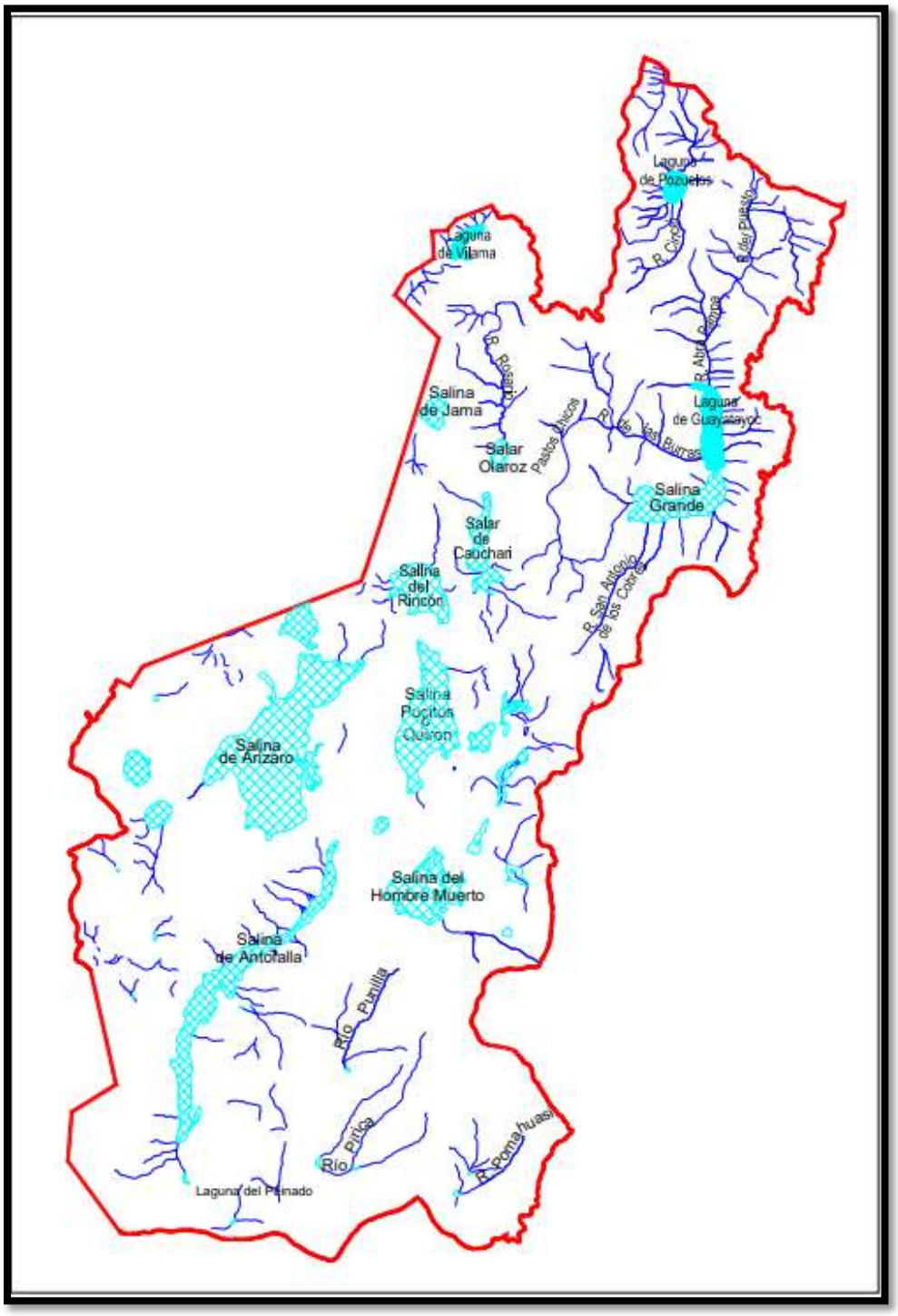


Figura 5.3: Cuenca Endorreica de la Puna Norteña. Fuente: Atlas de los Recursos Hídricos Argentina.

En particular, el área la cuenca endorreica de la Puna en la provincia de Jujuy, abarca 24.500 km2 equivalente a aproximadamente el 50 % de la superficie provincial, y presenta una precipitación madia anual del orden de entre 100-300 mm/año.

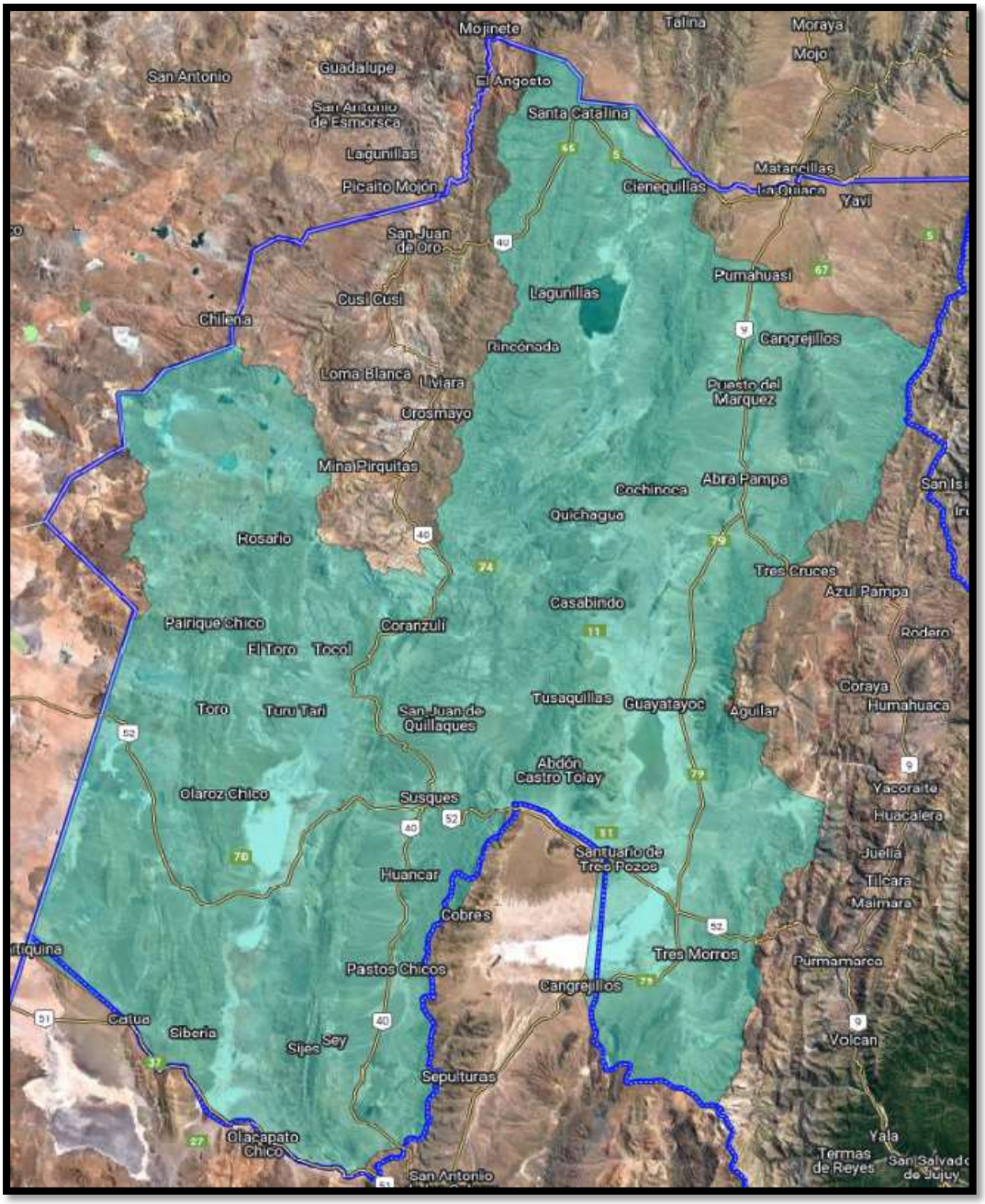


Figura 5.4: Cuenca Endorreica de la Puna en Territorio Jujeño. Fuente: Propia.

En la **provincia de Jujuy,** la laguna de los Pozuelos recibe dos afluentes importantes: el río Santa Catalina, que luego cambia a río Grande, por el norte y el río Cincel por la margen sur; la laguna de Vilama, con un extenso espejo de agua interrumpido en ciertos lugares por acumulaciones de sal y yeso de poca profundidad, se ubica a 4300 m.s.n.m.; la salina de Jama, próxima al límite internacional, recibe numerosos arroyos y quebradas provenientes de la cordillera andina; la laguna de Guayatayoc recibe numerosos afluentes: ríos del Puesto, Miraflores o Abra Pampa, Pastos Chicos, de las Burras, Organillo, San Antonio de los Cobres y otros; hacia el oeste, y de menor superficie, se encuentran los salares Olaroz y Cauchari a 3600 m.s.n.m.

Ubicadas entre el límite interprovincial entre Jujuy y Salta, aparecen las Salinas Grandes. Son un extenso bajo en dirección este – oeste que sólo recibe algunos tributarios. Están unidas en su extremo norte con la laguna de Guayatayoc.

En el área que corresponde a la provincia de Jujuy la agricultura es casi inexistente, la ganadería está representada por la cría de rebaños de ovejas y manadas de llamas que permiten la obtención de lanas y carne. La papa, planta de origen americano, se cultiva en Jujuy en todas las zonas con riego: puna, quebrada, valle y selva; constituye el alimento tradicional e indispensable en todos los hogares. La quinoa es un cereal que se siembra desde épocas muy antiguas, en pequeñas parcelas de la Puna. Es un alimento de sabor agradable y muy nutritivo. La oca es un tubérculo que se cultiva también en la Puna, ambas, plantas autóctonas. Otro sector económico es el minero, que cuenta con dos actividades perfectamente determinadas: La exploratoria (que busca poner en evidencia depósitos económicamente explotables) y la extractiva (que comprenden los yacimientos minerales que integran parte del circuito productivo).

Monitoreo hidrológico

Solo se encontró acceso a una sola estación hidrométrica, perteneciente al **Sistema Nacional de Información Hídrica** o SNIH dentro de lo que es las cuencas endorreicas de la puna, ubicada como muestra la figura siguiente en la localidad de Sayate.

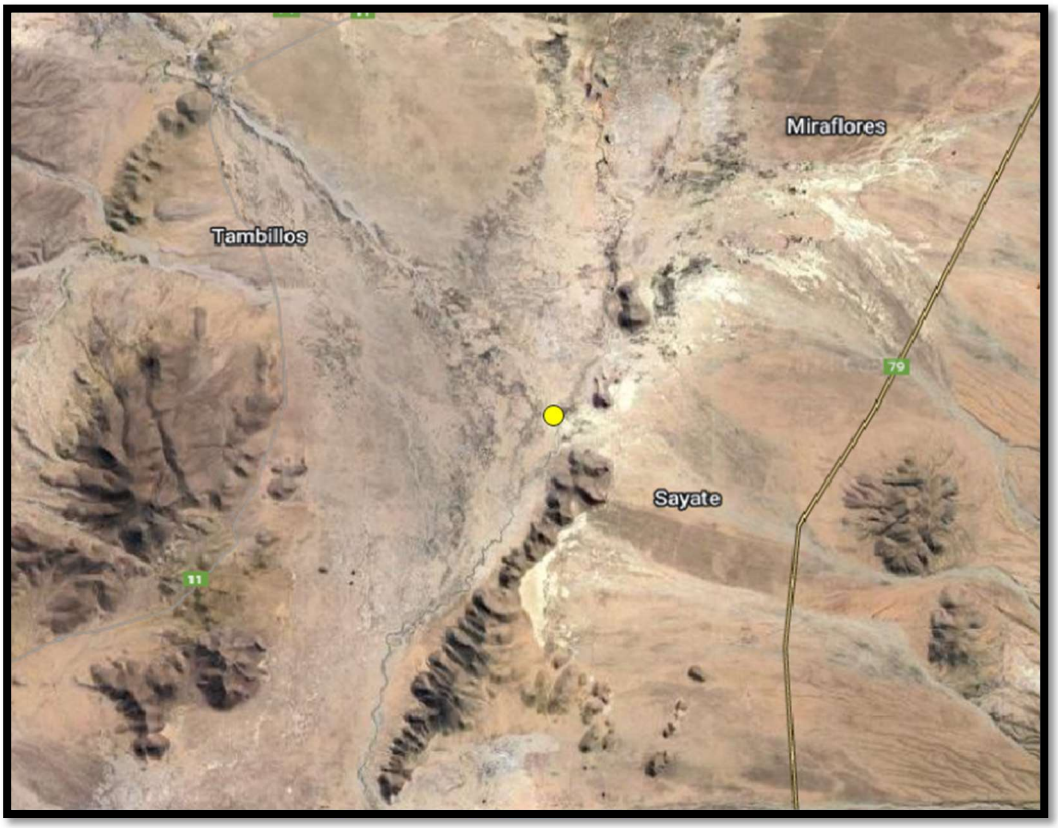


Figura 5.5: Estación Hidrométrica N°35 – Sayate. Fuente: Propia

La misma presenta datos de **altura** y **caudal líquido** y **solido** desde el año 2009 al año 2024 en lo que es el río Miraflores a la altura de la unión entre el mismo y el río Doncella.

5.2.2 Cuenca del río Pilcomayo

La cuenca del Rio Pilcomayo se extiende en un **área total** de **290.000 km2** (integrando la gran Cuenca del Plata) en las Provincias de Jujuy, Formosa y Salta (Argentina); Departamentos de Oruro, Potosí, Chuquisaca y Tarija (Bolivia) y Departamentos de Boquerón y presidente Hayes (Paraguay), formando parte de la Cuenca del Río de Plata. Las nacientes del río se ubican por encima de los 4.200 m.s.n.m. y su curso desciende hasta los 250 m.s.n.m. en Misión La Paz, abandonando los Andes en la localidad de Villamontes desde donde se dispersa en la planicie del Chaco como un río de llanura con la particularidad de atarquinar su propio cauce con los sedimentos que transporta. En este sector se encuentra el límite entre Argentina y Paraguay, donde pierde sus características de escurrimiento unidimensional para conformar un abanico fluvial, uno de los mayores del mundo.

Figura 5.6: Cuenca trinacional del Pilcomayo. Fuente: Comision Trinacional del Pilcomay..

En la argentina, la cuenca ocupa una superficie aproximada de **72.000 Km2** (25% del total de la cuenca)**,** de los cuales **3.000 Km2** pertenecen a la provincia de Jujuy.

Figura 5.7: Cuenca del Pilcomayo en Argentina. Fuente: SSRH Argentina.

El **Río Pilcomayo,** con una **longitud total de 1590 km** nace en las estribaciones de la cordillera de los Frailes (Bolivia) y capta los derrames de un amplio frente andino alimentados por el derretimiento de las nieves. Es uno de los principales afluentes del río Paraguay junto con el Bermejo y tiene su origen en territorio boliviano, localizándose su parte más austral y occidental en la Argentina. Sirve de límite entre este país y Bolivia en un corto trecho de unos 40km y luego entre Paraguay y Argentina aproximadamente en unos 600 km.

Figura 5.8: Cuenca del Rio Pilcomayo. Fuente: Comisión Trinacional del Pilcomayo.

Son dos los principales ríos de Jujuy que alimentan esta cuenca:

Figura 5.9: Río La Quiaca. Fuente: Propia.

El primero es el **Río La Quiaca,** el cual es un rio que forma frontera natural entre Argentina y Bolivia, atravesando las ciudades fronterizas de La Quiaca y Villazon. Este río nace en Toquero y corre de oeste a este. Luego de pasar por La Quiaca toma rumbo norte hacia Bolivia. Tiene como afluentes los arroyos de Tafna, la Ciénaga, Sansana, Yavi y Yavi Chico. Desemboca en el río San Juan de Oros que a su vez se une al río Cotagaita (o Camblaya) para formar el río Pilaya (Rio perteneciente a Bolivia) y terminar en el río Pilcomayo.

Figura 5.10: Río San Juan de Oros. Fuente: Propia.

Por otro lado, el **Río San Juan de Oros** nace en la Provincia de Jujuy y tiene dirección Norte Sur y es afluente del Río Pilcomayo el cual es también binacional, compartido con Bolivia. Este río tiene una **longitud total de 388 km**, segmentados en 3 tramos: 46 km son exclusivos de la Argentina, los 56 km el curso hace de frontera entre la Argentina y Bolivia, y los 286 km restantes son exclusivos de Bolivia.

Según el Atlas Total de la República Argentina (1982) pueden distinguirse tres secciones en la cuenca:

La **cuenca de alta montaña** tiene su fuente más austral en el río San Juan en la Argentina, pero la mayor parte de él se desarrolla en territorio de Bolivia, donde colecta la mayoría de los caudales y drena una vasta zona que recibe precipitaciones ácueas y níveas de alrededor de 700 mm anuales. El tramo superior recibe precipitaciones menores, es de carácter alóctono y se interna hacia el sureste en la llanura chaqueña con un cauce bien definido, pero con grandes variaciones de ancho y altura de las barrancas que lo ciñen.

El **tramo medio** es un río divagante y conflictivo que alimenta numerosos esteros y bañados. Se extiende aproximadamente hasta los 60º O, emitiendo diversos afluentes temporarios: uno de ellos es el río Confuso por el que en 1927 corría la mayor parte del caudal y que en la actualidad presenta las cabeceras desecadas.

El **tramo final** corresponde al abanico deltaico de cauces cambiantes que se extiende hasta la desembocadura en el Paraguay, escurriendo parte del caudal hacia el río Negro a través El Reventón, con la subsiguiente imposibilidad de aprovechamiento para la navegación aguas abajo y con perjuicio para poblaciones como Clorinda. Las crecientes del Pilcomayo se producen en verano y el estiaje a fines de invierno y principios de primavera, como corresponde a su régimen de alimentación pluvial. Las crecidas del río se manifiestan en un período que comprende los meses de enero a abril inclusive siendo el resto del año de bajante. El caudal del Pilcomayo es de gran potencia, pero irregular y varía con el derretimiento de las nieves y las lluvias que se producen en la alta cuenca en Bolivia.

5.2.3 Cuenca del río Zapaleri

La cuenca Trinacional del Río Zapaleri, ubicada en la zona noroeste de la provincia cerca del hito de las tres fronteras y próximo al cerro de igual nombre, ocupa en Jujuy una superficie de aproximadamente **600 km2,** siendo la superficie total entre los tres países del orden de los 2400 Km2. La cuenca del río Zapaleri se sitúa en plena Cordillera Occidental, en la faja ecológica conocida como ‘‘Puna Desértica’’ o ‘‘Puna Salada’’.

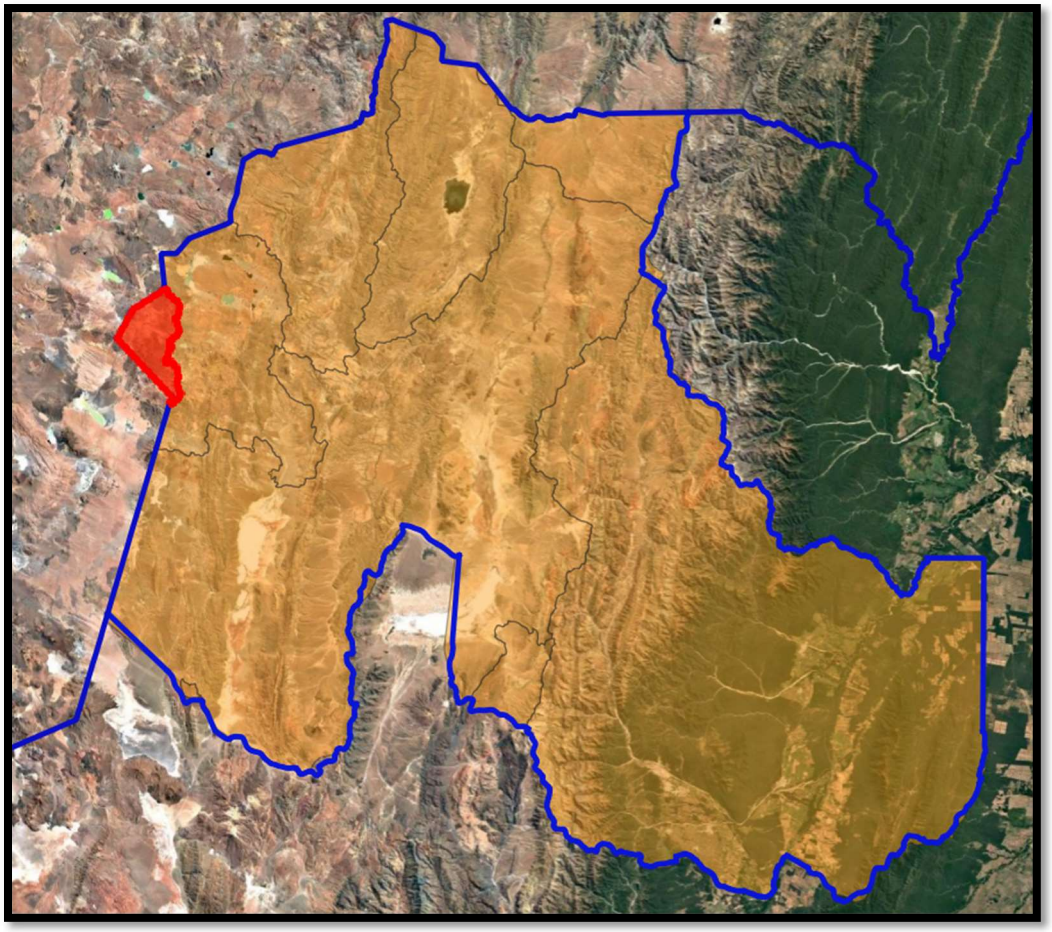


Figura 5.11: Cuenca del Rio Zapaleri. Fuente: Propia.

Su clima es árido, con menos de **100 mm de precipitación anual**, y temperaturas medias anuales menores a los 6 °C en los sectores de menor altitud.

El cerro Zapaleri es un volcán extinto que pertenece a un ramal de la cordillera de los Andes. Posee dos cumbres, la norte y la sur, una es el borde de un cráter en cuyo interior existe una pequeña laguna, mientras que la otra es la chimenea central que permanece erguida mientras todo a su alrededor se va desgastando debido al viento, lluvia, hielo y sol. Ambas cimas tienen exactamente la misma altura: 5607 m.s.n.m.

Figura 5.12: Cerro Zapaleri. Fuente: Google Imágenes.

Se ubica en el oeste de la argentina provincia de Jujuy, donde está muy cercano y prácticamente integrado con la reserva natural Vilama.

En Bolivia está en el suroeste del departamento de Potosí dentro de la reserva nacional de fauna andina Eduardo Abaroa.

En Chile está en el este de la Región de Antofagasta colindando con la reserva nacional Los Flamencos en el sector de la misma correspondiente al salar de Tara y la Pampa de Guayaques.

El cerro/volcán Zapaleri forma un nudo en el que entran en contacto los siguientes ramales de la cordillera de los Andes: la cordillera Real, la cordillera de Lípez (por el norte y noreste), el ramal que conecta con el volcán Licancabur hacia el oeste, la sierra de Almeida por el sur, y ya en pleno territorio argentino la sierra del Nevado de San Pedro, también por la vertiente argentina discurre de norte a sur el arroyo llamado río Zapaleri, el que nace del deshielo del volcán Tinte, recorre poco más de 20 km por territorio argentino e ingresa a Chile para desaguar, otros 20 km más al sur en el salar de Tara.

El río Zapaleri es un curso fluvial endorreico que discurre en la región altiplánica limítrofe entre el noroeste de la Argentina, el sudoeste de Bolivia y el noreste de Chile con dirección general norte al sur para desembocar en el salar de Tara. Es de aguas permanentes, nace en Bolivia recorriendo en ese país unos 30 km. Cruza la frontera con argentina aproximadamente a unos 7,5 km. Al Suroeste del Cerro Tinte. Su cauce rodea al Cerro Zapaleri, en el que se encuentra el punto tripartito entre Argentina, Chile y Bolivia. Atraviesa la frontera con Chile, después de recorrer unos 22 Km. en territorio argentino.

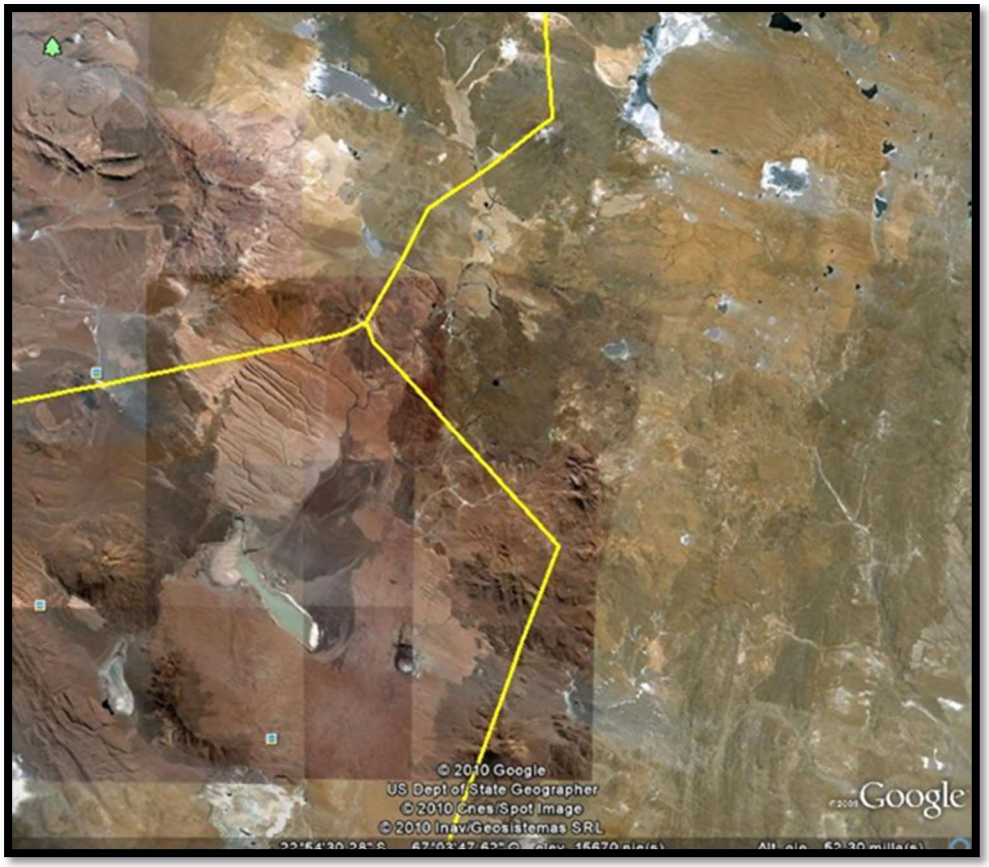


Figura 5.13: Recorrido del Rio Zapaleri. Fuente: DPRH – Google Maps.

Posee su cuenca alta en territorio boliviano y argentino, el tributario jujeño es el más importante en caudal, el sistema desemboca en una cuenca endorreica en Chile, en la parte argentina, la cuenca tiene una superficie de **600 km2 en territorio argentino** y un caudal aforado medio de **870 l/seg** , como es un río trinacional y en la parte argentina no se utiliza actualmente, ya que no existen aprovechamientos definidos en la zona y las condiciones topo geomorfológicas impiden la utilización en territorio jujeño ,sin la utilización de sistemas costosos de bombeo.

Este río nace en el sur de Bolivia, dentro de la reserva nacional de fauna andina Eduardo Abaroa, provincia de Sud Lípez del departamento de Potosí. Se origina de la unión de pequeños colectores montañosos que se encuentran en la ladera sur del cerro Dulce Nombre (5522 m.s.n.m.) y de la ladera occidental boliviana del cerro Negro (5026 m.s.n.m.), cumbre limítrofe argentino-boliviana.

De acuerdo con las observaciones plasmadas en el **"Plan Hídrico de la provincia de Jujuy"** (Sosa, 2010) para el Consejo Federal de Inversiones, se puede observar lo siguiente:

- Que el ambiente en estudio se encuentra prácticamente en sus condiciones naturales sin alteraciones importantes de origen antrópico directo
- Que es improbable el uso de la cuenca para fines agrícolas

- Que la ganadería está condicionada a las características de los suelos, clima y vegetación permitiendo muy bajas cargas, aún menores que las existentes para evitar el sobrepastoreo y arrastre de los suelos, arrastre de los suelos.

- Que es necesario abundar en estudios relativos a la minería y definir el potencial de la cuenca.

- Que todas las posibles actividades económicas con excedentes comercializables en la Provincia o el País están condicionadas por las características del acceso, climáticas, de relieve y alturas sobre el nivel del mar.

- Que es necesario hacer estudios permanentes del Río Zapaleri y de sus afluentes, especialmente en los periodos de estiaje y de todos los aspectos ambientales que intervienen en los procesos de alteración de la cuenca.

- Que en la presente etapa no se pueden hacer apreciaciones definitivas ni emitir opiniones sobre las consecuencias del uso consumativo de las aguas del Río Zapaleri en ninguno de los países que ocupa su cuenca.

5.2.4 Cuenca de los ríos Grande, Lavayén y San Francisco – Cuenca del Bermejo

La cuenca del Bermejo es la más importante en términos provinciales ocupando en la provincia una superficie aproximada de **22.000 km²** equivalente al **42 % del área de la misma**. El **Río Grande** tiene un caudal medio anual de **24,7 m³/s**, el **Lavayen** con un caudal de **13,3 m³/s**, conformando ambos el río San Francisco con un módulo de **97 m³/s**. Siendo los mismos alimentados por precipitaciones que van desde los 100 mm hasta los 800mm en dirección sudeste.

El **río Grande de Jujuy** atraviesa los departamentos de Humahuaca, Tilcara, Tumbaya y La Capital (Dr. Manuel Belgrano), dando vida a la Quebrada de Humahuaca. Tiene un recorrido de alrededor de **180 km**, desde la ciudad de San Salvador de Jujuy (24º10' Lat. S) hasta las proximidades de Iturbe (Negra Muerta: 22º55' Lat. S) en el departamento de Humahuaca.

La Quebrada de Humahuaca, flanqueada por dos grandes cordones montañosos pertenecientes a la Cordillera Oriental, presenta zonas con amplias llanuras de inundación que superan los 3 km de ancho, mientras que en algunos puntos –los localmente llamados "*angostos*"–, se estrecha hasta alcanzar sólo 30 m. Todo a lo largo del cauce del río Grande se suceden las desembocaduras de ríos que se conforman en las quebradas tributarias.

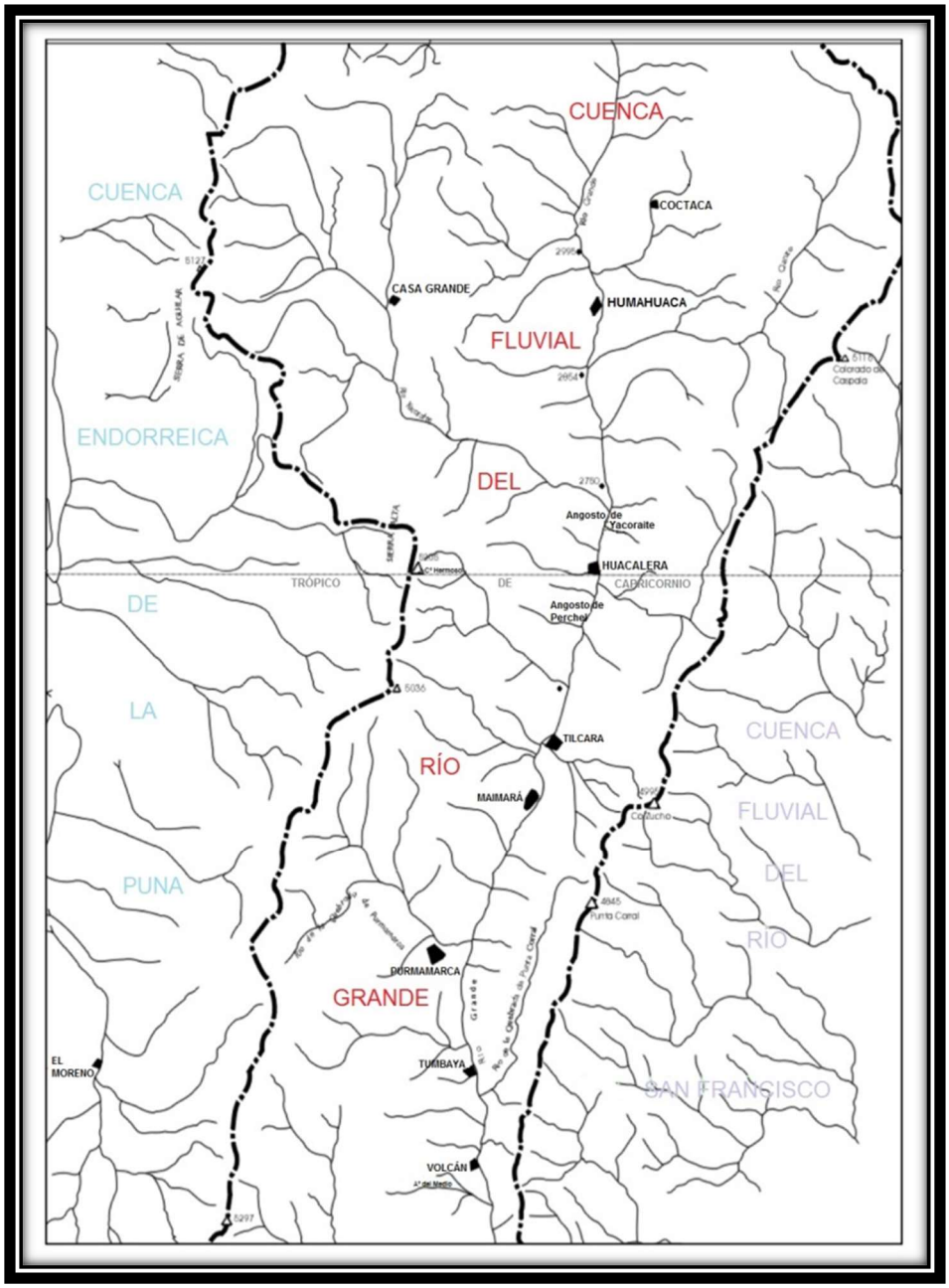


Figura 5.14: Cuenca fluvial del Río Grande. Fuente: SEGEMAR.

Luego de recorrer la Quebrada de Humahuaca el río Grande toma orientación hacia el sudeste y describe una amplia curva en las proximidades de San Juancito donde recibe las aguas del río Perico. Aquí toma la denominación de río San Pedro y recorre el departamento homónimo hasta confundir sus aguas con las del importante río Lavayen. A partir de este punto pasa a denominarse río San Francisco y corre hacia el norte, sirviendo de límite entre los departamentos de Ledesma y Santa Bárbara. Finalmente ingresa en territorio de la provincia de Salta para tributar al río Bermejo.

La **cuenca del río Grande** es alimentada por más de cincuenta afluentes. Siendo los más destacados del margen derecho, los siguientes:

Ubicación	Río	Longitud (km)	Afluentes
	Río Grande	**500**	
Afluentes de la margen derecha			
Humahuaca	Río Yacoraite	55	Chorrillos, Ovara, Coraya, Churcal, Pinchayoc y Uquía. Arroyos Vicuñayoc, Casa Grande, San Carlos y Casa Chica
Tilcara	Río Juella	20	Arroyos Carambano, San José y Chiquero
	Río Huichaira	15	Arroyo Lipán y La Cruz
Tumbaya	Río Purmamarca	50	Arroyos Hornillos, Inca Huasi y Quebrada Colorada. Arroyos Tumbaya, Coiruro y del Medio
Dr. Manuel Belgrano	Río León	40	
	Río Lozano	20	
	Río Yala	25	
	Río Reyes		Arroyo de Paño, Agua Caliente y Río Guerrero
	Río Chico		
	Río Los Alisos	50	
	Río Perico	70	
	Río Lavayén	160	Ríos Wierna, Caldera y Vaqueros. Margen izquierda: río de Las Pavas y Las Cañadas.
			Ríos Amadores y Santa Rosa, Arroyos Yaquiasmé, Quisto, San Juan de Dios y Arroyo del Medio; y río Colorado.

Tabla 5.1: Principales afluentes Rio Grande Margen Derecha.

Mientras que, por el margen izquierdo, los principales afluentes son:

Ubicación	Río	Longitud (km)
Afluentes de la margen izquierda del Río Grande		
Humahuaca	Río La Cueva	50
	Río Antumpa	40
	Ríos Rodero y Coctaca	
	Río Calete	60
	Arroyos Capla y Volcán	
Tilcara y Tumbaya	Arroyo La Huerta	
	Arroyo Huasamayo	
	Arroyos Gualchin, Tacomuyoc , Trancas y Huajra	
Dr. Manuel Belgrano	Arroyos Jaire y Chijra	
San Pedro y Ledesma	Río Zapla	20
	Río Negro	85
	Río Ledesma	105
	Río San Lorenzo	95
	Río de Las Piedras	50

Tabla 5.2: Principales afluentes Rio Grande Margen Izquierdo.

Monitoreo hidrológico

Dentro de lo que es la cuenca fluvial del Rio Grande solo se encontró acceso a una estación hidrométrica, perteneciente al **Sistema Nacional de Información hídrica** o SNIH.

Figura 5.15: Estación Hidrométrica N°7 – Puente Carretero. Fuente: Propia.

Como se puede ver en la figura anterior, la misma se encuentra ubicada sobre el rio Reyes, en el "puente carretero" dentro de la localidad de Villa jardín de Reyes camino hacia Guerrero, la misma cuenta con unos pocos datos de **altura** y **calidad del agua**, como ser temperatura, solidos disueltos y pH, los mismos van desde el año 2019 hasta el 2024.

Relación con el Río Bermejo

A partir de la confluencia de los ríos Grande y Lavayén, en las cercanías de la localidad de San Pedro de Jujuy nace el **río San Francisco**, el cual discurre aproximadamente **155 km** hasta su confluencia con el río Bermejo.

A partir del punto en que confluyen el Grande y el Lavayén, el río San Francisco corre por un amplio valle, ubicado entre lejanas cadenas montañosas. Por su margen derecha recibe algunos afluentes menores y el río Santa Rita; por su margen izquierda recibe el río Negro, el río Calilegua y el río de las Piedras, que sirve de límite con el sector norte de la provincia de Salta.

La cuenca del Río Bermejo, en su punto de confluencia con el río Paraná, tiene un **caudal medio anual** del orden de **430 m³/s** y representa el 3% del módulo del Río Paraná. La concentración media de los sedimentos del Río Bermejo, van de **7 a 8 kg/m³Fuente especificada no válida.** y es una de las más altas del mundo. La mayor parte de los sedimentos son arrastrados durante los grandes picos de crecientes, como consecuencia de los intensos procesos erosivos que ocurren fundamentalmente sobre

depósitos no consolidados, ubicados principalmente en la subcuenca del río Grande. La descarga anual de sedimentos es del orden de los 80 a 100 millones de toneladas, lo que equivale, aproximadamente, a una tasa de erosión de 1800 tn/año/km² en toda la cuenca. Estos sedimentos, que en gran parte provienen del río Grande de Jujuy provocan situaciones conflictivas tanto a niveles locales y regionales como internacionales.

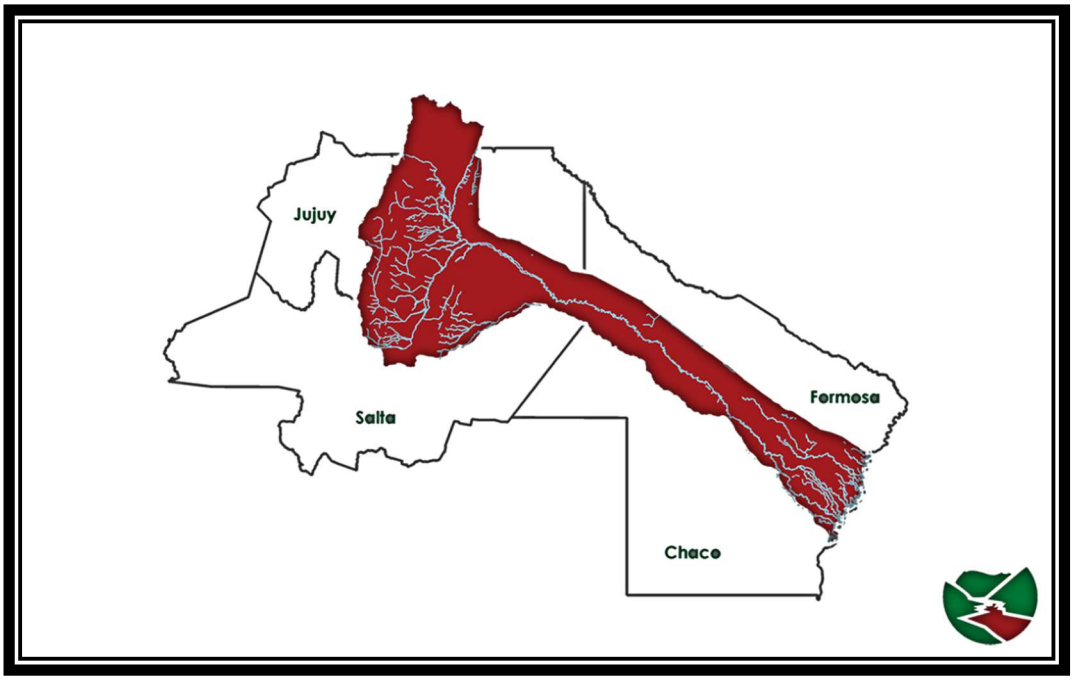


Figura 5.16: Cuenca del río Bermejo. Fuente: COREBE.

Según el trabajo por parte de la COREBE **"Plan de Aprovechamiento Multiple de los Recursos Hidricos de la alta cuenca del Rio Bermejo en la Republica Argentina "**, se puede subdividir la cuenca alta del bermejo en regiones hidrológicas considerando las características fisiográficas y climáticas reinantes, y de modo de agrupar la información recolectada, se ha dividido el área de trabajo en las siguientes regiones hidrológicas:

- **Región I**: comprende a la subcuenca del río Grande de Tarija
- **Región II**: esta región ocupa básicamente a la subcuenca del río Bermejo Superior propiamente dicha, hasta la confluencia del río San Francisco (excluyendo la subcuenca del río Grande de Tarija).
- **Región III**: comprende a la subcuenca alta y media del río Grande (desde la desembocadura del río Volcán hasta las cabeceras)
- **Región IV**: comprende a la subcuenca del río Grande inferior (desde la confluencia del río Grande con el río Volcán hacia aguas abajo).
- **Región V**: comprende a la subcuenca del río Lavayén.

- **Región VI**: comprende básicamente a la subcuenca del Río San Francisco, incorporando a la cuenca del A° La Cañada y áreas menores de aportes al río Bermejo en la porción final del área de estudio.

Para este agrupamiento, las regiones fueron seleccionadas teniendo en cuenta características topográficas y geomorfológicas generales de las mismas, así como características hidrometeorológicas y de suelos y cobertura.

Se presenta a continuación el mapa de ubicación con cada Región Hidrográfica definida, donde puede verse como las regiones 3, 4, 5 y 6 se corresponden a las regiones Quebrada, Valles y Yungas, demarcándose de manera clara el recorrido de sus subcuencas fluviales.

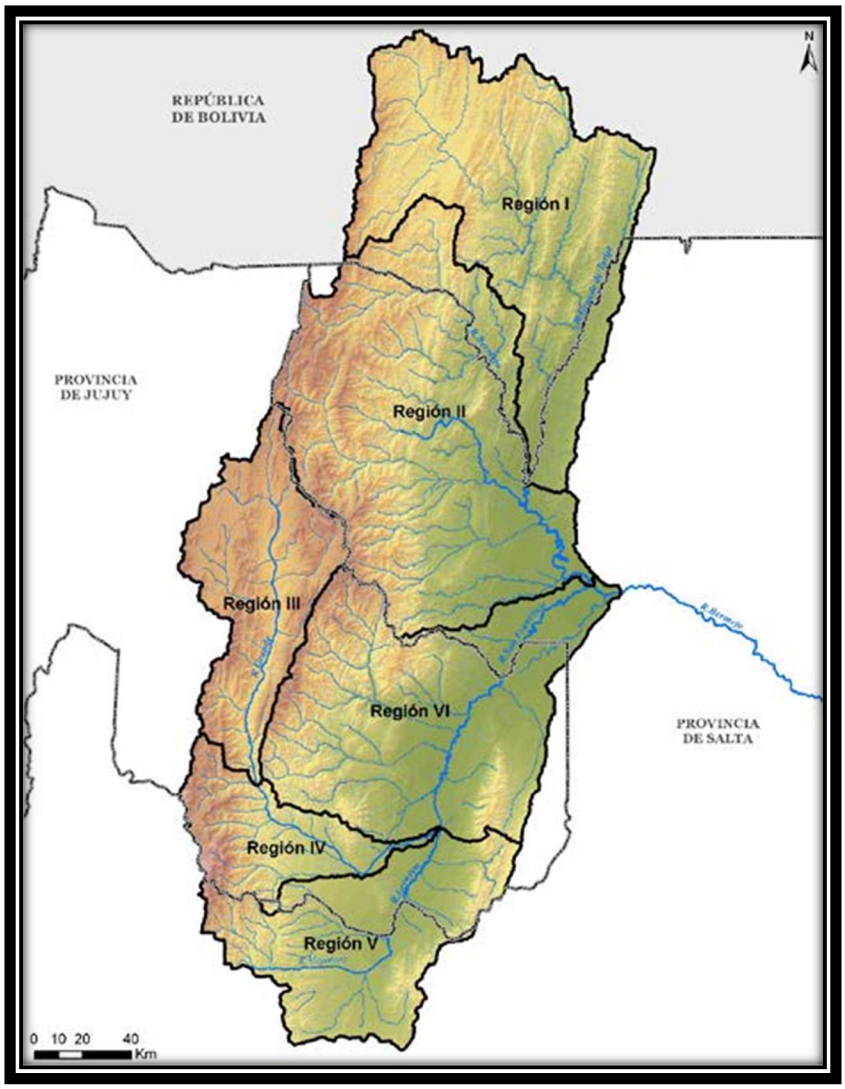


Figura 5.17: Regiones Cuenca del río Bermejo. Fuente: COREBE.

Monitoreo hidrológico

Si bien es conocido que los diferentes actores privados poseen estaciones y sistemas de monitoreo hidrológico dentro de lo que es la cuenca del Bermejo, no son datos a los que se pueda acceder de manera pública.

En la figura siguiente puede verse donde se encuentran ubicadas las cuatro estaciones a las cuales se tuvo acceso:

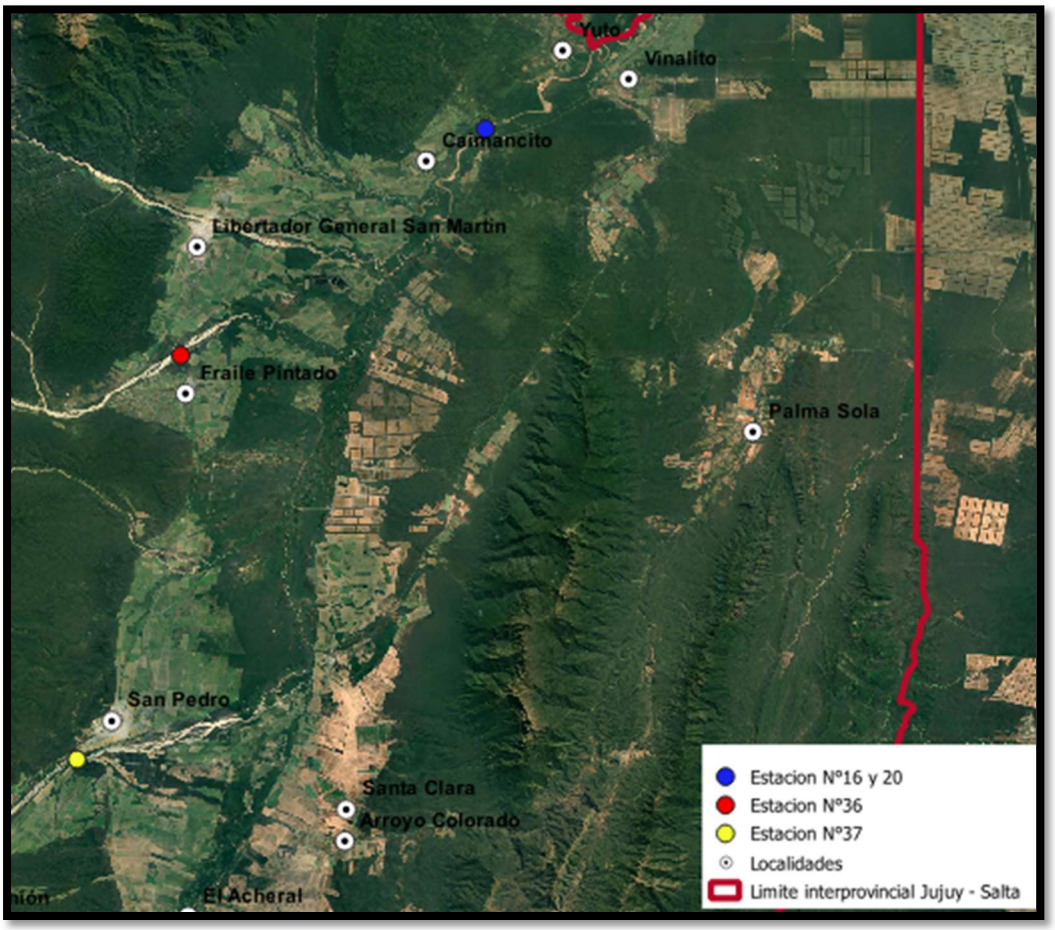


Figura 5.18: Estaciones hidrométricas de acceso público. Fuente: Propia.

La DPRH tiene acceso a estas cuatro estaciones hidrométricas que permiten medir la altura, lo que permite estimar caudales en dichos puntos. A continuación, un resumen de la información y ventana temporal que presentan:

- Estación N°16 Caimancito (1990-2020)
    - Altura
    - Caudal
- Estación N°20 San Francisco (2019-2024)
    - Altura
- Estación N°36 Fraile Pintado (2022-2024)
    - Altura
- Estación N°37 “Ledesma” (2022-2024)
    - Altura

6 Disponibilidad de Agua Superficial

6.1 Introducción

El siguiente capítulo realiza el análisis de la disponibilidad de agua superficial en el territorio provincial jujeño. El objetivo principal es evaluar y cuantificar los recursos hídricos disponibles en los cauces y cuerpos de agua superficial, considerando las particularidades climáticas, hidrológicas y geográficas de Jujuy, considerando la evolución en el tiempo

Se presentan los enfoques metodológicos utilizados para calcular la disponibilidad de aguas superficiales (ASD), lo que permite comprender la capacidad de los recursos hídricos de satisfacer las demandas actuales y futuras de los distintos sectores de la provincia. Asimismo, se introduce el Índice Estandarizado para Aguas Superficiales Disponibles (IE ASD), un indicador diseñado para facilitar la evaluación y comparación de la disponibilidad hídrica en diferentes regiones y periodos.

6.2 Metodología para el cálculo de la disponibilidad de aguas superficiales (ASD)

La metodología para el cálculo de la disponibilidad de aguas superficiales (ASD) se basa en el análisis de datos históricos, criterios hidrológicos y herramientas específicas para la evaluación de la oferta hídrica. Bajo este procedimiento se busca garantizar resultados representativos de las condiciones actuales de los recursos hídricos de la provincia para una correcta planificación prospectiva.

El ASD es valor promedio de la cantidad de agua que es factible de utilizar desde un determinado embalse o reservorio, expresado en unidades volumétricas (hm³) durante un determinado periodo de tiempo. El ASD es el resultado de restar, al volumen que ingresa al embalse, las pérdidas que se producen en el mismo. Este volumen de pérdida está compuesto por la evaporación, infiltración u otras salidas no controladas o no reguladas del embalse.

$$ASD = \sum_{t=1}^{n} (V_{ingreso} - V_{pérdidas})$$

Ecuación 6-1

- ASD: Agua Superficial Disponible en el período de tiempo analizado
- $V_{ingreso}$: Volumen de agua que ingresa al embalse
- $V_{pérdidas}$: Volumen de agua de salidas no reguladas, evaporación, o pérdidas del sistema Z.

El periodo de tiempo estudiado puede ser horario, diario, mensual, anual o más extenso de ser necesario. Esto se encuentra relacionado con la disponibilidad y calidad de los

datos que se posea, ya sea para caracterizar situaciones pasadas como proyecciones a futuro.

Para determinar el cambio en el volumen de agua almacenado de un reservorio durante un periodo definido de tiempo se emplea la siguiente ecuación:

$$\Delta V = \sum_{t=1}^{n} (V_{ingreso} - V_{salida})$$

Ecuación 6-2

Donde

- $V_{ingreso}$: Volumen de agua que ingresa al embalse
- V_{salida}: Volumen de agua que egresa del embalse

El volumen de salida del embalse tiene en cuenta las erogaciones que se producen en el mismo así también como sus pérdidas.

$$V_{salida} = (V_{erogado} + V_{pérdidas})$$

Ecuación 6-3

Donde

- $V_{erogado}$: Volumen de agua que se libera y contabiliza
- $V_{pérdidas}$: Volumen de agua que sale del sistema de manera no regulada (filtraciones, evaporación, etc.)

Al combinar la Ecuación 6-2 y Ecuación 6-3 obtenemos:

$$\Delta V = \sum_{t=1}^{n} \left(V_{ingreso} - \left(V_{erogado} + V_{pérdidas}\right)\right)$$

$$\Delta V + \sum_{t=1}^{n} V_{erogado} = \sum_{t=1}^{n} \left(V_{ingreso} - V_{pérdidas}\right)$$

Ecuación 6-4

Volviendo a Ecuación 6-1, y reemplazando con Ecuación 6-4, se obtiene lo siguiente:

$$ADS = \sum_{t=1}^{n} \left(V_{ingreso} - V_{pérdidas}\right) = \Delta V + \sum_{t=1}^{n} V_{erogado}$$

$$ADS = \Delta V + \sum_{t=1}^{n} V_{erogado}$$

Ecuación 6-5

Aplicando la Ecuación 6-5, el Agua Superficial Disponible, ADS, puede expresarse en función de parámetros operacionales medibles. El cambio de volumen de agua es calculado mediante el cambio de nivel de agua en el embalse y la curva cota – volumen, y las erogaciones de agua del embalse, son expresadas en hm^3 /año.

6.3 Análisis del Agua Disponible Superficial del Sistema de diques

El cálculo de la disponibilidad de agua superficial se realiza a partir de los datos provistos por la Dirección Provincial de Recursos Hídricos (DPRH).

6.3.1 Esquema de operación del Sistema de Diques

El sistema integrado de diques de Jujuy constituye un complejo hidroeléctrico de usos múltiples diseñado para el aprovechamiento integral de los recursos hídricos provenientes de los ríos Perico, Grande y Los Alisos. Este conjunto de obras hidráulicas interconectadas permite regular y gestionar el agua, priorizando distintos usos según las necesidades de cada temporada.

Este sistema de diques está compuesto por los siguientes aprovechamientos:

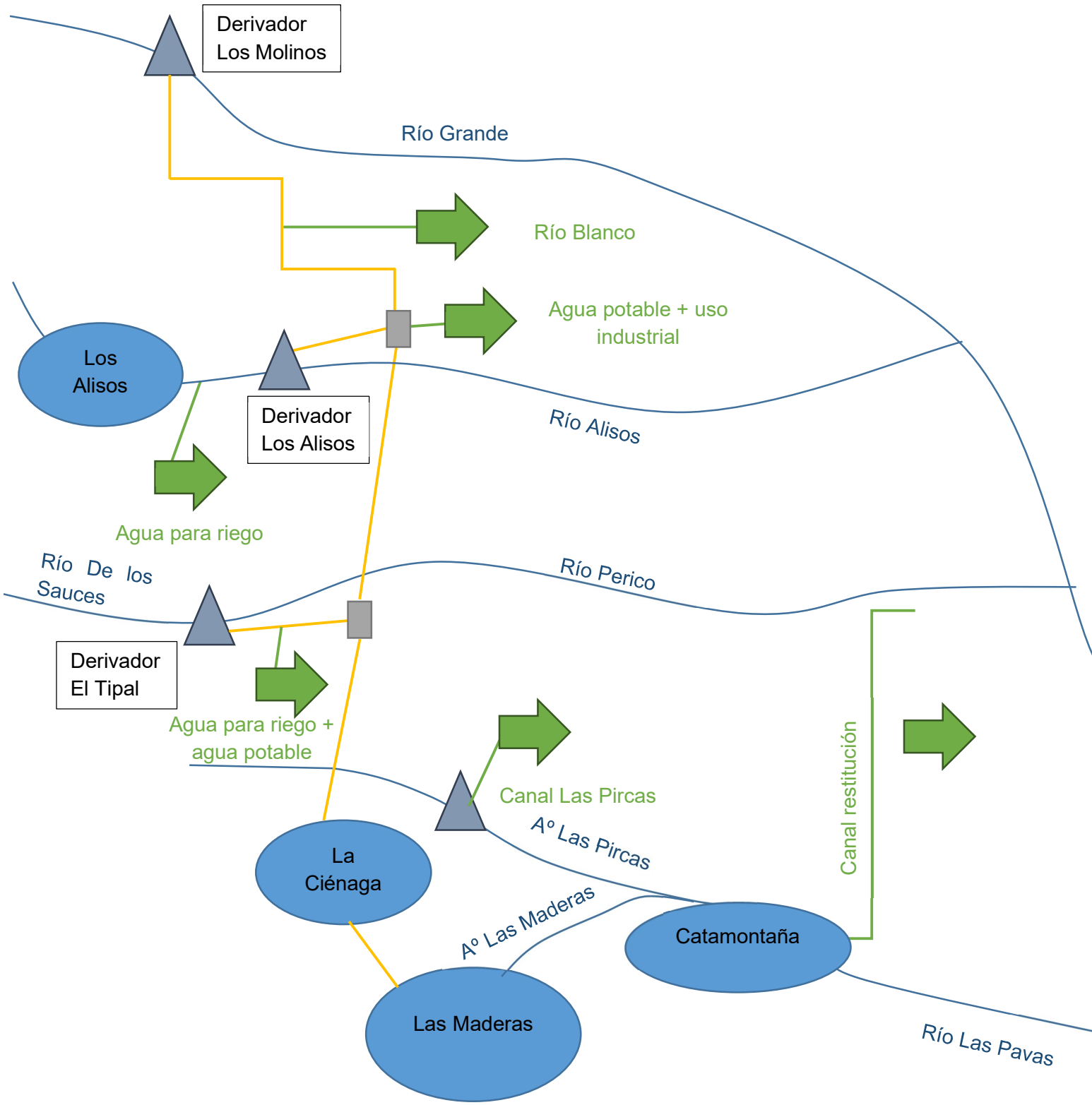
Obra	Capacidad de diseño [hm^3]	Capacidad máx. actual [hm^3]	Capacidad máx. disponible [hm^3]
Los Molinos	-	-	-
Los Alisos	19	9	5
El Tipal	-	-	-
La Ciénaga	24	22	10,2
Las Maderas	300	258,3	195,5
Catamontaña	1,5	1,2	-

Tabla 6.1: Capacidades de los embalses y diques del sistema de riego.

Obra	Fuente	Desembocadura	Caudal de diseño [m^3/s]	Caudal máx. oper. [m^3/s]
Canal Río Grande	Río Grande	Dársena de unión para formar Canal Matriz	25	20
Canal Perico	Río Perico	Dársena de unión para formar Canal Matriz	20	18,5
Canal Matriz	Río Perico y Grande	Embalses La Ciénaga y Las Maderas	45	45
Canal Perilago	Nace luego de la entrega al Dique La Ciénaga	Embalse Las Maderas	3	30

Tabla 6.2: Canales principales de la red de riego.

A continuación, se presenta un esquema de cada uno de los diques que conforman este sistema y su función específica dentro de esta red.


Derivador Los Molinos
Río Grande
Río Blanco
Agua potable + uso industrial
Los Alisos
Derivador Los Alisos
Río Alisos
Agua para riego
Río De los Sauces
Río Perico
Derivador El Tipal
Agua para riego + agua potable
Canal Las Pircas
Aº Las Pircas
Canal restitución
La Ciénaga
Aº Las Maderas
Catamontaña
Las Maderas
Río Las Pavas
Embalse
Erogación para riego
Canal
Río / Arroyo
Azud / dique

El análisis se centrará en la operación de embalse de Las Maderas y los caudales de los Canales Las Pircas y Restitución, debido a su importancia en volumen dentro del sistema.

En relación con los demás embalses, cabe mencionar, que el registro histórico al cual se tuvo acceso tiene una extensión de 5 años aproximadamente, lo cual dificulta la generación de conclusiones.

6.3.2 Embalse Las Maderas

Este embalse situado en la región de los Valles Templados recibe aguas del Canal Matriz y está destinado a regular los aportes del Río Perico y Río Grande para su posterior aprovechamiento con fines de riego y energía.

El embalse posee una capacidad máxima actual de 258 hm³.

A continuación, se observan los valores de almacenamiento al inicio del año hidrológico para el embalse Las Maderas.

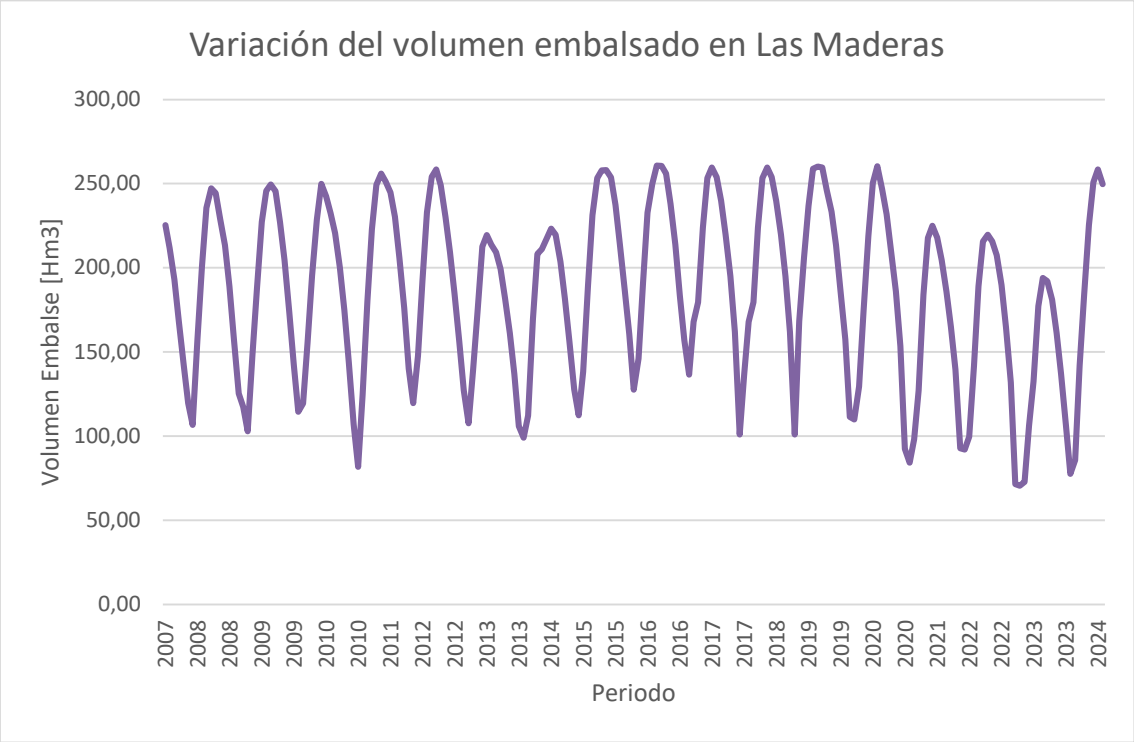


Figura 6.1: Variación volumen de embalse en Las Maderas. Periodo 2007-2024. Fuente: Elaboración propia.

El embalse opera proveyendo agua durante los meses de primavera, que es cuando los cultivos en la zona requieren mayor cantidad de agua y las precipitaciones son escasas, y embalsa durante el verano y el otoño, cuando las precipitaciones aumentan y los requerimientos para irrigación disminuyen. El embalse logra su cota máxima entre mayo y julio.

Considerando que el año hidrológico inicia en el mes de julio, se grafican en la Figura 6.2 el volumen almacenado al inicio de cada ciclo.

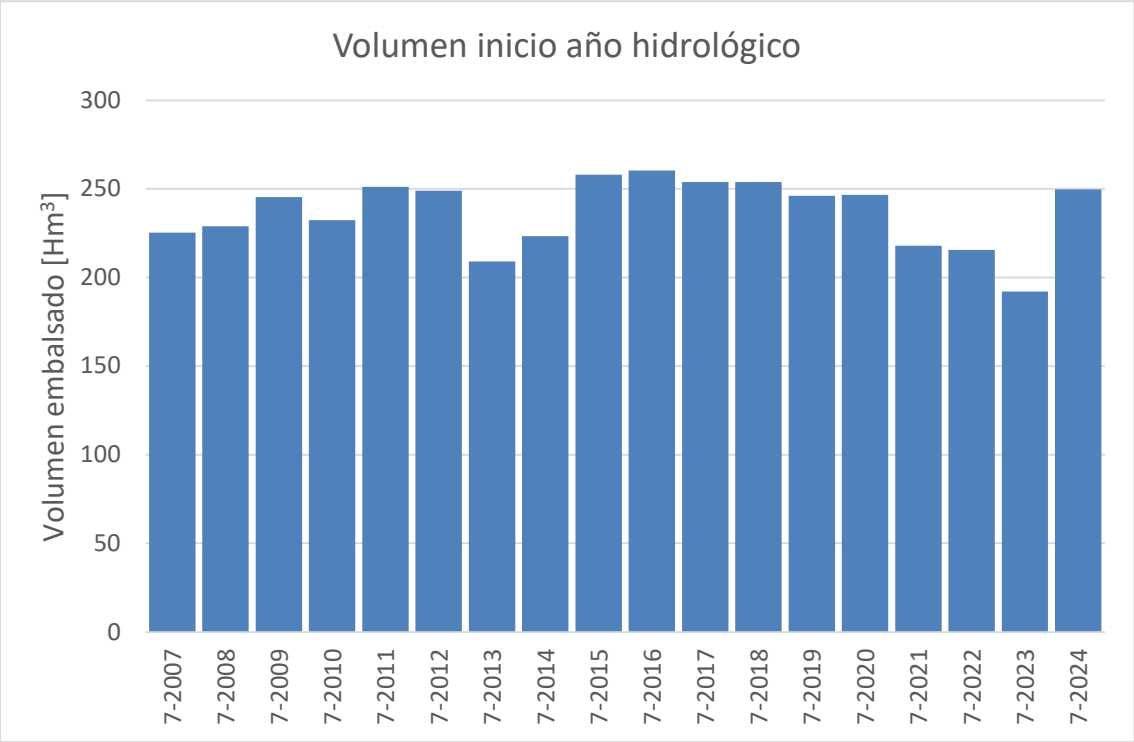


Figura 6.2: Volumen del embalse Las Maderas al inicio del año hidrológico (período 2007 al 2024). Fuente: Elaboración propia.

Se observa un incremento gradual en el volumen almacenado entre 2007 y 2011, con un pico del 97% de su capacidad en 2011 (225,3 hm³). Posteriormente, se registra una disminución hasta 2013, con un mínimo de 209 hm³, registrando el volumen más bajo de los últimos 17 años.

En 2016, vuelve a alcanzar un máximo (260,36 hm³) alcanzando el 100% de su capacidad. A partir de este punto, el embalse muestra un descenso escalonado de los volúmenes iniciales de cada temporada. Sin embargo, en el último año hidrológico analizado, se observa una recuperación de 57,6 hm³.

Analizando la Figura 6.3 que muestra la variación interanual, se puede observar que para el año 2012 el embalse registra un consumo de agua del 6% de su capacidad, haciendo uso del agua almacenada en períodos anteriores, no siendo capaz de recargar el embalse hasta el año 2014. Esto indica puede indicar de un período con pocas lluvias donde el agua disponible de los ríos no fue suficiente para llenar embalse.

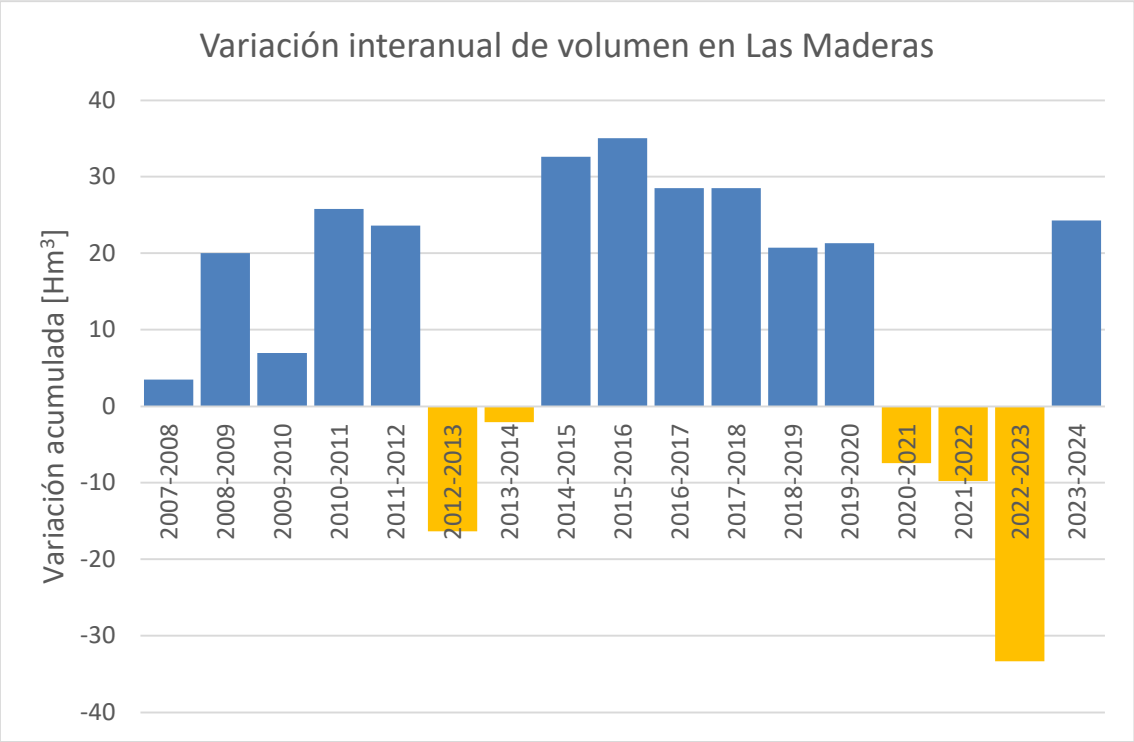


Figura 6.3: Variación interanual de volumen del embalse Las Maderas (2007 al 2023).

Desde el 2015 a la fecha se registra un descenso escalonado de volúmenes de agua al inicio de cada temporada (Figura 6.2). La gestión del embalse acompaña la situación, ya que la variación interanual del volumen muestra un descenso en ese período, pero con valores positivos, es decir realizando recargas al embalse, aunque cada vez de menor volumen.

6.3.3 Erogaciones para riego

Las principales erogaciones para riego salen del canal Las Pircas y el Canal Restitución. El registro disponible de ambas erogaciones data de 2019 y actualmente está operativo. Los datos a los cuales se tuvo acceso se grafican en la Figura 6.4.

Los datos disponibles, si bien son escasos, se presentan a fin de visualizar los requerimientos para riego asociados al sistema.

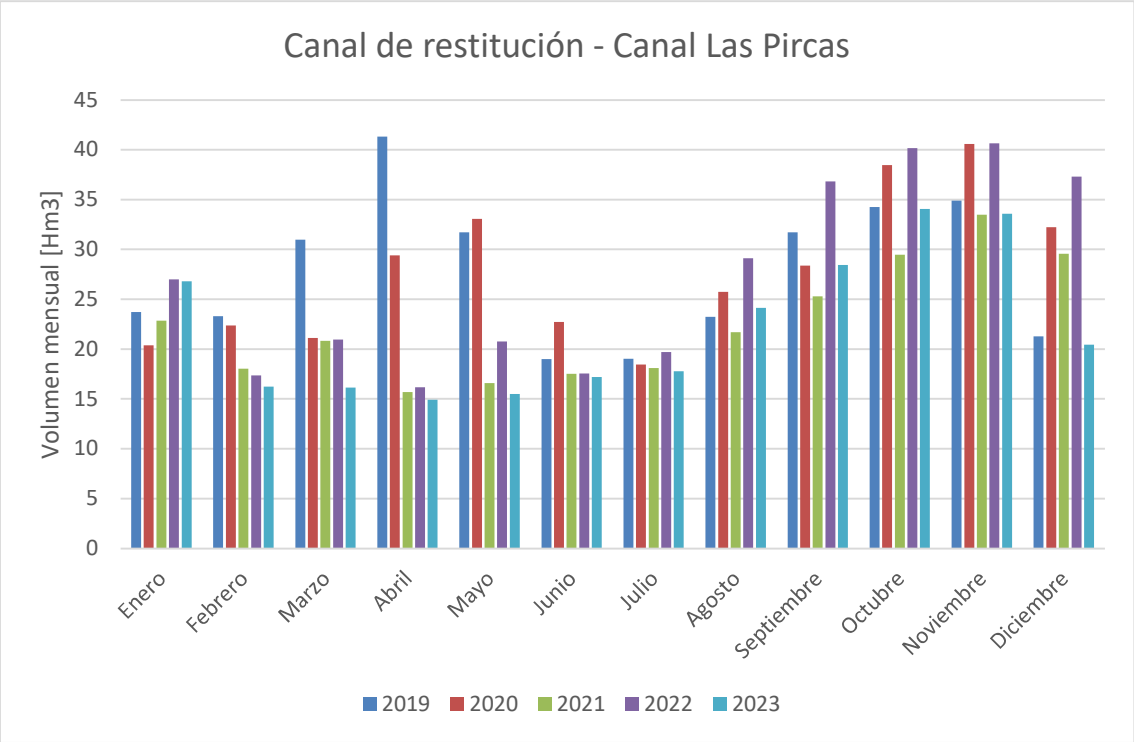


Figura 6.4: Volumen mensual erogado por Canal de Restitución y Las Pircas. Fuente: Elaboración propia.

6.3.4 Estimación del agua disponible

Con los datos disponibles para el periodo 2019-2024, se estima el volumen de agua disponible para cada año hidrológico y se grafica en Figura 6.5.

Periodo	Δvol. Las Maderas [Hm3]	Erogaciones Canal de restitución y Las Pircas [Hm3]	Agua Disponible Superficial [Hm3]
2019-2020	0,59	313,42	314,01
2020-2021	-28,75	295,31	266,56
2021-2022	-2,35	277,36	275,01
2022-2023	-23,53	310,52	286,99
2023-2024	57,60	278,46	336,06

Tabla 6.3: Agua Disponible Superficial Sistema de diques. Fuente: Elaboración propia

Si bien el periodo de análisis es corto, se puede apreciar que:

- El ADS ha variado en forma relativa hasta un 26%, mientras que las erogaciones a los sistemas de riego se han mantenido más estables.
- El ciclo 2020-2021 y 2022-2023 han sido periodos de sequía en el cual el requerimiento de riego fue mayor (para compensar las bajas precipitaciones) y el ADS no ha sido suficiente en ese ciclo para cubrir la demanda.
- Se observa durante 3 periodos consecutivos que el ADS no ha sido suficiente para cubrir el requerimiento agrícola, pero no obstante ello, en el último periodo

se ha logrado compensar. Esto es consecuencia de que hay un programa de erogaciones planificado, que se ajusta a las circunstancias que sucedan.

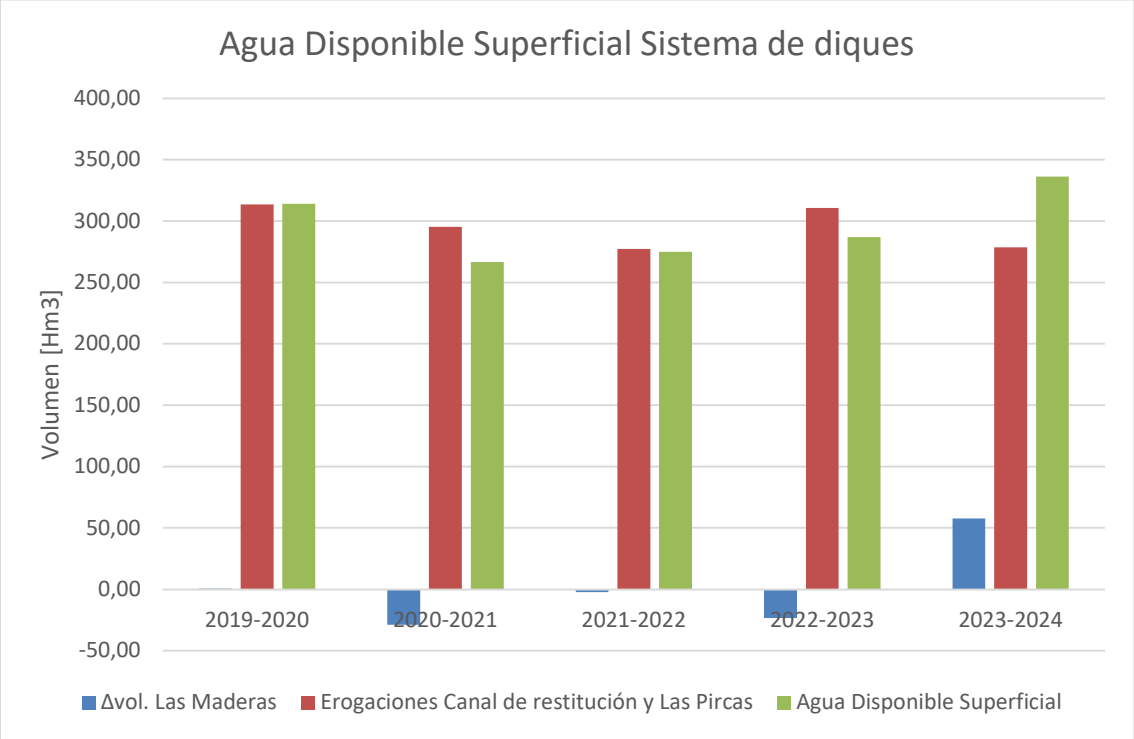


Figura 6.5: Agua Disponible Superficial Sistema de diques. Fuente: Elaboración propia.

6.4 Agua Disponible Superficial Río San Francisco

El Río San Francisco pertenece a la cuenca fluvial que lleva su nombre, sus aguas provienen de la fusión del Río San Pedro con el Río Lavayen.

Corre con dirección noroeste sirviendo de límite entre los departamentos de Ledesma y Santa Bárbara, para luego desembocar en el Río Bermejo ingresando a la provincia de Salta. El río cuenta con la estación de medición de Caimancito.

A continuación, se presentan datos de caudales medios mensuales de 1993 a 2023.

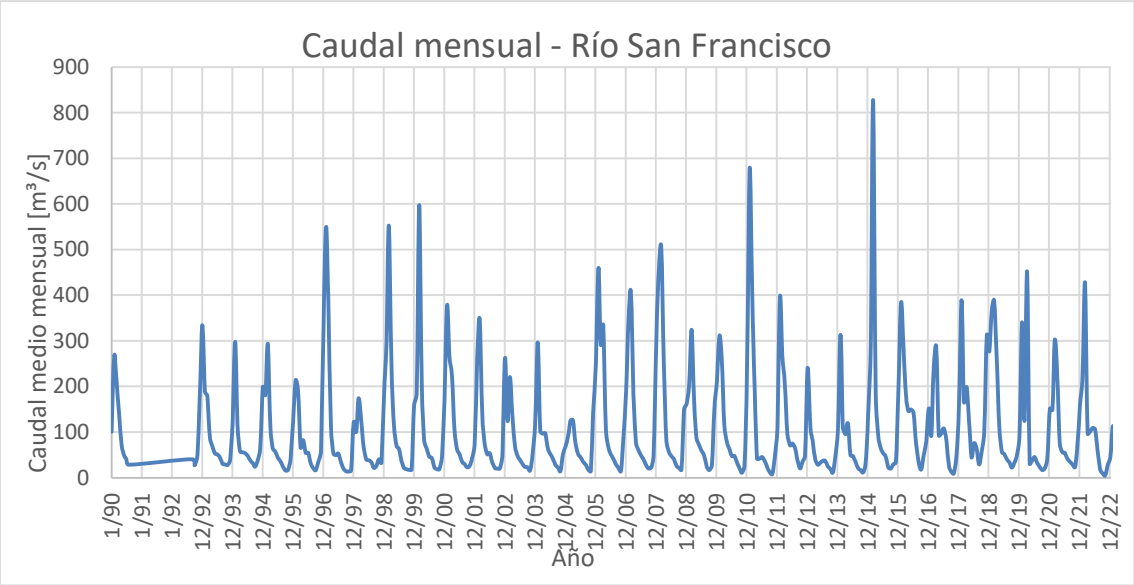


Figura 6.6: Caudal Medio Mensual Río San Francisco.

El río San Francisco presenta un comportamiento fluctuante con caudales picos en los meses de febrero y marzo y períodos de bajo caudal para octubre y noviembre. La variabilidad responde a la dinámica hidrológica de la región, influenciada por las precipitaciones estacionales y posibles eventos extremos como crecidas y sequías.

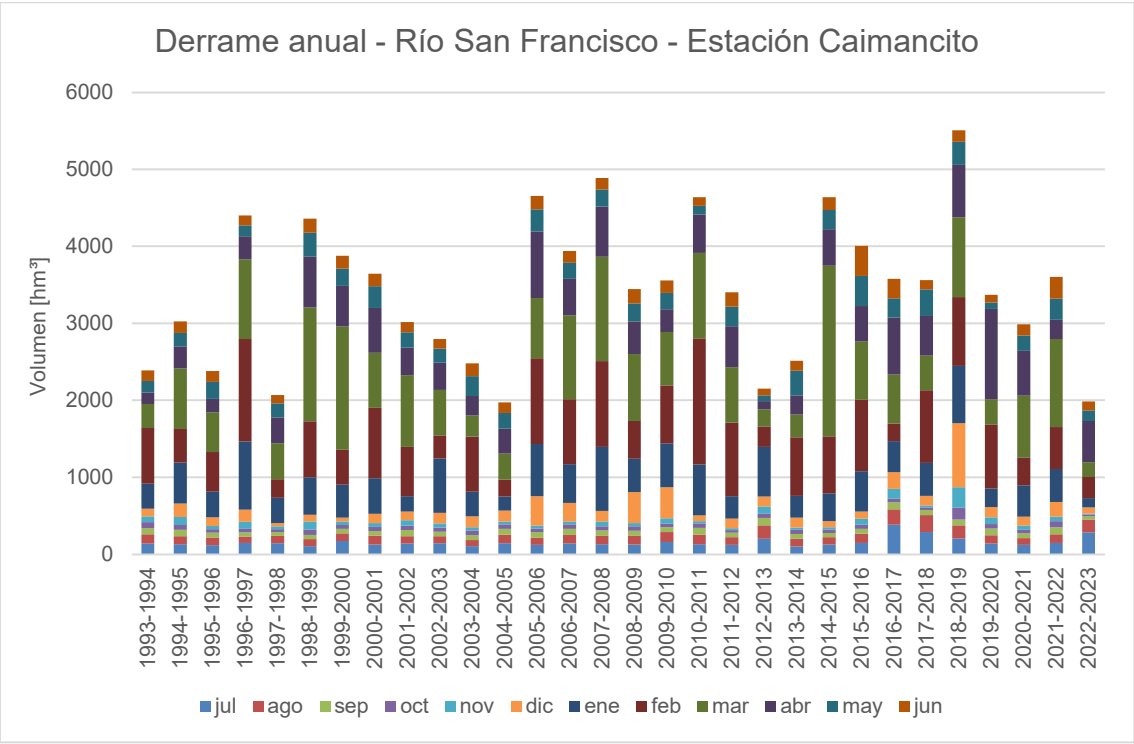


Figura 6.7:Derrame anual Río San Francisco. Fuente: Elaboración propia.

El río trae un volumen promedio de 3430 hm³ anuales. A lo largo de los años, se advierten ciclos en los que el derrame aumenta significativamente, seguidos de períodos con valores más moderados o incluso bajos. Esto es característico de los ríos de la

región, donde la disponibilidad de agua está altamente condicionada por factores climáticos y el régimen de lluvias.

El gráfico muestra variaciones interanuales, aunque no hay una tendencia uniforme de incremento o disminución sostenida del derrame del río. Para el período 1998-1999 al 2004-2005, la estación Caimancito registró un descenso de caudales del río cerrando con un derrame 1971 hm^3. Este es el menor derrame de los últimos 30 años.

Se destacan ciertos años ricos donde el río alcanza valores más elevados, probablemente vinculados a ciclos húmedos o eventos climáticos particulares. El año 2018-2019 el río registra 5506 siendo el año con mayor derrame del periodo en estudio. Dado la amplia variabilidad en los derrames, es de interés realizar un análisis más detallado de los factores climáticos y su impacto en la disponibilidad del recurso hídrico.

7 Aguas Subterráneas

7.1 Introducción

Este capítulo se enfoca en el análisis de la información disponible sobre agua subterránea en la provincia de Jujuy, dividiendo el estudio por región geográfica: Puna, Quebrada, Valles y Yungas. Para ello, se ha recurrido a diversas fuentes de información pública y privada, entre las que destacan los catálogos elaborados en el marco del proyecto "Relevamiento de Información en Agua Subterránea" impulsado por el Consejo Hídrico Federal (COHIFE).

El análisis de la información disponible sobre agua subterránea en la provincia de Jujuy presenta desafíos debido a la naturaleza heterogénea de los datos.

A pesar de estas dificultades, se ha realizado un esfuerzo por compilar y analizar la información existente, con el objetivo de comprender las características del agua subterránea en cada región geográfica. Se presentarán mapas temáticos elaborados mediante técnicas de interpolación, los cuales, si bien pueden contener limitaciones derivadas de la calidad de los datos, ofrecen una primera aproximación a la distribución espacial de los acuíferos y sus principales características.

7.1.1 Permisos de perforación y explotación de aguas subterráneas

La Constitución de la Provincia de Jujuy de 2023, en su artículo 95, establece que la provincia tiene la facultad de regular el uso y aprovechamiento de todas las aguas dentro de su territorio, tanto superficiales como subterráneas.

Tal como se menciona en el Capítulo 3, la Ley Provincial 161 establece que cualquier actividad de perforación y explotación de pozos requiere una autorización previa por parte de la Autoridad de Aplicación. Esta responsabilidad recae en la Dirección Provincial de Recursos Hídricos de Jujuy (DPRH). Los requisitos y procedimientos específicos para estas actividades varían dependiendo de si la zona está o no bajo tutela[1].

Los requisitos mínimos necesarios para obtener la autorización de la Dirección Provincial de Recursos Hídricos de Jujuy para la perforación de pozos profundos son los siguientes:

1. Ubicación del pozo (coordenadas geográficas) con croquis de ubicación del proyecto
2. Expresar el uso que se le dará al agua del pozo a perforar.
3. Ubicación del punto de toma de agua a usar en la preparación del lodo de perforación.
4. Volumen de agua a usar en la preparación del lodo de perforación, en el engravado y lavado del pozo.

[1] Los art. 223 y 224 establecen que la Autoridad de Aplicación podrá establecer la zona o zonas sujetas a tutela, donde la exploración, explotación y concesión de las aguas subterráneas reviste el carácter de utilidad pública.

5. Registrar en la Dirección Provincial de Recursos Hídricos a la empresa encargada de la perforación.
6. Comunicar inicio y fin de los trabajos de perforación.
7. Fotocopia de escritura del titular del dominio o boleto de compra y venta.
8. Ficha parcelaria.
9. Constancia de CUIT.
10. Domicilio real o legal.
11. Fotocopia de representante legal o apoderado.
12. Fotocopia de DNI del titular o de la autoridad de la comisión.
13. Fotocopia de aval de permiso de comunidad o superficiario si corresponde.
14. Fotocopia de resolución de aprobación de informe de impacto ambiental (empresas mineras).
15. Para obtener la Autorización de la Dirección Provincial de Recursos Hídricos como TRANSPORTE DE AGUA, en caso de utilizar un camión cisterna para transportar el agua destinada al lodo de perforación, se requiere la siguiente documentación:
    a. Nombre y apellido del titular del vehículo.
    b. Fotocopia de DNI del titular del vehículo.
    c. Constancia de CUIL del titular del vehículo.
    d. Domicilio real o legal del titular del vehículo.
    e. Fotocopia de documentación del vehículo.
16. Abonar canon por autorización para perforación de pozo de agua.
17. Abonar canon por volumen de agua utilizado en la perforación del pozo.

Al terminar el pozo la empresa debe presentar la documentación técnica:

a. Plano de ubicación.
b. Informe de perforación.
c. Perfil litológico y de entubado.
d. Resultados del desarrollo y ensayo de bombeo.
e. Gráficos: caudal vs depresión y depresión + recuperación vs tiempo.
f. Electroperfilaje.
g. Ensayo granulométrico.
h. Memoria de cálculo de abertura de filtros.
i. Memoria de cálculo de material de prefiltro.
j. Copia de descripción estratigráfica (granulométrica y mineralógica).

Según la información proporcionada por la DPRH, hasta octubre de 2024 se registra un total de 1231 pozos, clasificados de la siguiente manera:

- Riego: 486
- Minería: 377
- Uso doméstico: 239
- Industria: 40
- Uso particular: 1
- Fuera de servicio: 88

El presente registro es resultado de una investigación llevada a cabo por el geólogo Luis Sánchez (DPRH) en colaboración con el Consejo Hídrico Federal (COHIFE). Debido a que el listado se encuentra en constante actualización mediante verificaciones de campo realizadas por el mismo autor, es posible que el número total de pozos registrados experimente modificaciones en el futuro.

7.1.2 Procesos de monitoreo de acuíferos

La DPRH implementa un plan de censo de pozos con el objetivo de actualizar la base de datos generada por el COHIFE en el proyecto "Relevamiento de Información en Agua Subterránea". Este censo, guiado por el "Procedimiento metodológico para el relevamiento de Perforaciones y Actualización de Base de Datos", busca optimizar la gestión del agua subterránea en la provincia.

El censo se enfoca en recopilar información de campo, priorizando los pozos ubicados en departamentos con mayor demanda de agua para uso ganadero, industrial o agrícola. Los datos relevados permiten evaluar el estado actual del recurso hídrico y diseñar un plan de monitoreo continuo para garantizar su gestión sostenible.

El proceso de censo en campo comenzó en el último trimestre de 2023 y, hasta diciembre de 2024, se han censado 224 pozos, principalmente en la región de Yungas. Durante las visitas de campo se registra la siguiente información:

- Ubicación geográfica del pozo.
- Usos del agua (ganadero, industrial, agrícola, etc.).
- Estado actual del pozo (en uso, abandonado, etc.).
- Detalles sobre su funcionamiento (si se encuentra en uso).

Además, se han seleccionado 19 pozos monitores en el departamento de San Pedro para medir niveles estáticos semestralmente (Tabla 7- 1). Si bien se planificó la adquisición de un equipo multiparamétrico para la toma de datos, limitaciones presupuestarias han impedido su compra hasta el momento.

Localidad/ Municipio	Latitud	Longitud	Cota (msnm)	N.E. 2023 (mbbp)	N.E. 11/2024 (mbbp)	Observaciones
Rodeito	24°16'23.43"S	64°46'0.08"O	603	5,60	2,71	Aljibe para consumo doméstico.
Rodeito	24°15'33.03"S	64°45'18.67"O	524	10,00	4,55	Abastece la Casa, llena tanque y pileta.
Rodeito	24°15'54.66"S	64°45'29.78"O	472	5,50	7,47	También abastece la Casa, llena tanque.
Rodeito	24°20'31.20"S	64°51'55.59"O	735	103,50	102,70	Acuífero: 109 a 136 mbbp y de 144 a 175 m. Sin tablero ni electricidad
Rodeito	24°16'27.23"S	64°46'13.16"O	602	6,00		Aljibe.
Rodeito	24°16'23.41"S	64°46'10.75"O	603	5,80		Aljibe para consumo doméstico de 5 viviendas.
Rodeito	24°18'39.62"S	64°46'37.94"O	486	3,90		Pozo abandonado
Arrayanal	24°13'13.67"S	64°50'50.87"O	558	83,20		Sin tablero ni bomba abandonado
Arrayanal	24°12'22.02"S	64°51'4.02"O	541	85,50		Inactivo, A rehabilitar S/Ramírez se llama Manga Chica
Arrayanal	24°11'55.72"S	64°49'8.10"O	508	36,10		Sin tablero ni bomba Podemos medir nivel
Arrayanal	24°11'46.49"S	64°48'9.62"O	491	12,50		Se puede medir nivel estático
Rodeito	24°15'43.92"S	64°46'6.41"O	482	-		Pozo abandonado, sin bomba
Rodeito	24°16'1.17"S	64°46'1.16"O	482	Seco		Pozo artesanal, sin bomba, uso para casa
Rodeito	24°14'54.21"S	64°45'19.30"O	484	3,20		Pozo artesanal, sin bomba, uso para casa. Finca Santa Teresita.
Rodeito	24°15'59.35"S	64°46'15.25"O	473	4,50		Pozo artesanal cavado a mano, abandonado, sin bomba

Rodeito	24°18'42.88"S	64°49'39.97"O	576	48,60		En Camping de C.E.C. abandonado, llenaba 2 tanques de agua y pileta de natación.
Rodeito	24°20'45.60"S	64°50'1.42"O	667	62,00		En reparación.
San Pedro	24°15'53.98"S	64°54'32.52"O	489	4,80		Aljibe antiguo c/bomba externa, de uso doméstico.
Rodeito	24°16'21.89"S	64°45'59.19"O	602		3,90	Aljibe para consumo doméstico y de riego en vivero.

Tabla 7.1: Pozos monitores para medición de niveles estáticos en el departamento de San Pedro.

El mapa de la Figura 7.1 muestra la ubicación de los pozos con coordenadas conocidas, diferenciando entre los visitados en campo (círculos azules) y los identificados desde gabinete en el "Relevamiento de Información de Aguas Subterráneas" del COHIFE (círculos blancos).

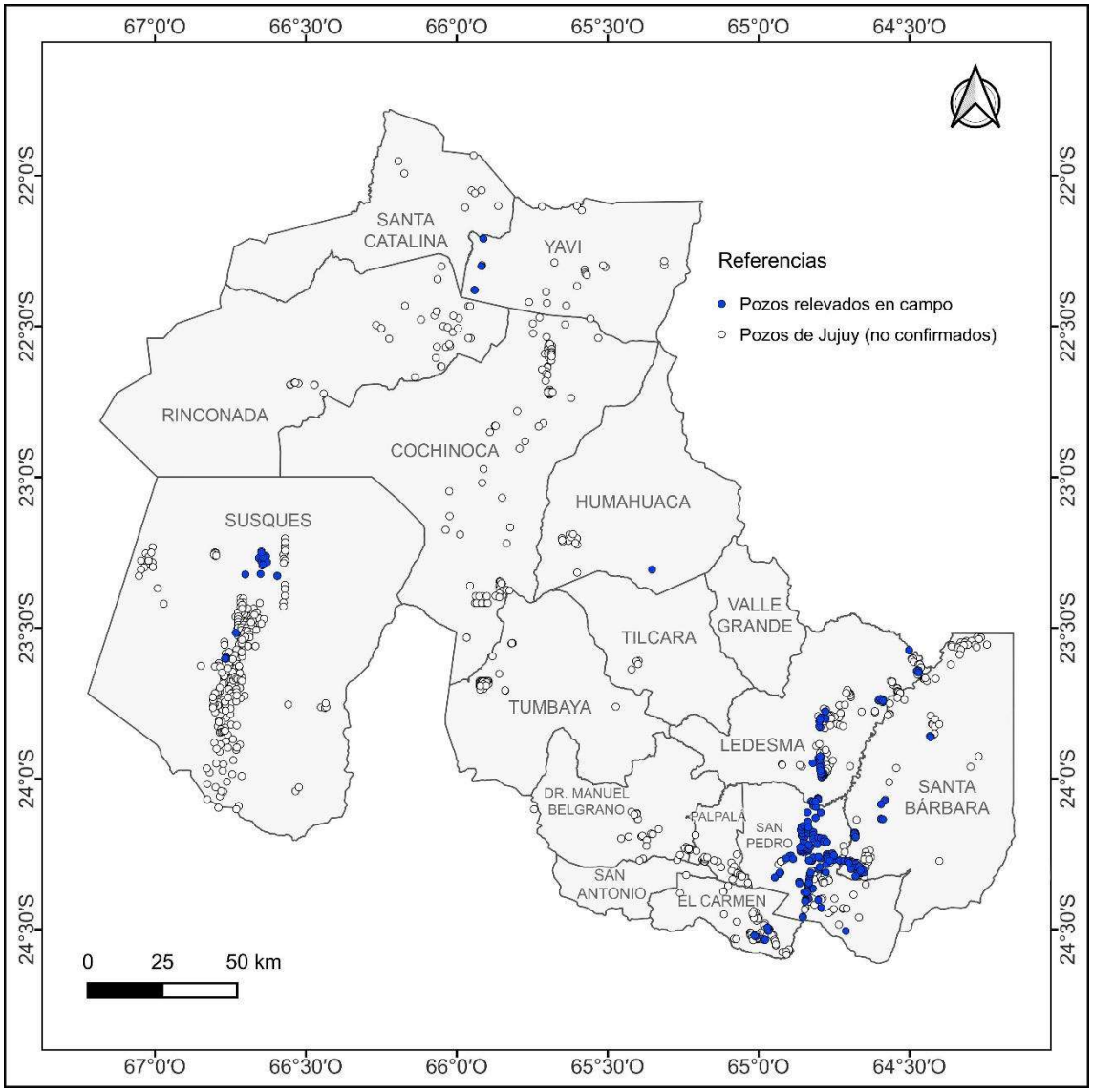


Figura 7.1: Pozos relevados en campo por personal de la DPRH.

El censo en curso revela que el 35% de los pozos visitados se encuentran fuera de servicio (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este porcentaje incluye pozos en diferentes estados: abandonados, en mal estado, sin equipos eléctricos, o

incluso ocultos por la vegetación o construcciones. El 40% de los pozos visitados se reparte entre aquellos utilizados para el suministro de agua potable y los destinados al riego. Del 25% restante de pozos visitados, no se especifica si se encuentran en uso o no.

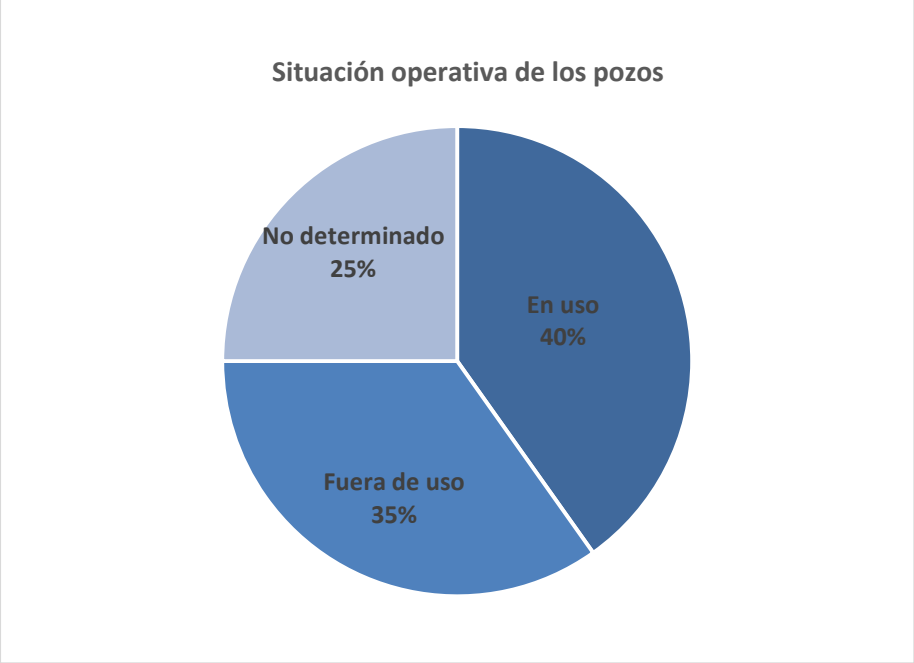


Figura 7.2: Situación de los pozos visitados en el marco relevamiento de aguas subterráneas

Cabe mencionar que, durante las observaciones, se identificaron al menos dos pozos secos: uno en La Esperanza (San Pedro) y otro en El Palmar (Santa Bárbara).

Con el fin de garantizar el acceso al agua para las comunidades de la Puna jujeña, la Provincia, en colaboración con el Consejo Federal de Inversiones (CFI), puso en marcha en 2017 un proyecto para rehabilitar pozos de agua en desuso. El proyecto, que buscaba asegurar el suministro de agua para actividades agrícolas y ganaderas, logró restaurar 26 pozos hasta 2022.

Para evaluar el estado actual de los pozos, la Provincia y el CFI encomendaron a la empresa ECSA la realización de un censo en 2023. Los resultados revelaron que el 80% de los pozos rehabilitados (20) se encontraban en buen estado de funcionamiento, especialmente aquellos ubicados en zonas con población permanente o con activa participación de las comisiones municipales en su cuidado. Lamentablemente, el 20% restante (6) fueron encontrados abandonados y en mal estado, algunos incluso desmantelados (Tabla 7- 2).

Nombre	Latitud	Longitud	Apta para consumo humano	Refun.	Observaciones
Pastos Chicos	23°45'48,27"S	66°26'59,09"O	NO	2017	Reparar base agrietada
Pozo Casira I	21°58'23,51"S	65°54'40,80"O	NO	2017	Realizar cerco perimetral. Reparar el automatizador y la protección contra descargas eléctricas.
Pozo Cerrito San José	22º23'7,97"S	65º42'13,99"O	NO	2017	Reparar piso del tanque

Pozo Chagualmayoc	22°31'24,29"S	65°44'50,10"O	-	2017	Reparar vávula de reten y cambiar llave esclusa.
Pozo Chocoite	22°51'1,36"S	65°53'25,27"O	-	2017	Pozo sin funcionar por falta de tablero eléctrico. Reparar base del tanque, instalar tablero y conectar a la red eléctrica. Familia Liquin reside en Abra Pampa.
Pozo Escuela N128-Rinconadillas	22°29'26,16"S	65°44'52,68"O	NO	2017	Sin uso por tablero roto. Conectar a red eléctrica y reparar la base.
Pozo Flia Figueroa	22°12'31,70"S	65°54'43,77"O	NO	2017	Reparar piso de tanque. Conectar a red eléctrica.
Pozo Ganaderia	22°25'34,74"S	65°58'22,46"O	NO	2017	La familia a cargo informa que retiro bomba, cañeria y tablero eléctrico por miedo a robos.
Pozo Gerónimo	22°25'52,22"S	65°38'13,46"O	-	2017	Excelente estado. Instalar protección contra descargas eléctricas.
Pozo Intermedia	22°22'45,12"S	65°56'30,06"O	-	2017	Rehacer piso de tanque, conectar a red eléctrica, limpiar pozo con inyección de agua.
Pozo Lagunilla Pozuelos I	22°54'17,10"S	65°47'31,35"O	NO	2017	Pozo sin uso, la familia a cargo se retiró y se llevó la bomba, tablero y cañería.
Pozo Lagunilla Pozuelos II	22°28'41,40"S	66° 7'5,94"O	NO	2017	Reparar grietas en la base del tanque y conectar a la red eléctrica.
Pozo Mamani	22°20'20,97"S	66° 3'57,00"O	NO	2017	Reparar tanque australiano (base, arandelas, bulones), llenarlo constantemente, verificar calidad de agua (consumo humano), limpiar pozo (motocompresor), colocar cerco.
Pozo Mayinte	22°49'23,61"S	65°51'50,56"O	NO	2019	Buen estado. Reparar cableado (mordeduras). Usado para cisterna y tanque australiano.
Pozo Miraflores Liquin	22°18'3,44"S	66° 3'2,55"O	NO	2019	Colocar protección contra rayos (jabalinas y pararrayos). Volver a colocar el manifold
Pozo Mocoraite	22°19'4,15"S	66° 3'51,27"O	NO	2019	Colocar protección contra rayos (jabalinas y pararrayos). Revisar sistema de bombeo (usuarios reportan 3 bombas cambiadas)
Pozo Pasaje	22°3'29,85"S	65°56'22,64"O	NO	2019	Pozo e instalaciones abandonadas (a cargo de la Comisión Municipal de Cieneguillas). Cerco perimetral roto.
Pozo Puesto Chico	22°25'10,00"S	65°45'32,00"O	-	2019	Reparar tanque australiano (base, arandelas, bulones), llenarlo constantemente
Pozo Puesto Grande	22°17'50,59"S	65°18'46,48"O	-	2020	Reparar/instalar bomba (agregar protección contra rayos). Reparar base y boca de pozo.
Pozo Punta Al Agua	22°27'51,43"S	66°4'25,38"O	NO	2020	Reparar tanque australiano (base, arandelas, bulones), llenarlo constantemente, verificar calidad de agua (consumo humano), limpiar pozo (motocompresor), colocar cerco.
Pozo Quiri Quiri	22°34'47,76"S	66° 2'58,70"O	NO	2020	Reparar tanque australiano (base, arandelas, bulones), llenarlo constantemente, verificar calidad de agua (consumo humano), limpiar pozo (motocompresor), colocar cerco.

Pozo Rodeo	23°21'36,59"S	65°57'22,79"O	NO	2021	Limpiar pozo con aire.
Pozo Sayate	23°16'54,46"S	65°18'13,33"O		2021	Pozo abandonado sin tanque, tablero ni energía. Bomba y cañería en el fondo. Acceso bloqueado por crecida del río. No se pudo evaluar el estado del agua
Pozo Tacanaite	23°23'6,47"S	65°57'25,75"O	NO	2021	Excelente estado
Pozo Trejo	22°25'30,33"S	65°38'12,27"O	NO	2021	Pozo abandonado, panel solar sin funcionar, cañería rota, sin tablero ni cerco. No funciona. No se pudo analizar el agua.
Pozo Zumbaino	23° 3'20,65"S	66° 1'28,84"O	NO	2021	Limpiar pozo con aire. Buen estado de conservación, manejado por dos familias con generador propio.

Tabla 7.2: Resumen de resultados del censo de pozos refuncionalizados en la Puna por el CFI. ECSA S.R.L. (2023)

7.2 Descripción general de los principales acuíferos en la provincia

Esta sección analiza la distribución y características de los acuíferos en la provincia, organizados por regiones geográficas. En el caso de la Puna, la bibliografía disponible considera los límites hidrográficos como referencia para su estudio. En este contexto, los trabajos de Alcalde y Camacho (Alcalde & Alcalde, 1984; 1986; Alcalde & Camacho, 1991; Alcalde, 2008) han identificado y delimitado los acuíferos de las cuencas de Pozuelos, Miraflores, Catua, Huaytiquina, Olaroz y La Quiaca.

Para el resto de la provincia, García et al. (2008) proponen una clasificación en tres grandes sistemas acuíferos: Grande-Mojotoro, Grande-Lavayén y Lomas de Olmedo-Palma Sola, los cuales serán la base para el análisis del agua subterránea disponible.

Los principales reservorios de agua subterránea se encuentran al pie de los sistemas serranos o en depresiones intermontanas, donde se asocian con abanicos aluviales y depósitos fluviales. La mayoría recibe recarga en zonas topográficamente elevadas, aunque en algunos casos también presentan recarga alóctona (García et al., 2008).

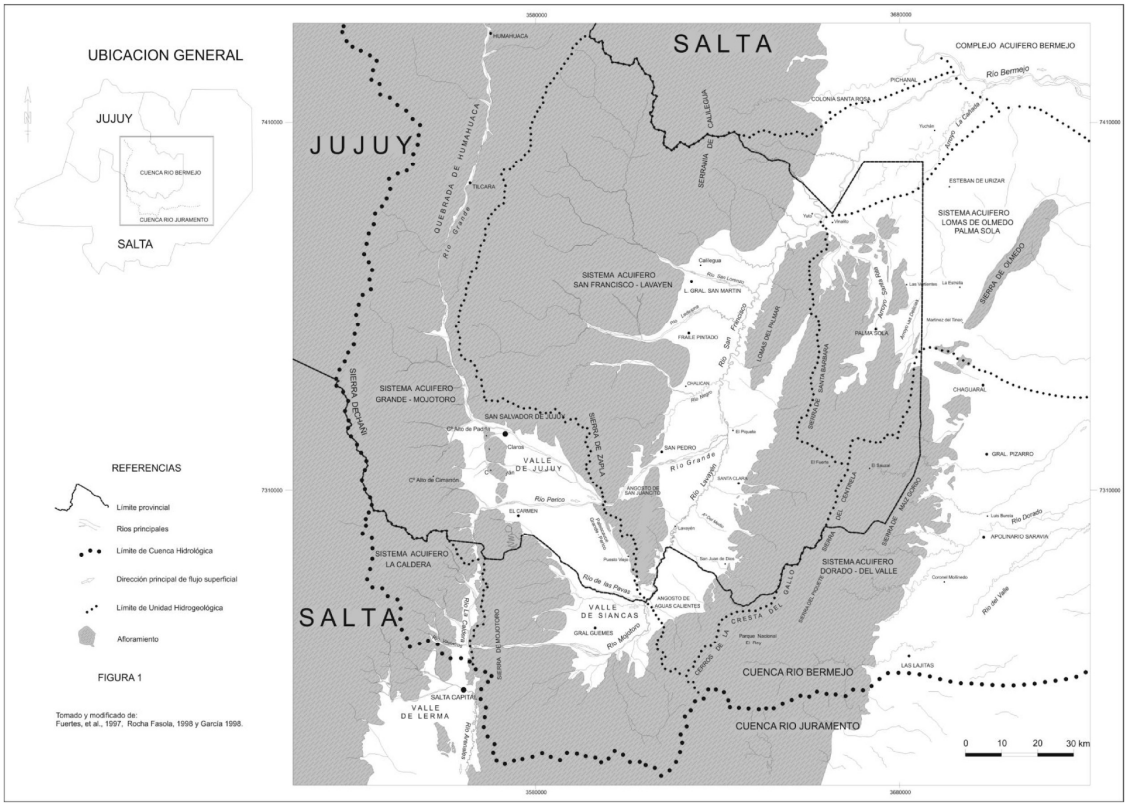


Figura 7.3: División propuesta por Garcia et al. (2008) para el estudio de los acuíferos de la región Quebrada, Valles y Yungas de Jujuy. Fuente: Garcia et al. (2008).

7.2.1 Puna

Geográficamente, la Puna argentina se ubica entre Bolivia y Chile, con la Cordillera Oriental al este y la Sierra de San Buenaventura al sur. En Jujuy, los departamentos de Rinconada, Susques, Yavi, Cochinoca y Santa Catalina forman parte de esta extensa región altiplánica, caracterizada por ser una meseta con una altura promedio de ~3500 msnm.

La industria minera del litio, con empresas como Sales de Jujuy y Minera Exar, depende en gran medida del agua subterránea para sus operaciones, además del uso de salmueras. De hecho, Sales de Jujuy extrajo 3,1 hm³ de agua subterránea entre 2021 y 2023, con una tendencia creciente en la extracción (Figura 7- 4), según datos proporcionados a la DPRH. Por otro lado, un informe técnico para Exar (Morales et al., 2016) menciona que se ha estimado un consumo de agua industrial de 120 L/s durante 40 años, lo que equivaldría a 151 hm³.

Ambas compañías gestionan una red de pozos en la cuenca endorreica de Olaroz-Cauchari. Sales de Jujuy opera 10 pozos, entre piezómetros y pozos de bombeo, ubicados principalmente en el cono aluvial de Archibarca. Por su parte, Exar cuenta con 8 pozos, la mayoría localizados en el abanico aluvial del río Rosario, con profundidades que oscilan entre 80 y 120 metros (información aportada por el personal de la empresa).

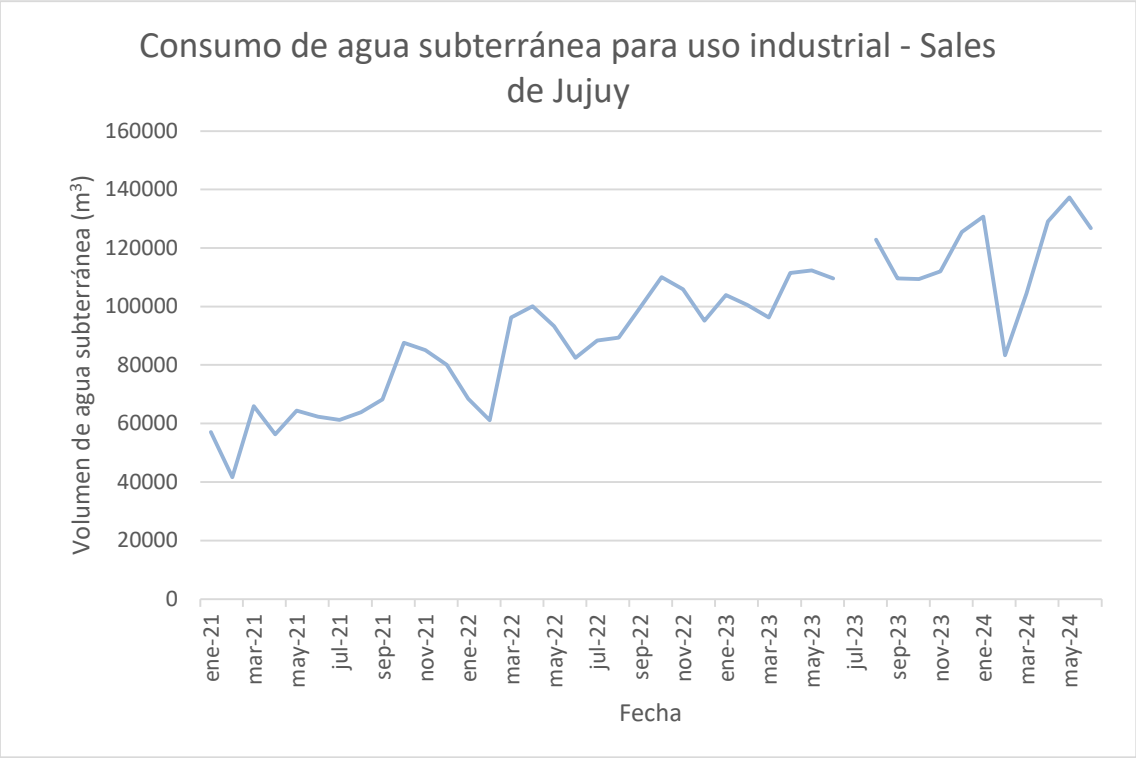


Figura 7.4: Consumo de agua subterránea para uso industrial por parte de la empresa Sales de Jujuy para el período enero de 2021 a mayo 2024. Fuente: DPRH.

Según la Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy (SMeH), varios proyectos mineros de litio en la región, entre ellos Jama, Cauchari, Formentera, Salinas Grandes, Guayatayoc, Solaroz y Susques, se encuentran en etapas avanzadas de desarrollo. La expansión de esta actividad podría aumentar la demanda de recursos hídricos subterráneos de la Puna jujeña.

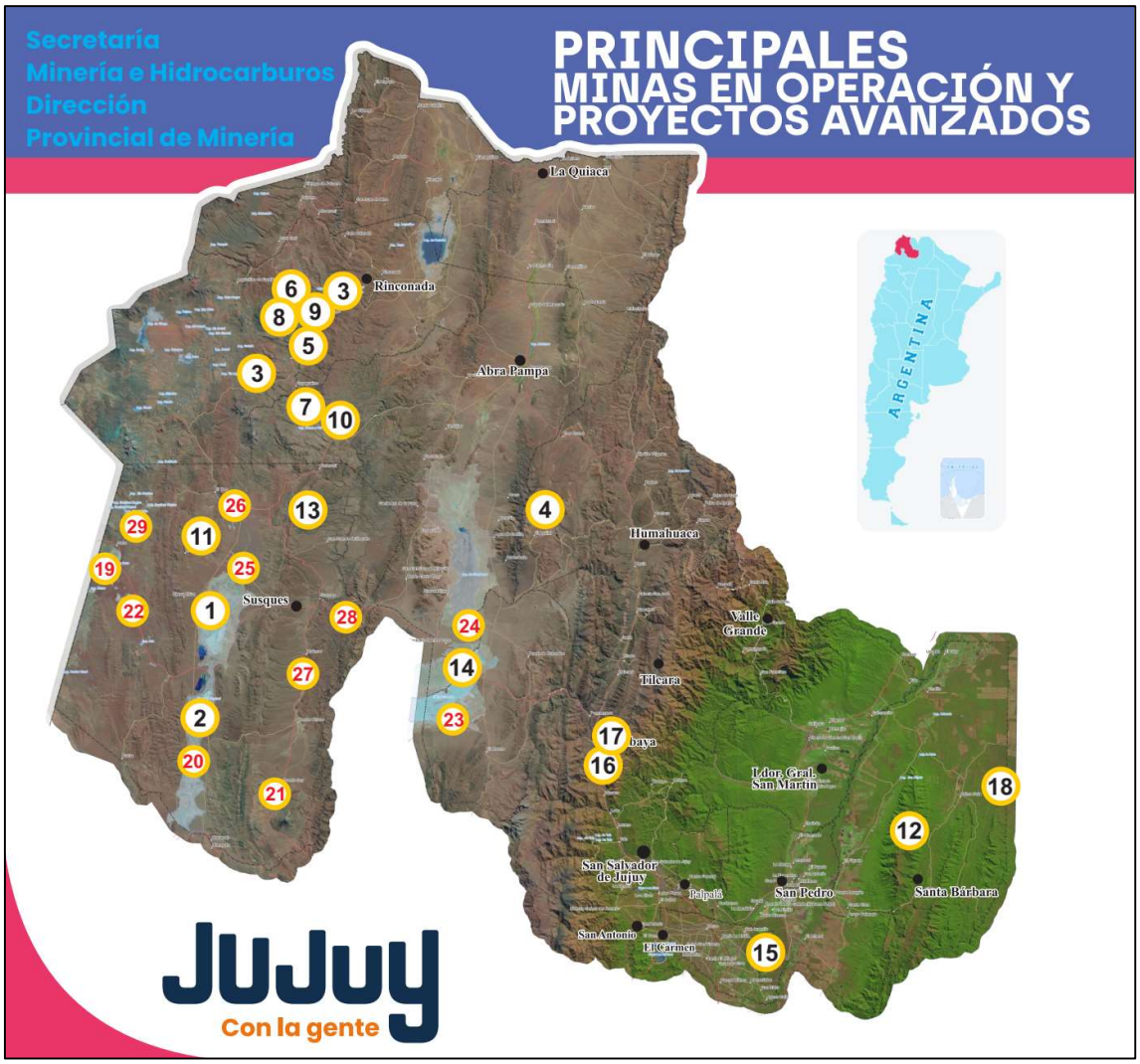


Figura 7.5: Referencia de las minas y proyectos mencionados en el texto: 1-Sales de Jujuy; 2-Minera Exar; 19- Proyecto Jama; 20- Proyecto Cauchari; 22- Mina Formentera; 23- Proyecto Salinas Grandes; 24- Proyecto Guayatayoc; 25- Proyecto Solaroz; 26- Proyecto Susques. Fuente: (Hidrocarburos S. d.)

Geología

La Puna es una región caracterizada por cordones montañosos y valles intermontanos con orientación submeridiana. La presencia de cuencas endorreicas, formadas por la tectónica andina y un sistema de fallas inversas subverticales de orientación norte-sur, da lugar a la formación de lagunas y salares en los depocentros. Estos actúan como receptáculos naturales que acumulan el agua y los sedimentos producto de la erosión de las montañas circundantes.

La estratigrafía de la Puna se inicia en el Neoproterozoico-Cámbrico con rocas metamórficas de bajo grado y areniscas del Cámbrico, aunque estas últimas no afloran en la región. El basamento visible lo constituyen areniscas marinas someras y turbiditas de ambientes marinos profundos del Ordovícico, en ocasiones intercaladas con depósitos volcaniclásticos, lavas submarinas y criptodomos. A finales del Ordovícico, la tectónica compresiva de la Fase Oclóyica deformó estas rocas, generando pliegues con un clivaje de plano axial característico, diferente al estilo de deformación andino.

Durante mediados del Mesozoico, un extenso episodio magmático originó rocas ácidas como granitos y dioritas. Posteriormente, durante el Cretácico inferior a superior, se depositaron sedimentos aluviales y areniscas fluviales del Subgrupo Pirgua, sobre los cuales se desarrollaron secuencias de calizas, pelitas y areniscas del Subgrupo Balbuena (Cretácico superior-Paleoceno), asociadas a un ambiente marino somero de baja salinidad.

Las secuencias del Neógeno comienzan con sedimentos fluviales rojizos y conglomerádicos que gradualmente se transforman en areniscas finas y pelitas. Hacia la parte superior, estos sedimentos dan paso a depósitos evaporíticos de ambientes lacustres, con intercalaciones de lavas y piroclastos.

El magmatismo del Terciario está representado por complejos volcánicos del Mioceno, compuestos por estratovolcanes de composición ácida a intermedia. Durante el Mioceno superior-Plioceno, se formaron extensos mantos ignimbríticos y se emplazaron nuevos estratovolcanes y domos de similar composición.

Las cuencas de antepaís, formadas durante el Terciario, han acumulado sedimentos clásticos y evaporitas desde el Pleistoceno. La meteorización de las laderas generó fragmentos rocosos que fueron depositados en las cuencas, principalmente por flujos torrenciales y, en menor medida, por acción eólica. Esto originó diversas geoformas, con espesores de entre 100 y 200 m.

En la zona de transición entre las laderas medias y el fondo del valle, la erosión fluvial formó abanicos aluviales debido a la disminución de la capacidad de transporte de los ríos. Los ápices de los abanicos están compuestos por conglomerados, con bloques de roca de hasta un metro de diámetro. Generalmente, los abanicos aluviales coalescen formando un depósito continuo que cubre la base de las laderas, con una pendiente que desciende hacia el centro de la cuenca, conocido como bajada.

La Figura 7.6: Corte transversal regional O-E del valle de Olaroz. 1- areniscas, pelitas y grauvacas leptometamorfizadas, 3 y 5- Basamento Ordovícico aflorante: sedimentitas marinas con intercalaciones volcánicas (3); 19 y 20- areniscas, conglomerados, pelitas, areniscas calcáreas, calizas, margas; 21 y 22- areniscas (21) y conglomerados con intercalaciones de piroclastitas (22); 44- depósitos evaporíticos; 46- depósitos de abanicos aluviales. Extraído y modificado de Seggiaro et al. (2015).Figura 7.6, extraída y modificada de Seggiaro et al. (2015), presenta un corte transversal oeste-este del norte de la depresión del valle de Olaroz. En este corte se observa la estratigrafía general de la zona, caracterizada por la presencia de altos estructurales formados por fallas subverticales, y bajos estructurales rellenos por depósitos de abanicos aluviales y evaporíticos.

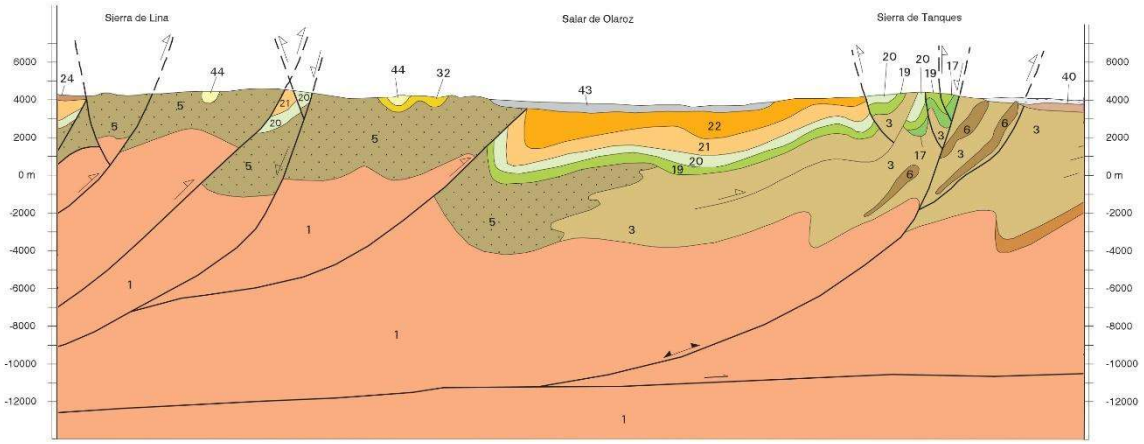


Figura 7.6: Corte transversal regional O-E del valle de Olaroz. 1- areniscas, pelitas y grauvacas leptometamorfizadas, 3 y 5- Basamento Ordovícico aflorante: sedimentitas marinas con intercalaciones volcánicas (3); 19 y 20- are 46 onglomerados, pelitas, areniscas calcáreas, calizas, margas; 21 y 22- areniscas (21) y conglomerados con intercalaciones de piroclastitas (22); 44- depósitos evaporíticos; 46- depósitos de abanicos aluviales. Extraído y modificado de Seggiaro et al. (2015).

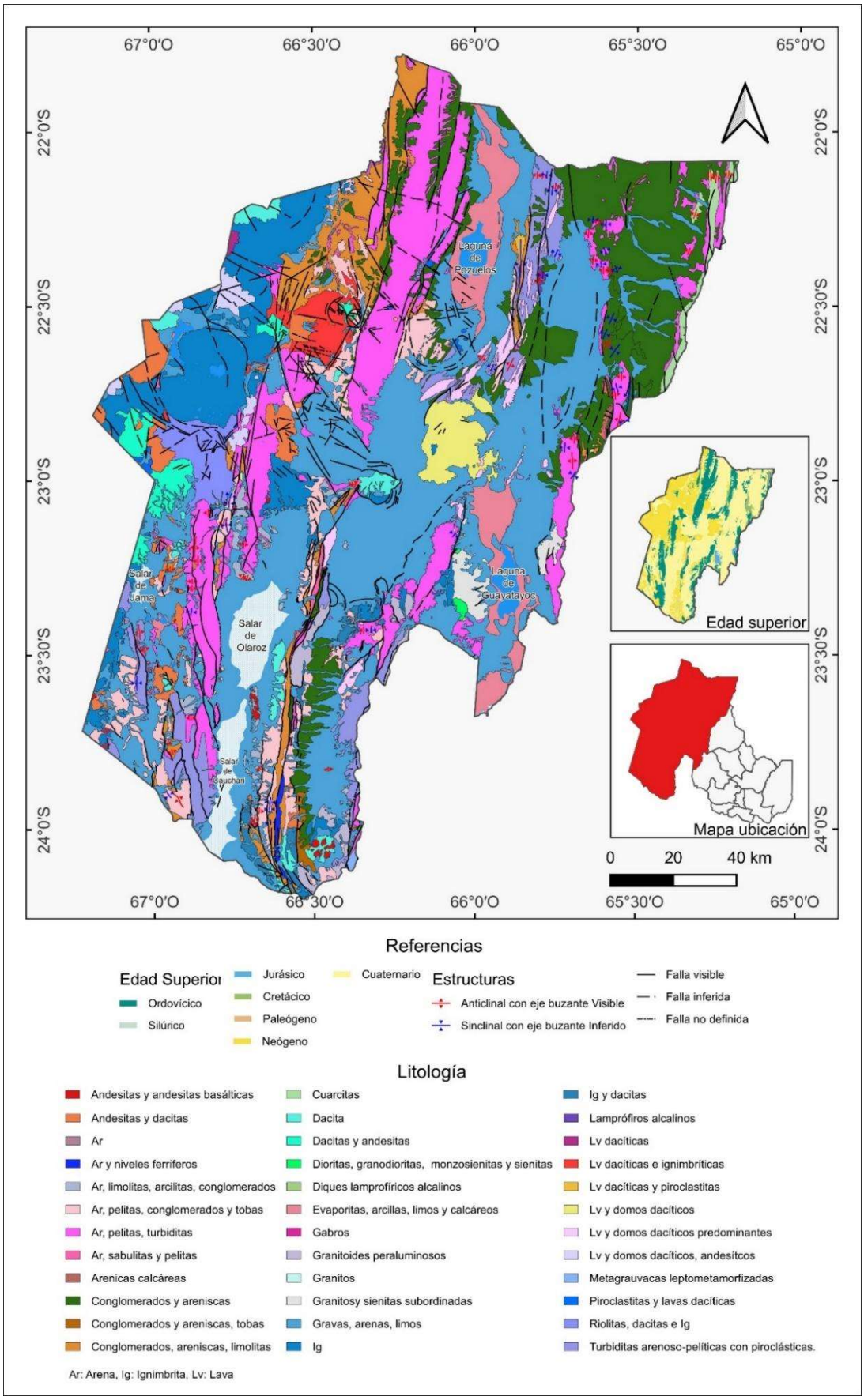


Figura 7.7: Mapa Geológico de la región Puna. Fuente: Elaboración propia a partir de capas bases del SEGEMAR y la DPRH.

Relación entre la litología y la formación de acuíferos

Rocas del Ordovícico

Los núcleos de la mayoría de los cordones montañosos de la región están compuestos principalmente por sedimentitas marinas del Ordovícico, que también conforman la base de los depósitos modernos. Estas rocas, entre las que se encuentran cuarcitas, esquistos, grauvacas, areniscas y lutitas, presentan una permeabilidad primaria nula o escasa. No obstante, debido a la presencia de numerosas fisuras, desarrollan una porosidad secundaria considerable. La magnitud de estas fisuras está directamente relacionada con el espesor, el plegamiento y el grado de tectonización de la roca. En conjunto, estas formaciones rocosas actúan como un reservorio natural para el agua de lluvia.

Las cuencas hidrográficas en estas rocas presentan una red de drenaje bien desarrollada, con valles caracterizados por subálveos anchos y someros con acuíferos permanentemente saturados. Sin embargo, la recarga de estos acuíferos es limitada durante los meses secos, lo que resulta en un escurrimiento superficial restringido a la época húmeda, dominada por fuertes crecientes de corta duración.

Acuíferos en sedimentitas Cretácico-Terciarias

En la región donde afloran sedimentitas tipo "red beds" (arcilitas, areniscas y margas) del Cretácico Superior y Terciario Inferior, la impermeabilidad del terreno es una característica predominante. A pesar de la profundidad de los lechos de ríos y arroyos, la escasa recarga hídrica impide el desarrollo de acuíferos saturados, ya sean permanentes o semipermanentes.

Rocas volcánicas

La zona de rocas volcánicas (dacitas y andesitas) del Terciario al Cuaternario inferior presenta características muy variables. En general, se observa un sistema de fisuras de enfriamiento que actúan como portadoras de agua. Esto permite el desarrollo de una red hídrica con arroyos y ríos permanentes. Los subálveos, amplios y poco profundos, dan lugar a acuíferos saturados, semipermanentes a permanentes, aunque de bajo caudal.

Piroclastitas terciarias

Las áreas con rocas piroclásticas (principalmente ignimbritas, tobas y tufitas) muestran variaciones en su permeabilidad según el tipo de depósito. Aquellas depositadas bajo el agua (en antiguas lagunas) suelen tener baja permeabilidad debido a la transformación de micas en arcillas. Esto genera un relieve suave y ondulado, con poca red hídrica y valles bien definidos. Por otro lado, las rocas piroclásticas depositadas en ambientes subaéreos presentan alta permeabilidad, lo que da lugar a relieves planos tipo meseta con escasa red hídrica. En las zonas donde se encuentran capas de diferente permeabilidad, se forman torres, paredes y cañones con una red hídrica bien desarrollada. El contacto entre las piroclastitas subaéreas y subacuáticas se reconoce por la presencia de manantiales.

Sedimentos del Cuaternario

Las cuencas intermontanas se rellenan con sedimentos continentales del Terciario y Cuaternario, como conglomerados, fanglomerados, arcillas, arenas y areniscas. La permeabilidad de estos sedimentos es variable, dependiendo de la cantidad de arcilla y limo. Esta variabilidad influye en la formación de acuíferos, los cuales presentan caudales diversos según su área de recarga y exposición. En las cuencas de mayor tamaño, se observan acuíferos profundos, algunos con agua salada, intercalados con lentes de agua dulce, especialmente en las zonas de recarga cercanas a la desembocadura de los afluentes. Es común encontrar manantiales de diverso tamaño en las zonas de contacto entre el basamento rocoso y estos sedimentos.

Tipo	Litología	Características	Permeabilidad	Característica de los acuíferos
Sedimentitas ordovícicas	Areniscas, turbiditas	Núcleos de cordones montañosos, basamento. Redes de drenaje bien desarrollada.	Buena permeabilidad secundaria por fracturas	Permanentes, saturados de recarga restringida a las épocas húmedas
Sedimentitas cretácico – terciarias	arcilitas, areniscas y margas	Rocas tipo “red beds”.	Impermeables	Escaso desarrollo de niveles acuíferos
Sedimentos modernos	Conglomerados, fanglomerados, arenas y arcillas	Relleno de fosas tectónicas, abanicos y depósitos aluviales	Variable (dependiente del % de fracción fina)	Saturados
Piroclastitas	ignimbritas, tobas y tufitas	Depositada en lagunas	Muy baja permeabilidad	-
		Depositadas en ambientes subaéreos	Alta permeabilidad	
Vulcanitas	Dacitas y andesitas	Red hídrica con arroyos y rios permanentes, subálveos amplios y poco profundos	Variable	Saturados, permanentes a semipermanentes

Tabla 7.3: Características hidrogeológicas de las unidades litológicas de la Puna.

Niveles acuíferos

Cuenca del río La Quiaca

La cuenca hidrográfica del río La Quiaca se origina en la Sierra de Santa Victoria. Si bien los piedemontes presentan alta permeabilidad, las perforaciones se dificultan debido a la predominancia de cuarcitas cámbricas, de gran dureza.

En general, se observa un acuífero libre en los depósitos cuaternarios de la cuenca, compuesto por arenas y rodados cuarcíticos, así como por lutitas ordovícicas. Los afloramientos de rocas ordovícicas exhiben una alta permeabilidad secundaria debido a fisuras.

Un estudio inédito, realizado a fines de la década de 1990 para la Dirección de Agua Potable y Saneamiento de Jujuy, analizó la cuenca del río La Quiaca con el fin de cuantificar el recurso hídrico disponible. El objetivo principal fue evaluar la factibilidad de construir una obra de captación subsuperficial tanto en el río La Quiaca como en la localidad de Barrios. A continuación, se presentarán los resultados más relevantes de dicho estudio.

Zona del río Barrios: el agua de las precipitaciones e infiltraciones en la base de la Sierra Santa Victoria y los cursos fluviales superiores se canaliza a través del acuífero que conforma el relleno aluvial del río. Este flujo subterráneo, con dirección noroeste, encuentra un obstáculo en los afloramientos ordovícicos al norte del cordón de Pumahuasi, lo que provoca un ascenso gradual del nivel freático. Este acuífero, ubicado en la parte distal de los conos y bajadas aluviales, presenta un alto contenido de materiales finos que le confieren baja transmisividad. Como resultado, se evidencia un deficiente drenaje en los alrededores de la localidad de Barrios, donde son comunes los bañados y áreas anegadas.

La interpretación de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEVs) indica que la cobertura moderna presenta espesores variables, entre 7 y 18 m. El informe menciona la perforación de dos pozos, uno de 1,4 m y otro de 3,5 m. Uno de ellos resultó improductivo, aunque no se especifica cuál. En el pozo productivo se realizaron ensayos de bombeo, los cuales permitieron establecer valores de permeabilidad para el acuífero de 3 m/día (determinado por test de bombeo) u 8 m/día (según análisis granulométrico - Breddin).

Zona Ojo de Agua: La zona de Ojo de Agua presenta un relleno de sedimentos modernos, con variaciones en su composición, que alcanza una profundidad de entre 5 y 14 m, según la interpretación de los SEVs. Se realizó un único pozo de exploración de 1 m de profundidad, el cual arrojó un valor de permeabilidad de 54 m/día. A pesar de esta buena permeabilidad, la falta de pendiente topográfica que permita el flujo natural del agua hacia la ciudad de La Quiaca llevó a descartar la zona para estudios posteriores.

Zona de Mina Yuraj: este sector está conformado por secuencias ordovícicas de origen marino (lutitas, limolitas y areniscas), las cuales afloran en el sector norte de la cuenca. Sobre estas secuencias, en discordancia angular, se dispone un complejo de piroclastitas friables y porosas del Neógeno, con intercalaciones de arcillas caoliníticas. Estos afloramientos se encuentran al norte, sur y oeste del área en cuestión. Finalmente, cubriendo las unidades anteriores, se depositaron sedimentos modernos de tipo aluvial-coluvial, compuestos por gravas, arenas y arcillas en menor proporción.

La falla Tafna, de orientación submeridional y transversal al flujo del río, pone en contacto unidades cuaternarias permeables con el basamento ordovícico o con sedimentitas neógenas, ambas de baja permeabilidad. Esto la convierte en una barrera hidrogeológica que regula la circulación del agua subterránea.

La interpretación de los *SEVs* les permitió afirmar que en la zona existe una cobertura moderna, con facies favorables para su explotación, que alcanza una profundidad promedio de 3,8 metros.

Los valores de transmisividad y permeabilidad del acuífero, determinados mediante ensayos de bombeo, fueron de 5194 m²/día y 1298 m/día con un caudal de 7,2 L/s, y de 4269 m²/día y 1067 m/día con un caudal de 11,7 L/s, respectivamente.

Cuenca de Olaroz – Cauchari

El trabajo de Morales et al. (2016) ha contribuido al conocimiento de los acuíferos en la cuenca endorreica de Olaroz-Cauchari, específicamente en el cono de Archibarca y el abanico aluvial del río Rosario. Mediante SEVs y perfiles de pozos, identificaron características hidrogeológicas de estas áreas, las cuales se detallan a continuación.

El **cono de Archibarca**, ubicado al oeste de la cuenca, entre el salar de Olaroz y el salar de Cauchari, presenta tres unidades hidrogeológicas principales:

- **Acuífero superior:** Acuífero libre y de agua dulce compuesto por gravas y arenas, con una disminución gradual de la presencia de gravas de oeste a este. En las zonas medias del abanico, este acuífero puede alcanzar los 50 m de espesor, disminuyendo hasta los 15 m en las zonas marginales e incluso desapareciendo en algunos puntos. Esta unidad contiene tanto la zona no saturada como la saturada del acuífero libre, y presenta agua salobre en las proximidades del salar.
- **Acuitardo:** Compuesto por arcillas, con posibles intercalaciones de arenas y limos. Los datos estratigráficos sugieren que se vuelve más somero y de mayor espesor (hasta 50 m) al acercarse al contacto del abanico con el borde del salar.
- **Acuífero inferior:** Acuífero salino confinado, compuesto por arenas en sus facies más someras, con intercalaciones de arcilla y sales masivas en profundidad. Su profundidad aumenta con la distancia al salar. En las áreas de interés prospectivo, se encuentra a unos 120 m de profundidad.

Por otro lado, el **abánico aluvial del río Rosario** ubicado al norte del salar de Olaroz, se estima que tiene un espesor de 400 m de materiales asociados a la llanura de inundación, con un ancho de 8 km. Un pozo perforado en la zona muestra una alternancia de arenas y gravas con arenas finas en los primeros 200 m, lo que indica un acuífero libre poroso sin capas confinantes. Es posible que predominen las fracciones finas y desaparezcan los materiales gruesos en las zonas más distales del abanico.

Según Casini y Romero (2022), la conductividad hidráulica de los acuíferos superiores disminuye hacia el centro de la cuenca, alcanzando su valor más bajo en el depocentro (Figura 7.10)

La ubicación de los pozos de agua industrial de ambas empresas respalda lo expuesto por Morales. La mayoría de los pozos se encuentran en la zona apical del abanico aluvial del río Rosario, elegida por la menor salinidad de sus aguas (Figura 7.8).

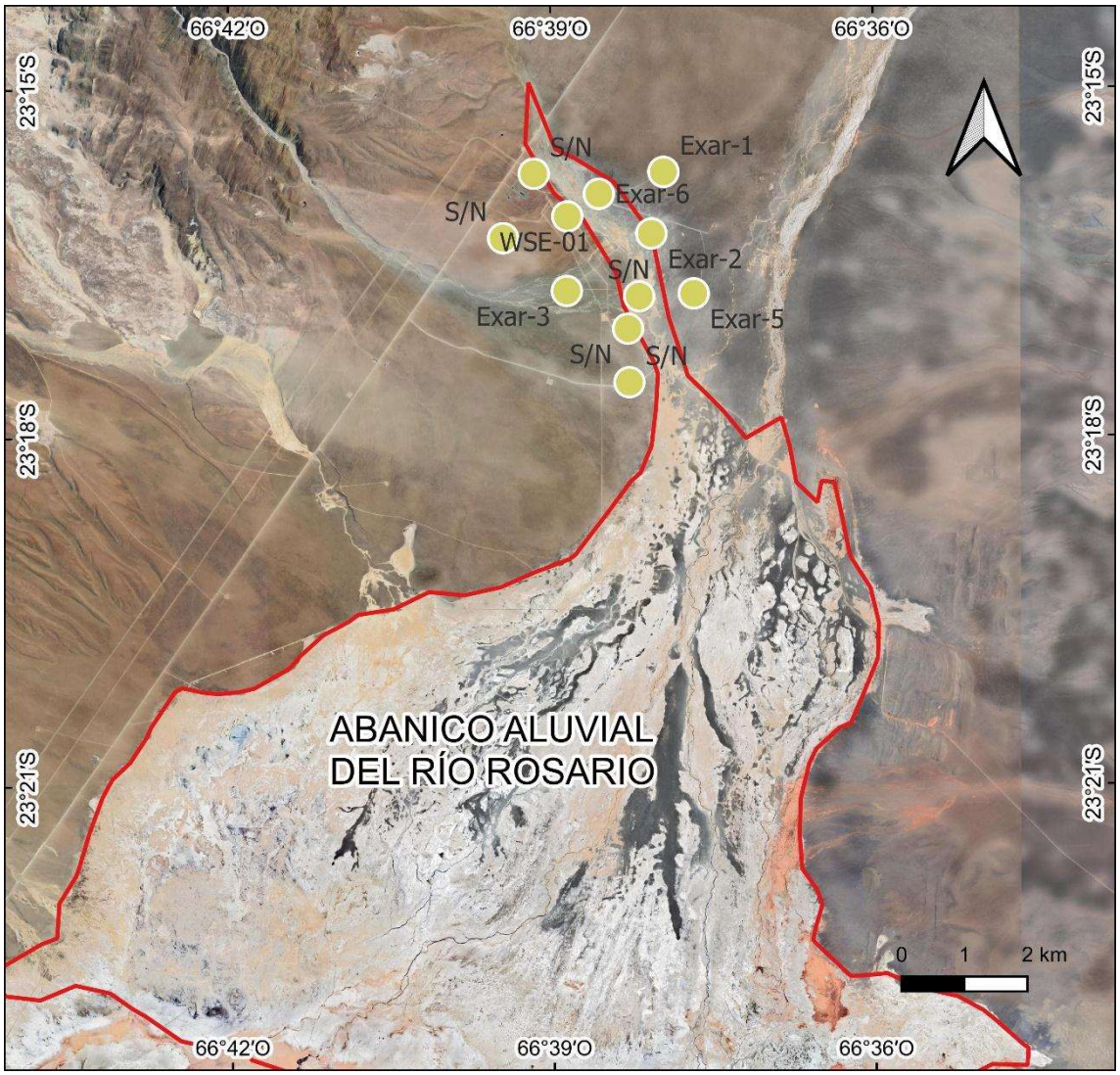


Figura 7.8: Ubicación de pozos de agua industrial de las empresas Sales de Jujuy y EXAR ubicados en el abanico aluvial del río Rosario.

En cuanto a los pozos de Sales de Jujuy, la información proporcionada por la SMeH indica que están ubicados en la zona media del cono aluvial de Archibarca. Según Morales et al. (2016), esta área presenta acuíferos libres con espesores de hasta 50 m. Los pozos extraen agua del acuífero libre superior, como se detalla en la tabla siguiente:

Pozo	Tipo de acuífero	Nivel productivo (mbbp)	Nivel estático (mbbp)
WSE-02	Libre	26,6 – 26,5	22
WSE-03	Libre	11 – 35 / 41 – 53	18
WSE-04	Libre	9 – 33 / 39 – 51	26

Tabla 7.4: Pozos de la empresa Sales de Jujuy en el cono de Archibarca. Datos extraídos de la Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

El volumen de agua embalsada en el cono de Archibarca se estimó en 380 hm³, mientras que en el abanico aluvial del río Rosario se calculó en 5760 hm³. Estas estimaciones en

Morales et al. (2016) requieren ser actualizadas con datos de pozos más recientes para obtener una mayor precisión.

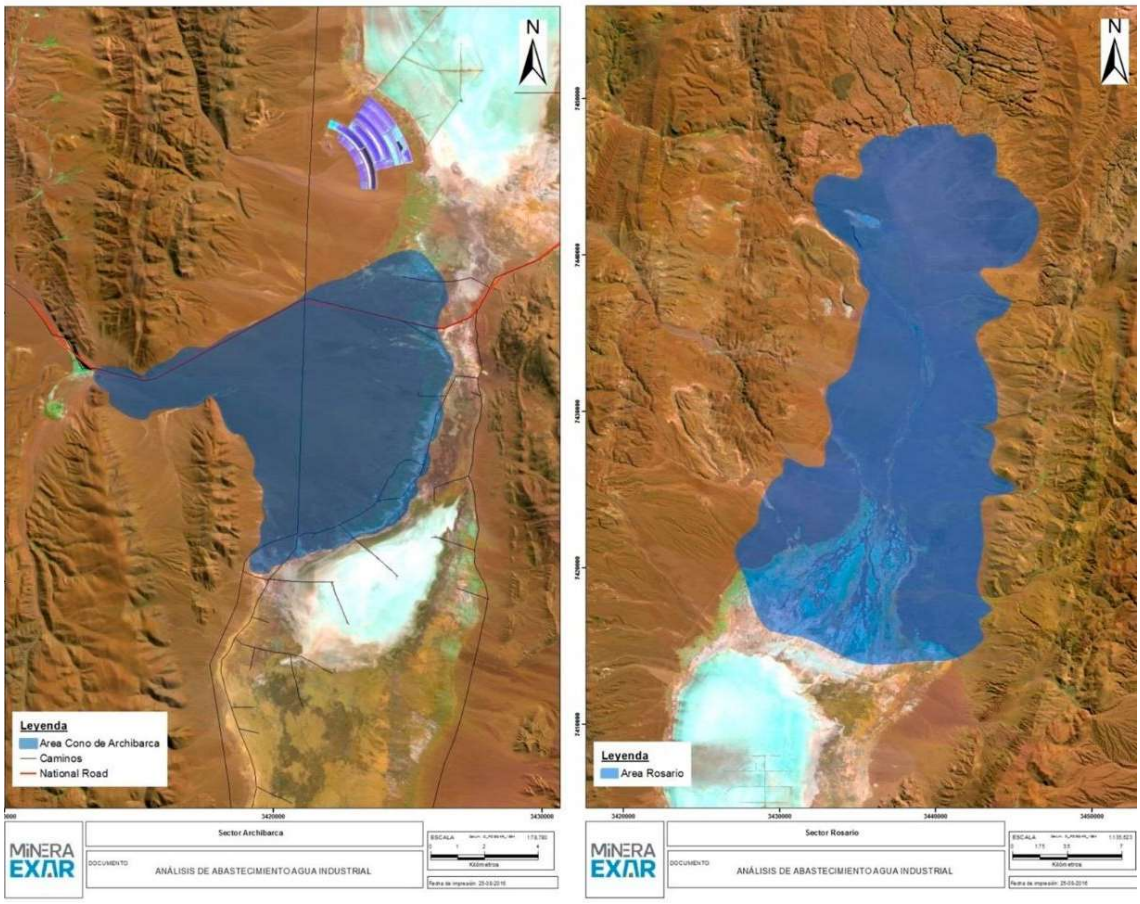


Figura 7.9: Áreas de reservas de agua para el cono del río Archibarca (izquierda) y para el abanico aluvial del río Rosario (derecha). Fuente: Morales et al., 2016.

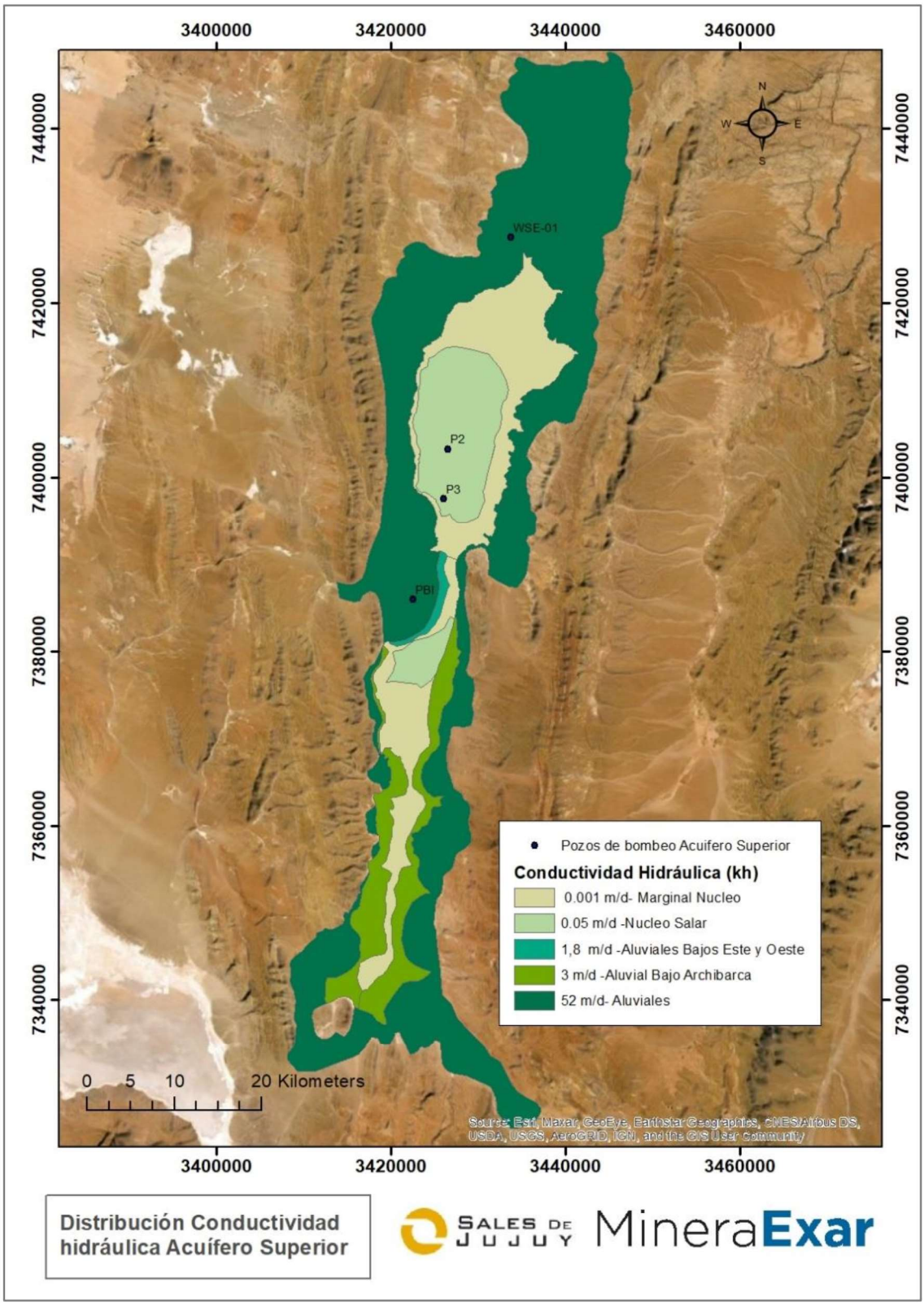


Figura 7.10: Mapa de conductividad hidráulica para el acuífero superior de la cuenca de Olaroz – Cauchari. Fuente: Casini & Romero (2022).

Valle de Huaitiquina

El Valle de Huaitiquina, situado a 4280 msnm en el límite entre Salta y Jujuy y en la frontera con Chile, se caracteriza por su estrechez y por contener la vía que conduce a

Antofagasta (Chile) (Alcalde, 2008). Este valle alberga un acuífero libre, confinado en una formación de gravas arenosas de origen fluvio-aluvial que data del Pleistoceno. Alcalde (2008) señala que, a través de estudios hidrogeológicos que emplearon métodos geoeléctricos, se logró determinar la profundidad del acuífero, estableciendo su techo a 19 metros y su base a 50 metros. El agua del acuífero es apta para consumo humano y ganadero.

Valle de Catua

El pueblo de Catua se encuentra en el valle homónimo, a 4.000 msnm, sobre la Ruta Nacional 51. Según Alcalde (2008), el valle se caracteriza por la presencia de un acuífero libre, confinado en depósitos fluvio-aluviales del Cuaternario, aunque en algunos sectores puede presentar condiciones de semi-confinamiento. Este acuífero tendría una potencia de 20 m, con el techo a 30 m de profundidad y la base a 50 m.

Valle del río Pastos Chicos

De acuerdo con el estudio de Alcalde (2008), el valle del río Pastos Chicos presenta un desarrollo submeridiano y exhibe características hidrogeológicas distintivas. Su vertiente oriental, ubicada en la sierra de Cobres, se compone principalmente de lutitas y volcanitas ordovícicas. Alcalde (2008) señala que estas formaciones presentan una elevada permeabilidad secundaria. La vertiente occidental, por otro lado, corresponde a la sierra de Tanque y está conformada por formaciones continentales neógenas, lutitas ordovícicas y sedimentitas cretácicas del Grupo Salta.

En el pie de monte de la vertiente occidental, Alcalde (2008) describe la presencia de una acumulación clástica del Pleistoceno de alta permeabilidad. Esta formación alberga un acuífero libre con agua de excelente calidad química. Sin embargo, Alcalde (2008) observa que la calidad del agua disminuye hacia la zona deprimida del valle, donde escurre el río Pastos Chicos. En esta zona, el acuífero presenta una potencia de 34 m, con el techo a 38 m de profundidad y la base a 72 m

Piezometría

Se elaboraron mapas piezométricos para ciertas áreas de la Puna, específicamente en las cuencas de Pozuelos, Salinas Grandes y Olaroz–Cauchari. Para ello se utilizaron los datos disponibles sobre los niveles estáticos de los pozos. Sin embargo, este análisis presenta algunas limitaciones:

- **Precisión topográfica:** La falta de datos topográficos precisos de las bocas de pozos obligó a utilizar un modelo de elevación digital SRTM para obtener sus cotas.
- **Variación temporal:** Las fechas de medición de los niveles estáticos no siempre coinciden, lo que puede afectar la precisión del mapa, especialmente en sectores donde el nivel estático varía según la época del año.
- **Distribución espacial:** La distribución de los pozos no es óptima para obtener una buena resolución en los mapas piezométricos.

A pesar de las limitaciones mencionadas, se elaboraron mapas piezométricos mediante la siguiente metodología:

1. **Conversión a niveles piezométricos:** Los niveles estáticos medidos en las bocas de pozo se convirtieron a niveles piezométricos, referidos al nivel del mar.
2. **Interpolación:** Se utilizaron métodos de interpolación, como el método spline, para generar los contornos piezométricos a partir de los datos puntuales.

Resultados:

En la cuenca de la Laguna de Pozuelos, los niveles piezométricos disminuyen hacia el depocentro, lo que indica un flujo de agua desde las zonas altas hacia esta área. Sin embargo, en la zona norte se observa una reducción del potencial hidráulico en dirección norte, mientras que en la porción sureste ocurre lo mismo, con una disminución del potencial hacia el este.

Es importante destacar que la aparente inversión del flujo de sur a norte se basa en una diferencia de nivel piezométrico de solo 4 metros, lo que podría deberse a la utilización del modelo de elevación SRTM para la normalización de los niveles estáticos. Además, en la zona sureste no existen puntos de control que validen la interpolación en esa área.

En la cuenca hidrográfica de Salinas Grandes, la disminución de las líneas equipotenciales en la zona norte indica un flujo de agua hacia el sur y el este, en concordancia con el flujo superficial de la región. Un patrón similar se observa en la zona sur de la cuenca, donde el flujo se dirige de norte a sur.

En el cono de Archibarca, los niveles piezométricos disminuyen hacia el sur, lo que indica un flujo subterráneo en esa dirección. La interpolación sugiere un aumento de los niveles de este a oeste, lo cual contradice la tendencia de los acuíferos de la región a seguir la pendiente del terreno. Es probable que esta discrepancia se deba a la baja densidad de pozos.

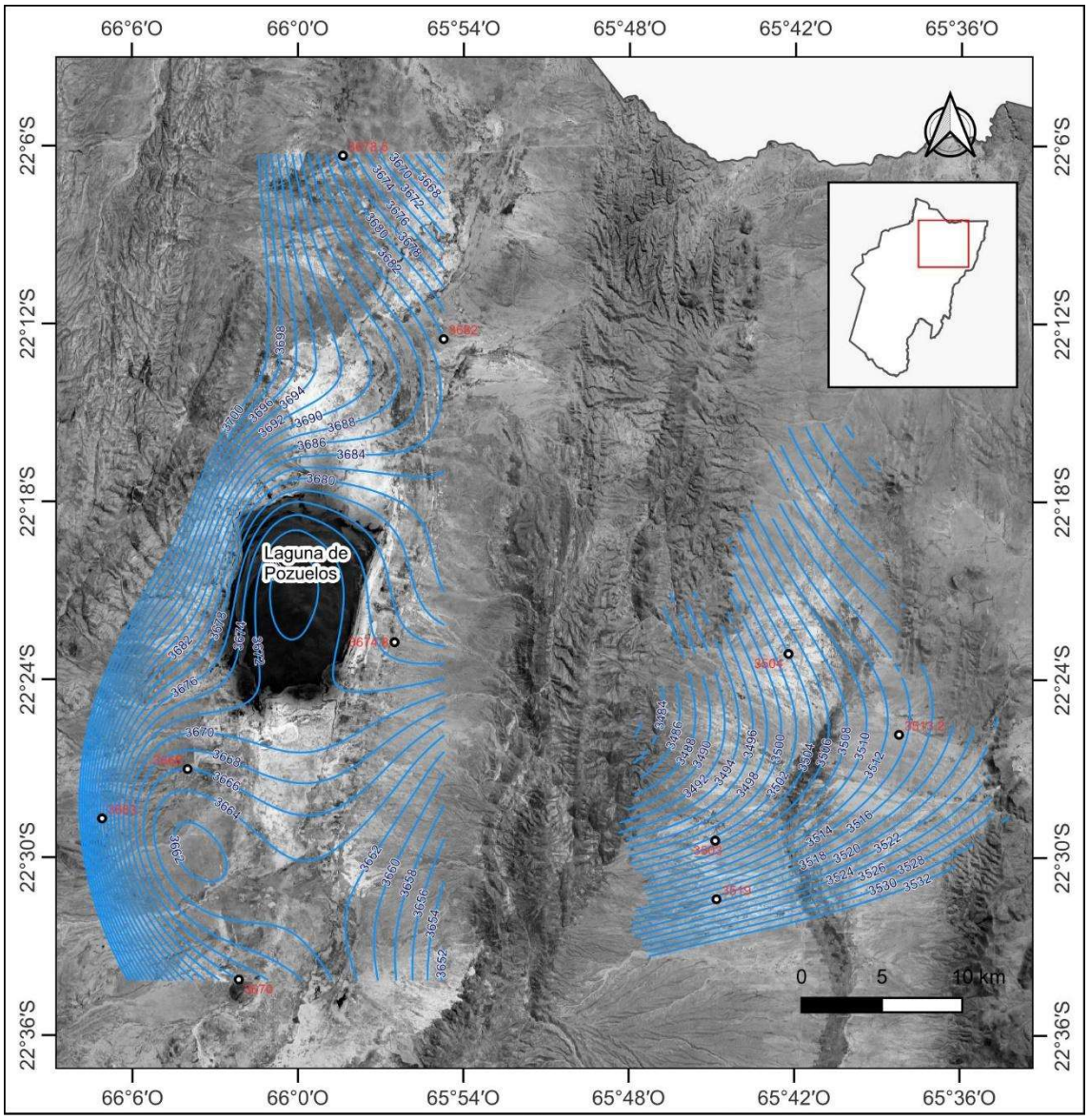


Figura 7.11: Mapa piezométrico del sector norte de la Puna jujeña, cuenca de Pozuelos y de Salinas Grandes. Elaboración propia a partir de datos de la DPRH.

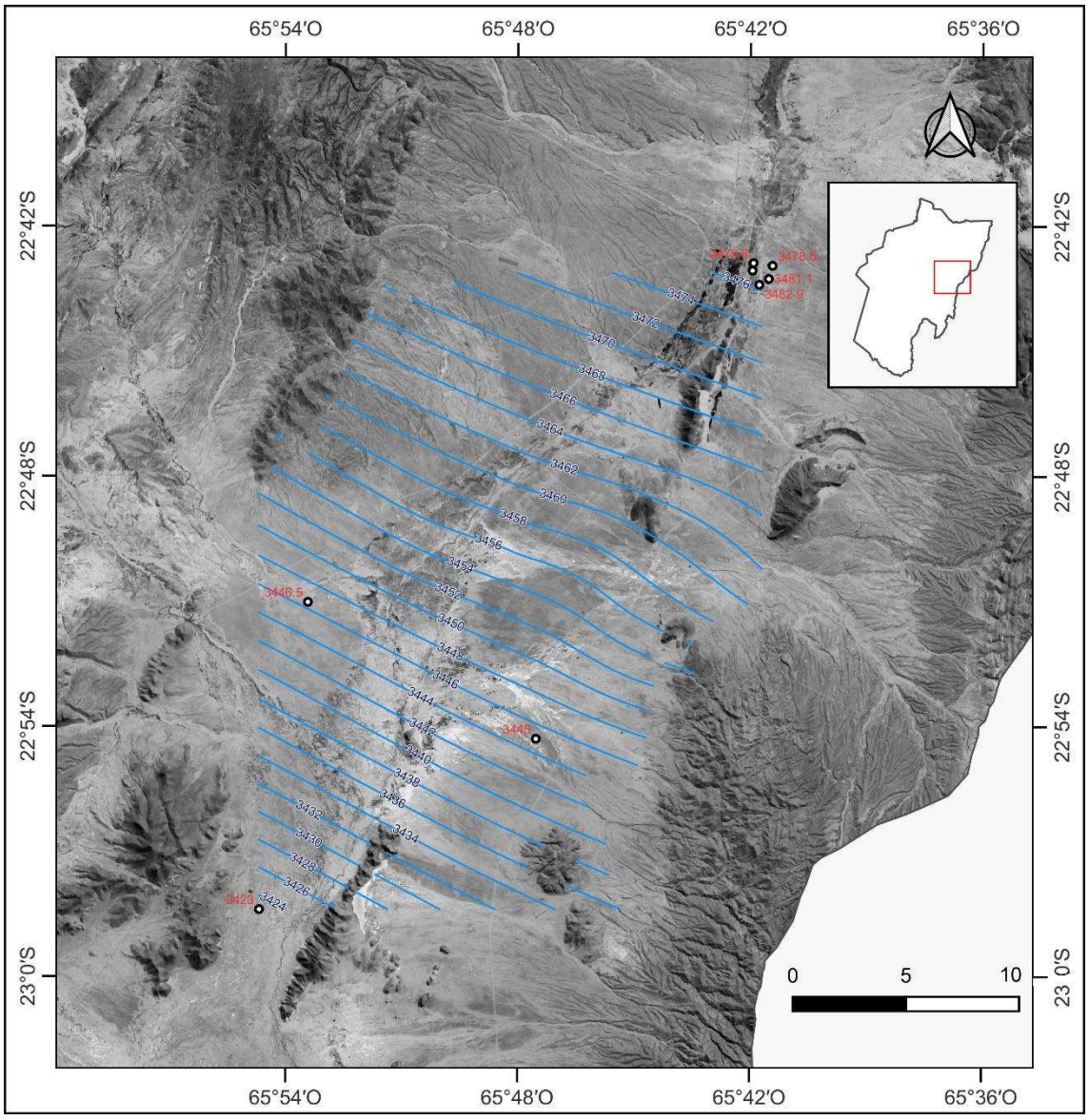


Figura 7.12: Mapa piezométrico del sector este de la Puna jujeña, cuenca de Salinas Grandes. Elaboración propia a partir de datos de la DPRH.

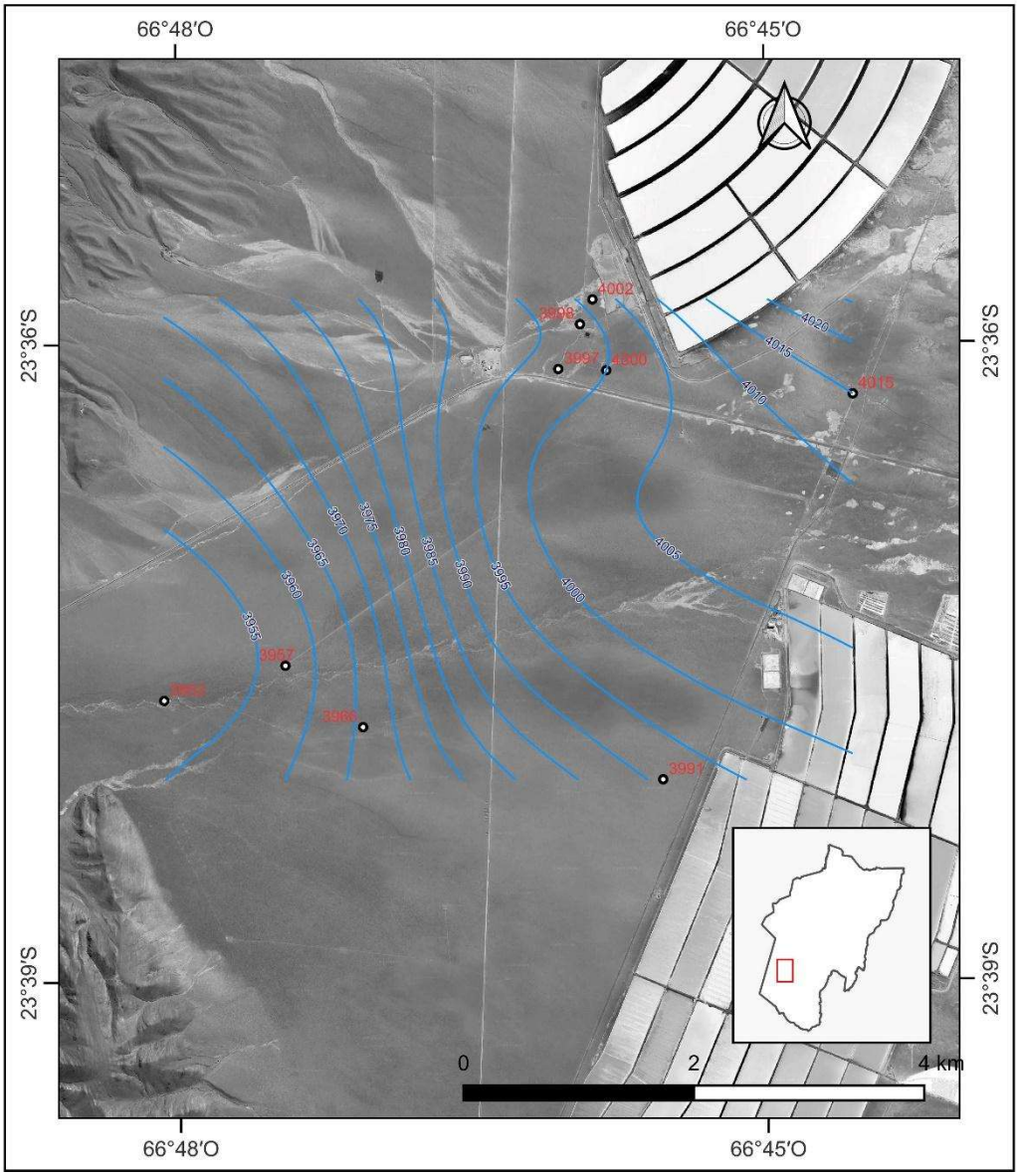


Figura 7.13: Mapa piezométrico del cono de Archibarca, cuenca de Olaroz – Cauchari. Elaborado a partir de datos de la DPRH.

Hidroquímica de aguas subterráneas en la Puna

La caracterización hidroquímica de las aguas de la Puna se hará a partir de una amplia gama de datos, incluyendo informes técnicos del CFI, estudios ambientales de la industria minera y literatura científica especializada. Esta información, sumada a los análisis químicos disponibles de empresas mineras y Agua Potable de Jujuy S.E., permitirá obtener un panorama más detallado de la composición química de las aguas.

A continuación, se presentan los datos relevantes sobre la química de las aguas en la Puna.

Los informes de monitoreo ambiental participativo de EXAR S.A. para la cuenca hidrológica de Olaroz-Cauchari presentan análisis químicos de cuatro puntos de agua subterránea. Sin embargo, estos informes no especifican la profundidad de los pozos ni la profundidad a la que se extrae el agua, lo que limita la interpretación de los resultados.

La ubicación y los resultados químicos de estos puntos se detallan en las Tabla 7.2 y Tabla 7.3.

Punto	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
Casa del Guardaparque	23°19'40,84''S	66°35'42,03''O
Pozo Puesto Nieva	23°37'33,43''S	66°50'53,29''O
Pozo Afluente Este	23°59'28,57''S	66°42'49,55''O
Pozo EXAR 6	23°15'54,55''S	66°38'33,23''O

Tabla 7.5: Coordenadas de los puntos monitoreados en EC & Asociados (2023)

Parámetro	Unidad	Casa Guardaparque	Puesto Nievas	Afluente Este	Exar 6
pH	UpH	7,7	7,3	7,2	8,1
Conductividad a 25 °C	µS/cm	999	2047	2215	2500
SDT a 180 °C	mg/L	704	1352	1242	1400
Arsénico	mg/L	0,07	0,103	< 0,01	0,520
Boro	mg/L	5,200	52,500	6,500	37,100
Alcalinidad de Carbonato	µg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Alc. de Bicarbonato	mg/L	101	172	420	191
Calcio	mg/L	67,1	106	128	24,3
Magnesio	mg/L	7,5	20,7	43	12,4
Cloruro	mg/L	219	131	343	629
Potasio	mg/L	10,4	19,1	9,1	28,6
Sodio	mg/L	111	289	296	443
Sulfato	mg/L	62,6	412	292	77,5

Tabla 7.6: Resumen de los resultados del Monitoreo Ambiental Participativo de EXAR para aguas subterráneas, septiembre de 2023. EC & Asociados (2023)

El análisis del agua de los pozos estudiados revela una salinidad variable, que va de ligeramente salobre a salobre. La muestra con menor concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT) proviene de la Casa del Guardaparque. Sin embargo, el informe indica que la concentración de SDT varía a lo largo del año, con valores más altos durante la época seca (junio a septiembre).

Es interesante notar que la variación de SDT en el pozo "Afluente Este" es menos pronunciada que en la Casa del Guardaparque. Una posible explicación, considerando la información disponible, es la diferencia en la fuente de agua. La Casa del Guardaparque se ubica en el abanico aluvial del río Rosario, un afluente importante del salar de Olaroz, que podría diluir la concentración de SDT durante la época húmeda. Por otro lado, "Afluente Este" se encuentra al sur del salar de Cauchari, en la margen derecha de un río con menor caudal.

Es importante destacar que esta es solo una hipótesis. Para confirmarla, se requiere información adicional, como el caudal de los pozos y la profundidad de los niveles acuíferos.

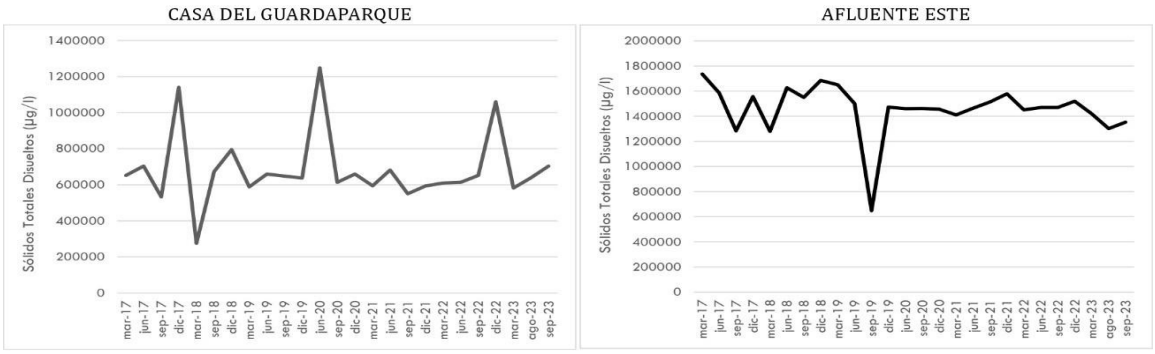


Figura 7.14: Evolución de STD para dos puntos de monitoreo. Fuente: EC & ASOCIADOS (2023).

En el caso del pozo "Puesto Nieva", se observa que los valores de boro y sus variaciones son muy altos, especialmente durante los meses de mayor humedad. Esto podría estar asociado a la disolución del boro en los depósitos evaporíticos presentes al sur del pozo, por el agua disponible de los deshielos y precipitaciones.

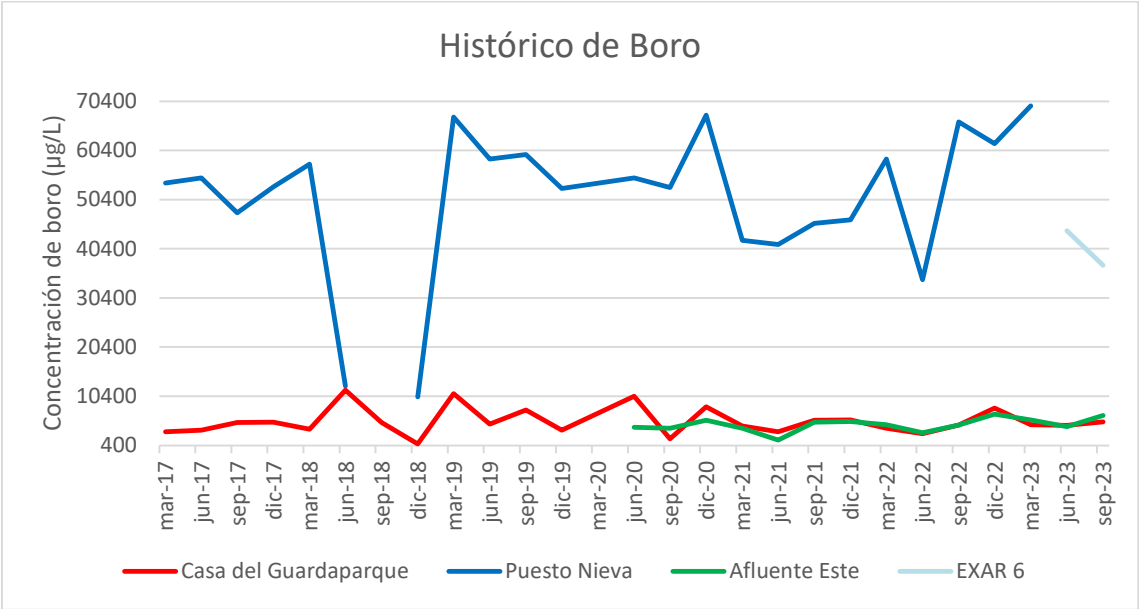


Figura 7.15: Mediciones históricas de boro en los pozos monitoreados. EC & ASOCIADOS (2023).

De acuerdo con la clasificación de Piper, las aguas subterráneas del abanico aluvial del río Rosario son cloruradas sódicas, mientras que la muestra del abanico aluvial de Archibarca es del tipo sulfatada sódica. En cuanto a la muestra denominada Afluente Este, ubicada al sur de la cuenca, es levemente clorurada sódica.

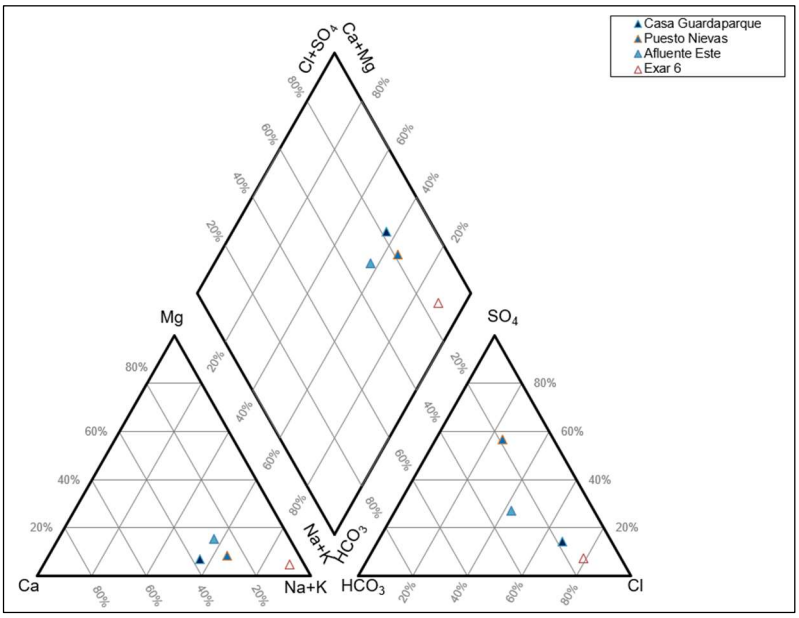


Figura 7.16: Diagrama Piper para muestras de agua subterránea en la cuenca de Olaroz Cauchari. Fuente: EC & ASOCIADOS (2023).

En un estudio de Murray *et al.* (2019), se analizaron 28 muestras de aguas subterráneas en la cuenca de la Laguna de Pozuelos. La mayoría de las muestras fueron clasificadas como bicarbonatadas cálcicas o sódicas, con predominio de calcio. Se observó una transición hacia aguas bicarbonatadas sódicas a medida que las muestras se acercaban a la laguna. En la mayoría de los casos, el pH es cercano a 7. Según la cantidad de sólidos disueltos, se clasifican como aguas dulces.

Muestra	Fecha de muestreo	PH	Cond (uS/cm)	TDS (ppm)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	SO_4 (mg/L)	Cl (mg/L)	HCO_3 (mg/L)	NO_3 (mg/L)	PO_4 (mg/L)	F (mg/L)
WI-DS	jun-13	6,98	612	ND	74,7	11,1	42,7	11,4	78,3	34,8	190,3	2,6	2,17	<0,08
W2-WS	mar-12	6,94	348	235	27,8	5,1	29	9	44,6	17,8	98,8	0,5	0,06	0,07
W2-DS	jun-13	7,81	310	248	25,5	4,3	27,5	8,1	32,4	17,9	102,5	<0,08	2,59	<0,08
W4-DS	jun-13	8,38	631	316	39,6	6,6	60,6	21	121,3	36,1	106,1	35,3	1,48	<0,08
W5-DS	jun-13	6,89	624	ND	27,4	4,5	59	22,6	46,8	79,5	87,8	45,4	2,9	0,23
W5-DS	may-15	6,7	510	255	23,3	4,2	50,4	17,3	52	51,1	89,6	50,5	1,88	0,54
W5-DS	may-17	7,58	744	393	29	5,9	70,9	25,7	66,6	97,4	87,2	98,9	1,16	0,28
W7-DS	jun-13	7,02	233	ND	8,7	4	27,9	7,9	17,1	9,6	84,2	3	1,29	<0,08
W12-DS	may-17	7,96	131	69	10,7	2,7	13,5	3,4	18	7,3	47,1	10,9	<0,04	0,23
W13-DS	dic-16	8,46	204	108	12,2	1,7	18,5	5,2	26,9	9,8	56,3	10,1	0,2	0,06
W13-DS	may-15	7,48	197	104	13,1	1,7	16,8	5,1	26,9	9,5	58,2	8,4	0,26	0,11
W15-DS	may-17	7,26	645	343	58,8	5,3	57,5	14,9	142	26,8	185	8	<0,04	0,17
W16-DS	may-17	7,7	156	84	9,6	2,3	12,5	5	19,9	6,2	49,9	7	0,31	0,09
W6-WS	feb-11	7,9	867	318	45,5	32,1	81,7	20,7	104,6	123,9	127,5	ND	ND	<0,3
W6-DS	jun-13	7,53	737	ND	35,3	18	83,4	17,3	102,4	63,7	157,4	22,4	0,93	0,21
W6-DS	may-15	7,63	977	489	49,6	50,9	93,4	21,1	83,3	75,3	234,1	119,5	1,89	0,15
W8-WS	feb-11	7,9	1141	584	62,1	70,6	101,6	26,1	114,4	163,5	178	ND	ND	ND
W8-DS	jun-13	6,84	252	ND	6,1	44,1	12,7	3,8	23,1	5	73,2	13,1	8,16	<0,08
W8-DS	may-15	7,78	288	144	7,3	48,9	12,7	4,2	23,9	5,1	78,6	25,1	10,88	<0,05

W9-WS	feb-11	7,3	969	438	93,3	9,4	76,1	19,3	172,1	104,1	178,1	ND	ND	<0,3
W9-DS	jun-13	7,45	1355	ND	112	11,8	144	29,4	399,5	119,5	120,8	3,6	<0,2	<0,08
W9-DS	may-15	7,12	843	422	81,7	9,6	78,2	16	223,7	40,2	171,2	5,8	<0,04	<0,05
W9-DS	dic-16	7,95	650	342	61,4	7	42,5	8,5	128	19,4	147	6,8	<0,04	0,22
W9-DS	may-17	7,65	478	254	56,7	6,3	32,8	7	91,5	15,4	151	7,6	<0,04	0,32
WII-DS	may-17	7,79	213	113	12,6	4,1	23,5	4,4	20,3	8,7	91	4	0,93	0,24
W14-DS	dic-16	8,05	213	109	18,7	7,6	13,7	2,8	16,6	11,9	69,9	5,7	0,28	0,14
W14-DS	may-17	7,78	189	99	19,3	7,7	11,4	2,9	15,4	12,2	68,3	5,6	<0,04	0,22
W3-DS	jun-13	7,61	251	191	16,1	3,8	28,9	4,5	22,7	8,1	91,5	7,7	<0,2	<0,08

Tabla 7.7: Resultados resumidos de aguas subterráneas para la cuenca de la Laguna de Pozuelos (Murray et al., 2019).

El CFI ha realizado diversos estudios técnicos en los que se han relevado datos de pozos y se han analizado sus aguas. Los resultados indican que, en su mayoría, estas aguas no son aptas para el consumo humano.

A continuación, se presenta un mapa hidrogeoquímico con los datos hallados.

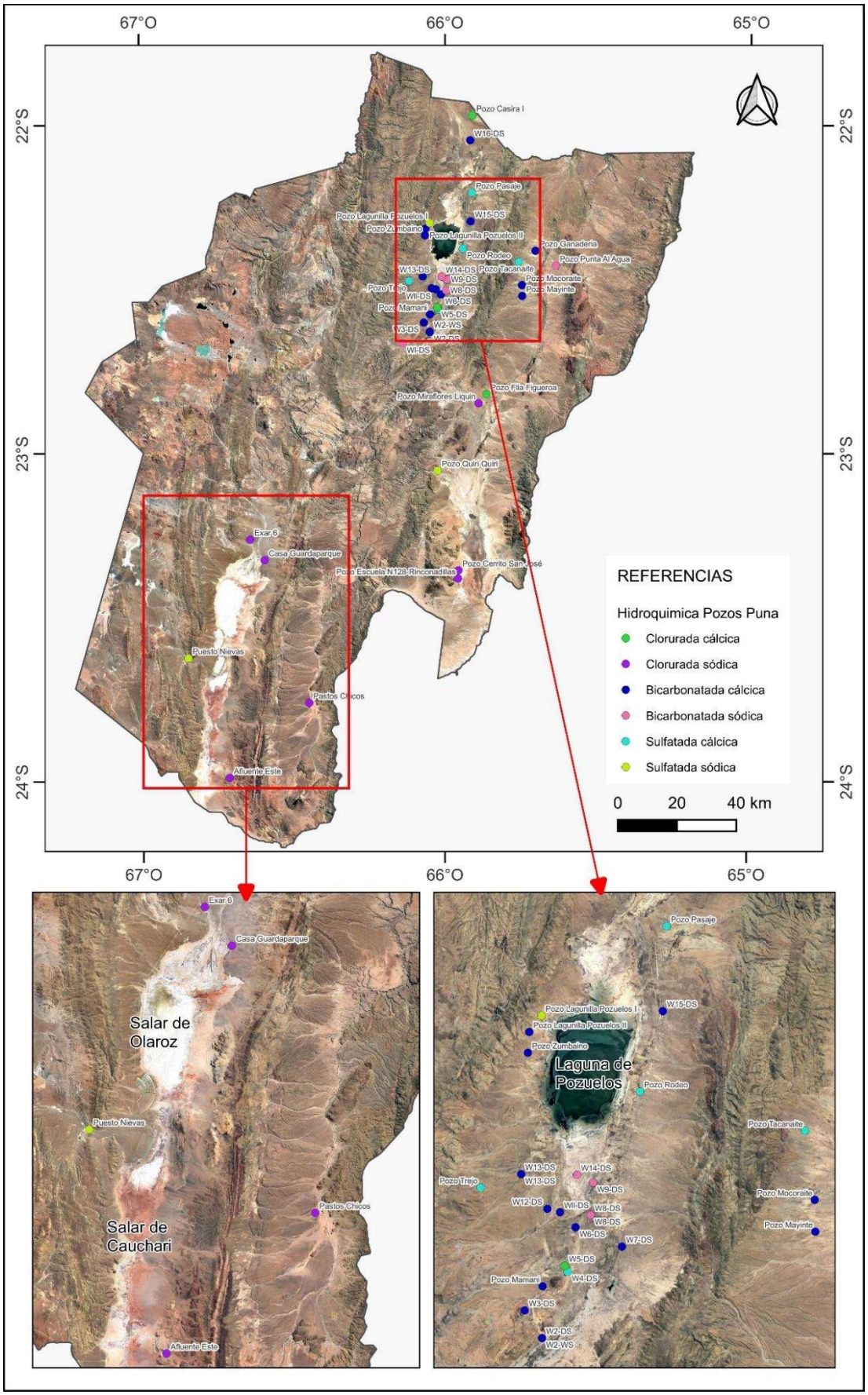


Figura 7.17:Hidroquímica según clasificación de Piper. Mapa elaborado en base a diversas fuentes: ECSA S.R.L (2023); Murray et al. (2019) y EC & Asociados (2023).

El arsénico en aguas de la Puna

La Puna se caracteriza por la presencia de altos niveles de arsénico en sus suelos y aguas. En aguas subterráneas, se han reportado concentraciones que pueden alcanzar hasta 1500 µg/L (Litter et al., 2019), valores que superan ampliamente el límite recomendado para consumo humano establecido por la Organización Mundial de la Salud (10 µg/L).

El consumo de agua con altas concentraciones de arsénico puede provocar diversas enfermedades. Entre ellas, se incluyen afecciones a la piel, neurológicas, gastrointestinales, hematológicas, perinatales y vasculares (Tapia et al., 2019). También se ha observado una mayor incidencia de cáncer de piel y de órganos internos (Tapia et al., 2019). En Argentina, la exposición crónica al arsénico a través del agua potable se ha asociado con lesiones cutáneas, cáncer de piel y problemas cardiovasculares (Litter et al., 2019).

A pesar de los riesgos, algunas comunidades de pueblos originarios de la Puna parecen haber desarrollado cierta tolerancia al arsénico. Un estudio de Engström et al. (2011) en la comunidad de San Antonio de los Cobres, ubicada en el límite sur con Susques, sugiere que esta tolerancia podría deberse a un metabolismo más eficiente en el procesamiento del arsénico, desarrollado a lo largo de generaciones de exposición.

Las principales fuentes de arsénico en la región incluyen la degradación de rocas volcánicas, especialmente las del Neógeno, la actividad hidrotermal, la presencia de minerales sulfurados que contienen arsénico y actividades antrópicas, como la minería de estos minerales (Tapia et al., 2019).

Los análisis realizados en los trabajos de Murray et al. (2019), ECSA S.R.L. (2023) y EC & Asociados (2023) revelan una variación estacional en la concentración de arsénico en ciertos sectores de la Puna jujeña, mostrando un aumento en épocas húmedas (Figuras 7-18).

Asimismo, se observa que los valores de arsénico son más elevados en el sector sur. Esto podría atribuirse a que las cabeceras del río Rosario, en esa zona, drenan rocas volcánicas del Neógeno en mayor medida que los ríos del norte de la Puna jujeña (Figura 7- 19). A nivel local, en la laguna de Pozuelos, el trabajo de Murray et al. (2019) revela que los pozos hallados en sedimentos lacustres presentan la mayor concentración de arsénico.

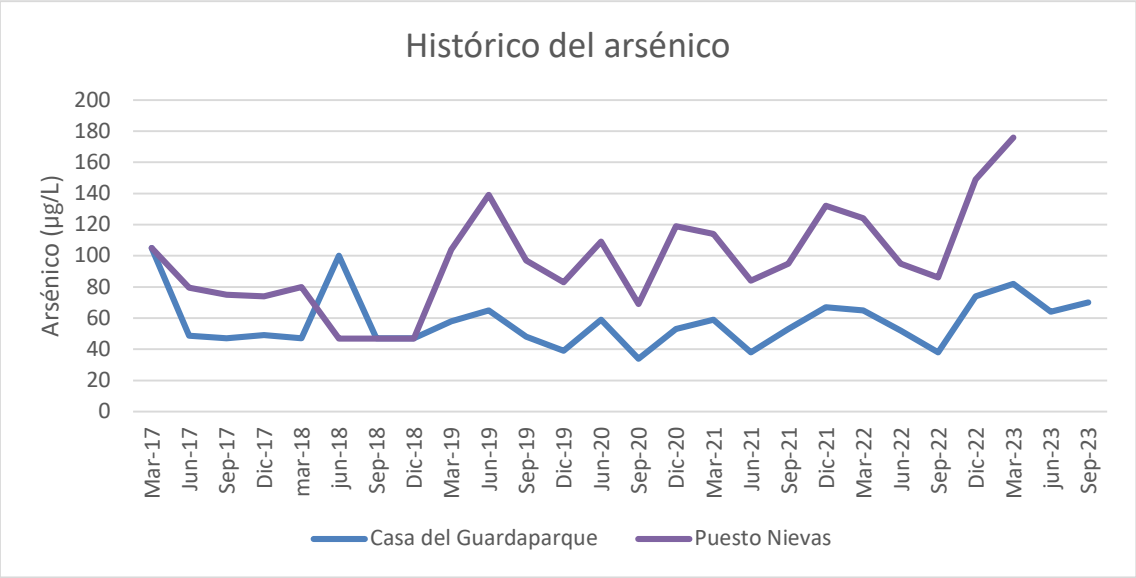


Figura 7.18: Elaborado a partir de datos en EC & Asociados 2023

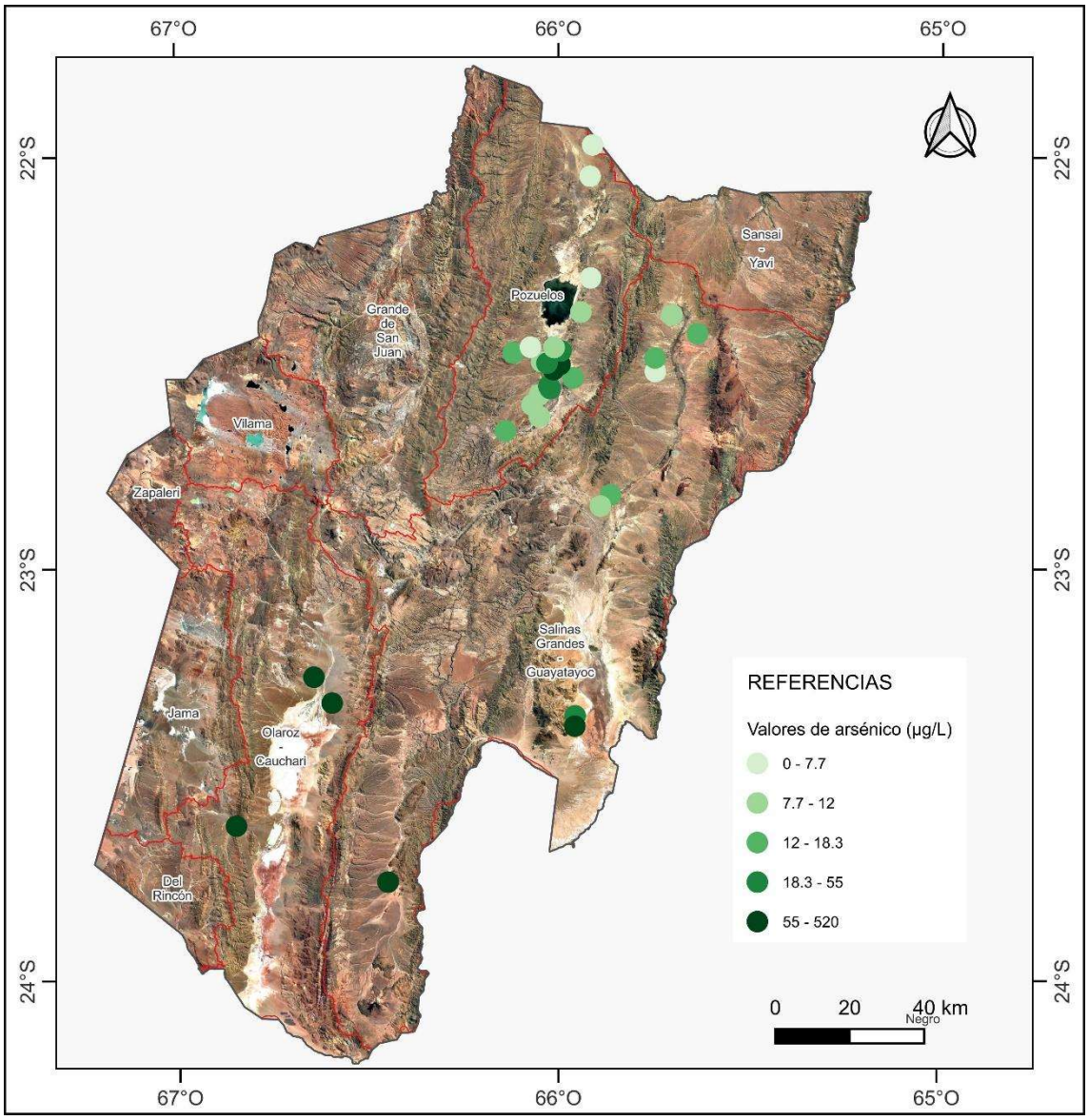


Figura 7.19: Arsénico en la Puna jujeña. Fuente: ECSA S.R.L (2023); Murray et al. (2019) y EC & Asociados (2023).

Visitas al campo

Visita a las Instalaciones Industriales de Minera EXAR

El 27 de agosto de 2024, el equipo del CFI, junto con consultores de Mekorot, realizó una visita a las instalaciones industriales de Minera EXAR en la cuenca de Olaroz-Cauchari. El objetivo de la visita, guiada por el departamento de hidrogeología de la minera, fue conocer el sistema de extracción de agua subterránea para uso industrial.

Durante el recorrido, se observaron algunos de los ocho pozos de extracción con los que cuenta la empresa. Siete de ellos se ubican en el abanico aluvial del Río Rosario, a unos 50 km al norte de la planta. Esta ubicación, según explicaron los expertos de EXAR, se debe a que el agua subterránea en esta zona presenta la menor salinidad. El pozo restante se encuentra en el abanico aluvial del río Archibarca, al oeste de la cuenca.

Para transportar el agua hasta la planta, se construyó un acueducto desde la zona de perforación.

Los pozos presentan diseños similares y comparten las siguientes características:

- **Profundidad:** Entre 80 y 120 m.
- **Litología:** La secuencia de sedimentos corresponde a un cono aluvial compuesto por gravas gruesas, medianas y finas, con matriz arenosa y escasas intercalaciones de arcilla roja.
- **Filtros:** Los pozos cuentan con filtros ranurados continuos que se extienden desde aproximadamente 10 m bajo boca de pozo (mbbp) hasta la profundidad final. Algunos pozos presentan 1 o 2 tramos ciegos de 2 a 4 m de longitud cada uno.

Figura 7.20: Pozo de agua industrial(A) y tanque de almacenamiento (B) de la empresa EXAR S. A.

Visita al departamento de La Quiaca

El 28 de agosto de 2024, se visitó el Centro de Alto Rendimiento de La Quiaca. En este predio, se observaron dos sistemas de captación de agua:

- **Captación por zanja:** Una zanja de aproximadamente 20 años excavada a poca profundidad, de aproximadamente 30 m de longitud, ubicada sobre el límite sur del predio. Esta zanja, construida en la base de un talud de 2 m de altura, intercepta el acuífero a menos de 1 m de profundidad. El agua captada se conduce hacia uno de los extremos de la zanja, donde una excavación revestida con grava, permite el bombeo del agua mediante una motobomba. Según la gente de la zona el nivel freático permanece constante durante todo el año (Figura 7- 21).
- **Pozo:** Un pozo de 50 m de profundidad.
- **Laguna:** Se observó una laguna a pocos m del pozo, la cual evidencia un nivel freático cercano a la superficie.

El agua proveniente de la zanja y del pozo se mezcla en una cisterna. El agua almacenada en esta cisterna se utiliza para el riego de canchas y espacios verdes.

Durante la visita, se tomaron mediciones *in situ* de temperatura, conductividad eléctrica y pH de las diferentes fuentes de agua.

Fuente	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)
Captación por zanja	7,0	8,9	3180
Pozo	7,0	9,0	842
Laguna	6,5	7,2	957

Tabla 7.8: Parámetros medidos in situ con multiparamétrico.

La información sobre los usos del agua y los datos de profundidad fue proporcionada por personal del Centro de Alto Rendimiento de La Quiaca.

Figura 7.21: Zanja de captación de vertiente (A) y cámara de almacenamiento (B).

Por otro lado, en el paraje Yuraj, ubicado 12 km al oeste de la ciudad, se visitó la toma de agua en el subálveo del río internacional La Quiaca. Para evitar una obra transfronteriza, se optó por la construcción de drenes longitudinales dentro del territorio argentino. Cada dren, equipado con una galería filtrante de 20 metros y cámaras de captación, transporta el agua por gravedad a través de un acueducto hasta la planta potabilizadora de Santa Teresita.

Figura 7.22: Cámara de captación con "bypass" en Mina Yuraj.

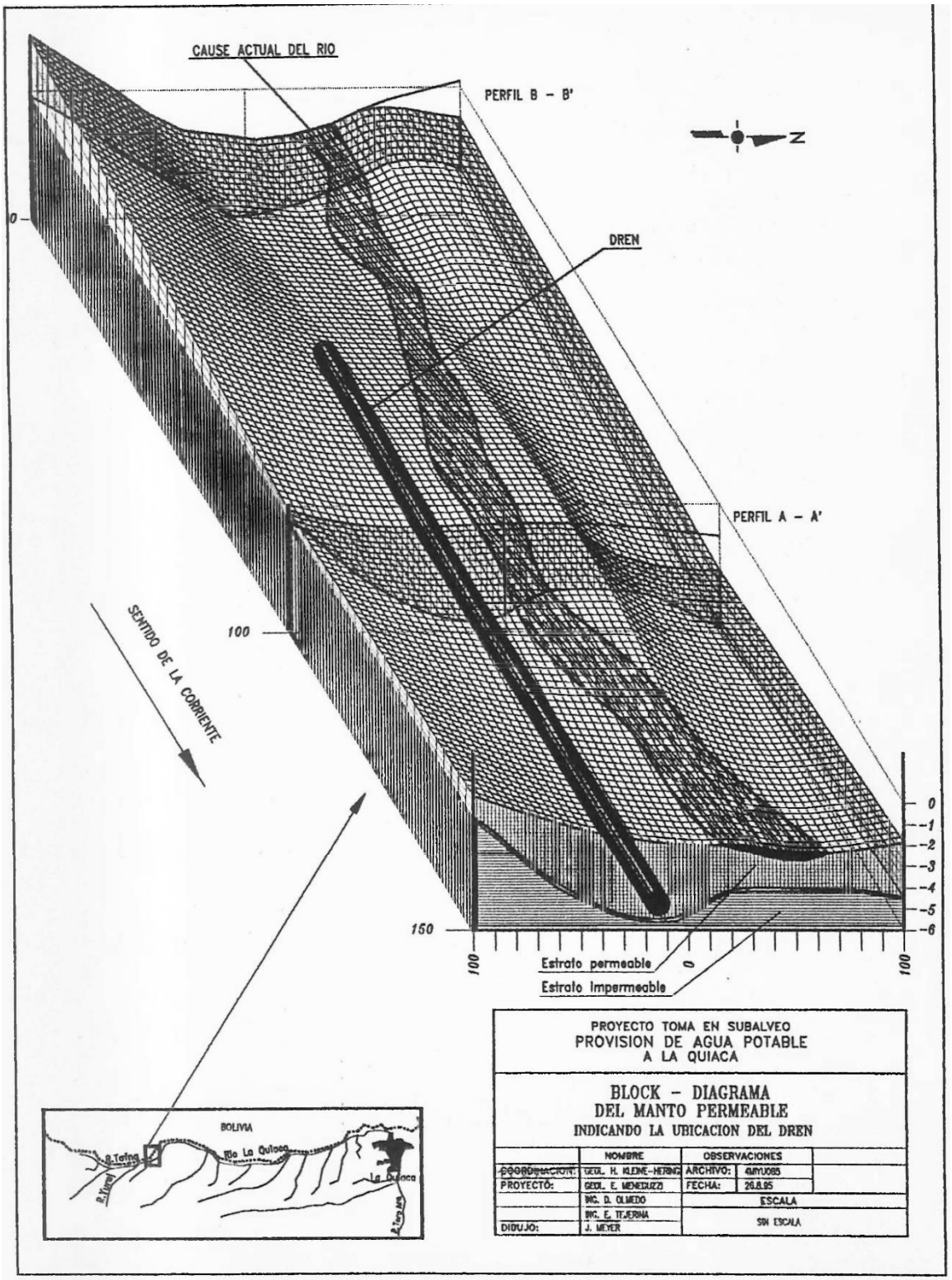


Figura 7.23: Tomado del informe elaborado por Kleine-Hering et al. (1995)

7.2.2 Quebrada

La Quebrada de Humahuaca, ubicada en el centro de la provincia de Jujuy, abarca los departamentos de Tumbaya, Tilcara y Humahuaca. Este sistema de quebradas subsidiarias del río Grande fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 2003, en reconocimiento a su excepcional valor cultural y natural.

Según la clasificación de García et al. (2008), la Quebrada forma parte del Sistema Acuífero Grande-Mojotoro. Estos autores identifican como principales zonas de recarga el valle aluvial del río Grande, el faldeo oriental de la Sierra de Chañi y las nacientes del río Perico con sus afluentes. Además, el valle aluvial del río Mojotoro (Salta) también contribuye a la recarga del sistema.

Asimismo, indican que la conducción del acuífero ocurre a través de los bajos estructurales y los álveos de los ríos Grande y Perico, con sus principales zonas de descarga ubicadas en San Juancito (región de Yungas) y el Angosto de Aguas Calientes (región de Valles).

En esta región, el aprovechamiento del agua subterránea se basa principalmente en vertientes, pozos y drenes en los álveos y subálveos de los ríos. Sin embargo, la cantidad de pozos es limitada. Esto se debe a la topografía accidentada de la zona, que, según lo explicado por el geólogo de Agua Potable S.E., facilita la construcción de tomas de agua superficial en las zonas altas de la cuenca. Esta alternativa resulta considerablemente más económica que la perforación de un pozo, la cual requiere una inversión significativamente mayor.

Geología

La Quebrada de Humahuaca se encuentra en el extremo sur de la Cordillera Oriental argentina, extendiéndose con una orientación predominante norte-sur. Esta profunda quebrada está delimitada por la Puna al norte y oeste, y por las Yungas al este y sur. Su relieve es abrupto, con elevadas cumbres que superan los 5000 m (como el Nevado del Chañi, con 6240 m.s.n.m.), fuertes pendientes, valles profundos y saltos topográficos que exceden los 2000 m. Los ríos que la recorren nacen en la sierra del Aguilar al oeste y en las sierras del Zenta y Tilcara al este, último contrafuerte de la Cordillera Oriental.

El basamento aflorante de la región está compuesto por rocas metamórficas de bajo grado (facies esquistos verdes) del Precámbrico superior al Cámbrico inferior. Estas rocas, que incluyen pizarras, filitas, grauvacas y calizas, están intruidas por granodioritas cámbricas y granitos jurásicos. En el Cámbrico medio a superior se depositaron sedimentitas marinas (ortocuarcitas, conglomerados, pelitas y lutitas) en discordancia angular sobre el basamento. Posteriormente, durante el Ordovícico, se acumularon areniscas, pelitas y turbiditas en discordancia erosiva sobre las rocas cámbricas. Esta unidad ordovícica está intruida por cuerpos plutónicos.

Desde el Silúrico superior hasta el Jurásico superior, tanto la Puna como la Cordillera Oriental actuaron como altos topográficos sometidos a erosión. Durante el Cretácico se desarrollaron depocentros en fosas de rift sobre el basamento precretácico, que fueron rellenos por secuencias continentales de "red beds", vulcanitas, rocas arenosas y calcáreas, y finalmente limolitas, arcilitas y margas.

En discordancia progresiva sobre unidades más antiguas, se depositaron facies de abanicos aluviales sintectónicos (areniscas y conglomerados) y, posteriormente, sedimentos fluviales tipo braided en discordancia angular.

Finalmente, durante el Cuaternario, se produjo una reactivación de cuencas con la formación de depósitos aluviales y eólicos discordantes sobre unidades previas.

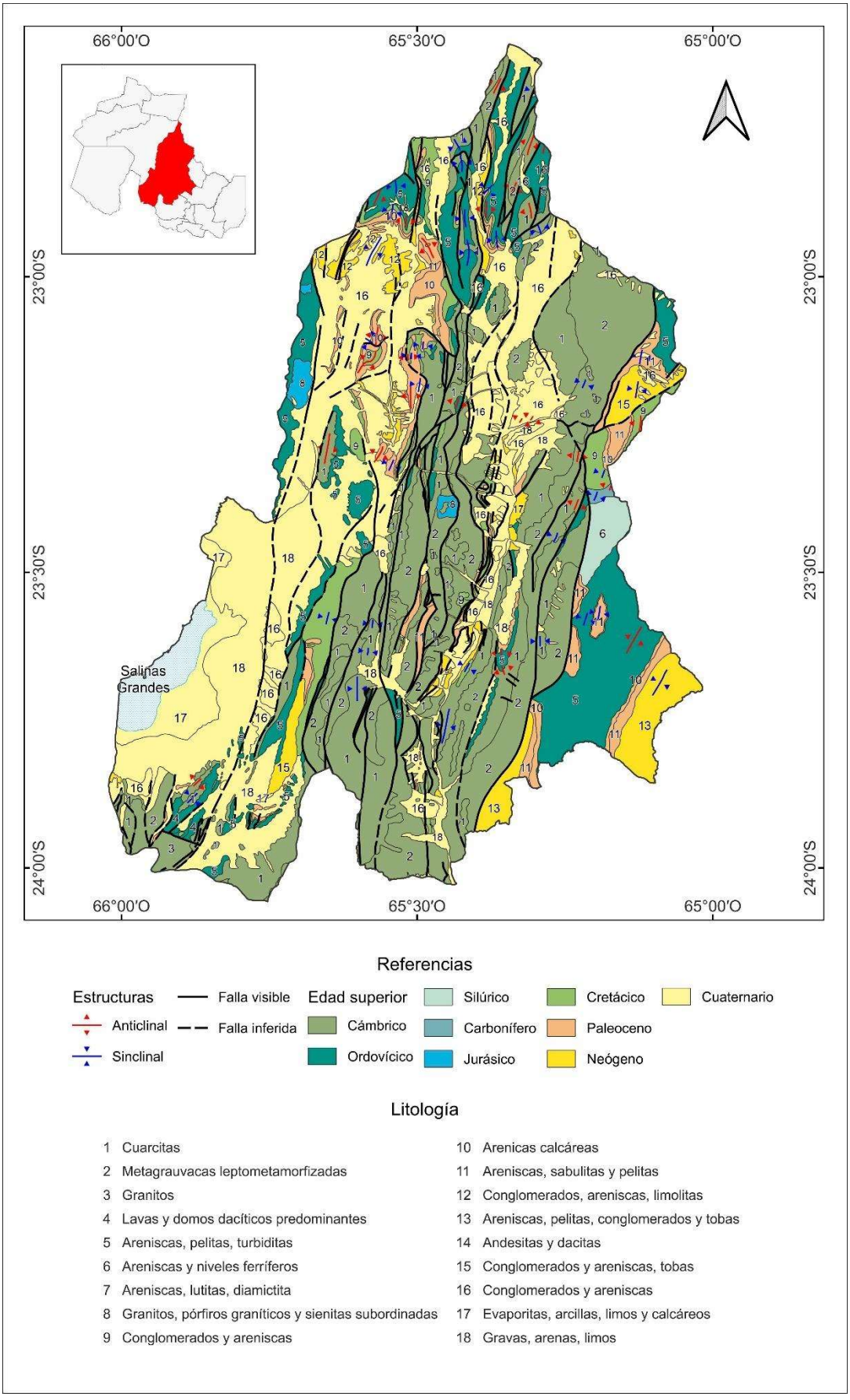


Figura 7.24: Mapa Geológico de la región Quebrada. Realizado con capas bases del SEGEMAR y la DPRH.

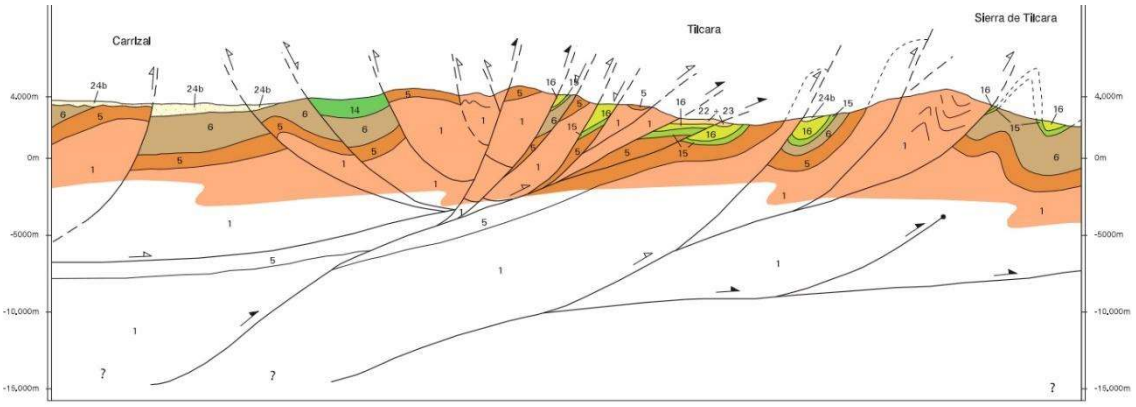


Figura 7.25: Corte transversal de la Quebrada. Tomado y modificado de González et al. (2003). 1- Pizarras, filitas y metagrauvacas; 5- Areniscas silicificadas (ortocuarcitas); 6- Areniscas, lutitas, y lutitas margosas; 14- Areniscas rojizas, limoarcilitas y conglomerados; 15- Areniscas calcáreas, calizas, margas y pelitas; 16- Areniscas margosas; 22 y 23- Areniscas y conglomerados con piroclastitas; 24b- Depósitos de bajadas.

Pozos de agua

Los datos preliminares de la región de la Quebrada revelan una limitada cantidad de pozos de agua subterránea. Estos son utilizados de manera multipropósito por empresas mineras, fincas y familias de locales, sirviendo tanto para la medición del nivel freático (piezómetros) como para el abastecimiento doméstico y el riego de cultivos, como, por ejemplo, viñedos.

La Tabla 7.9 recopila información sobre los pozos de la Quebrada registrados en la base de datos de la DPRH, incluyendo detalles sobre su ubicación, profundidad y uso. Sin embargo, es importante señalar que su situación no ha sido verificada en campo.

Nombre	Uso	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Caudal (L/s)	Nivel estático (mbbp)	Nivel dinámico (mbbp)	Abatimiento (m)
Bodega Amanecer	R	23°45′41,3″ S	65°28′23,6″ O					
Pozo N° 1	M			87	5,7	6,67	19,34	12,67
Pozo Aguilar		23°12′47,1″ S	65°41′16,0″ O	95	4,86	5,54	72	66,46
FR1		23°11′25,1″ S	65°37′36,7″ O	70,5				
FR2		23°13′27,0″ S	65°36′3,5″O	44,5		25,82		
FR3		23°12′11,7″ S	65°36′6,8″O	53,4				
FR4		23°12′40,9″ S	65°37′48,9″ O	62,7		38,19		
FR5		23°11′59,8″ S	65°37′12,7″ O	45,7		27,78		
FR6		23°11′19,9″ S	65°36′52,8″ O	62,5				
FR7		23°13′5,7″S	65°36′25,2″ O	61,7		4,65		
FR8		23°12′49,1″ S	65°38′57,2″ O					
FR9		23°12′10,2″ S	65°39′7,2″O					
FR10		23°12′31,5″ S	65°39′2,9″O					
FR12		23°11′22,0″ S	65°42′46,9″ O					

Chilcayoc	D			44		31,2		
Iturbe				63	1,421	11,2	14,51	3,31
Cerro Negro				48				
Piscuno				40				
Abra de Ronque				17	0,409	8,8	15,81	7,01
Finca Maimará	R	23°36′33,6″ S	65°23′52,2″ O	68	5,1	34,22	35,81	1,59
Pozo Dulce	D	23°22′33,5″ S	65°49′31,5″ O	50				
Pozo N° 1		23°33′6,0″S	65°49′8,9″O					
	M	23°35′39,1″ S	65°52′55,2″ O	50				
		23°39′8,0″S	65°51′34,6″ O	20				
Perforación 1	R	23°36′39,5″ S	65°24′17,0″ O					
Perforación 3	D	23°37′13,6″ S	65°23′57,6″ O					
Perforación 4		23°38′17,2″ S	65°25′15,9″ O					
Tres Morros I		23°42′29,3″ S	65°50′20,8″ O					
Tres Morros II		23°42′25,3″ S	65°50′24,7″ O					
Pozo N° 2		23°33′0,4″S	65°48′53,4″ O	6	0,12			
Localidad Pozo Colorado		23°33′4,0″S	65°49′4,5″O			6,64		

Tabla 7.9: Registro preliminar de Pozos de la Quebrada registrados en la DPRH. Glosario: R: Riego; M: Minero; D: Doméstico.

La distribución espacial de los pozos revela una clara diferenciación: al este, se agrupan en los álveos del río Grande, conformados por sedimentos fluviales del Cuaternario y se destinan principalmente al riego agrícola y al uso doméstico; mientras que, al oeste, se emplazan en abanicos aluviales emplazados en las bajadas de las sierras cercanas a Salinas Grandes y están vinculados a la actividad minera (Figura 7.26).

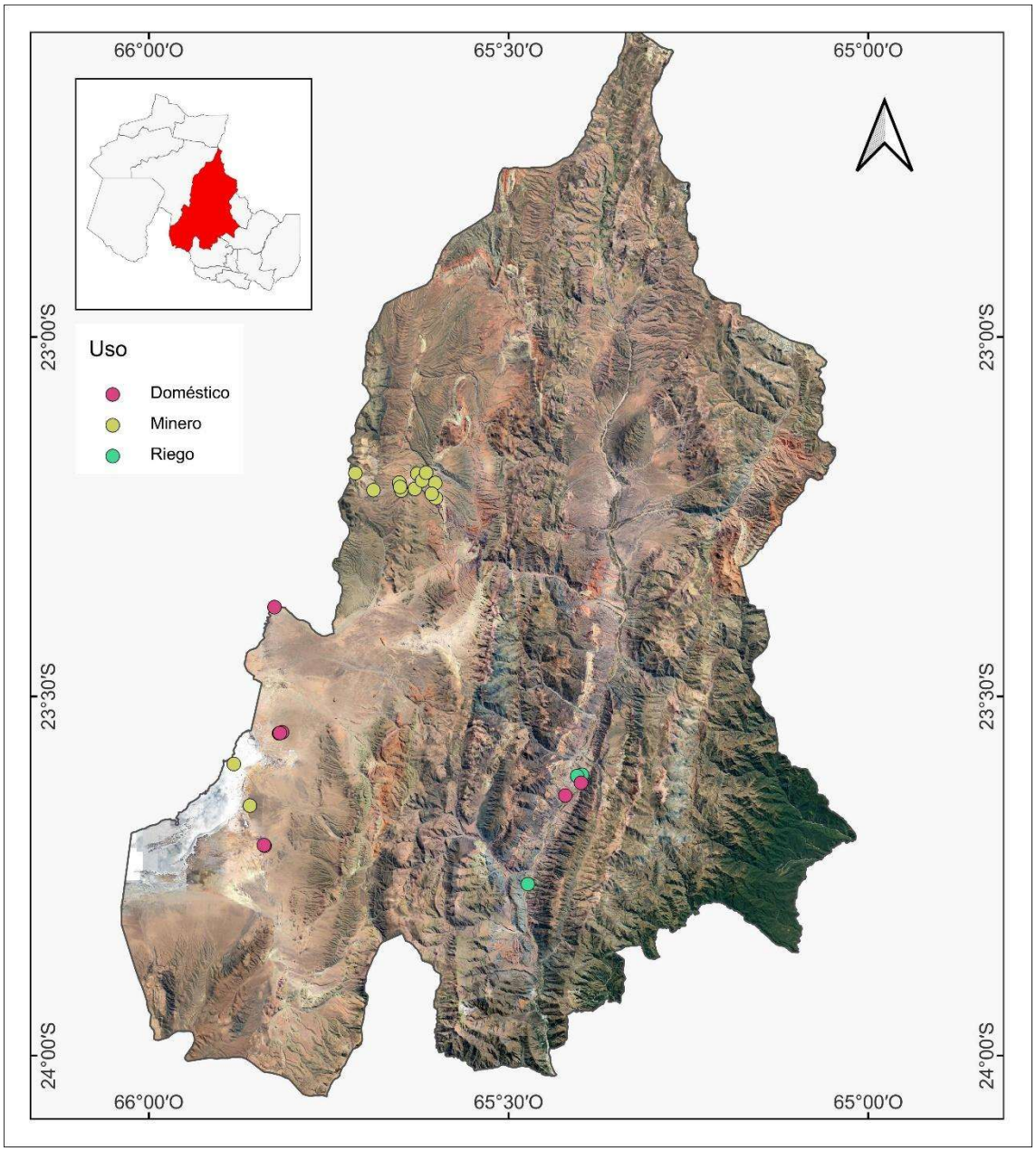


Figura 7.26: Pozos registrados en la base de datos de la DPRH (sin confirmación en campo)

A continuación, se describirán los pozos de los que se ha hallado un informe técnico con sus características

Pozo Finca Maimará

Aquí se resumirán los datos presentados en el informe técnico de Salta Perforaciones de Drilling Service S.A. (Bassi, 2003b). La empresa perforó un pozo de 68 m entre agosto y septiembre de 2003 para abastecer a la finca vinícola Maimará (propiedad de Fernando Dupount) ubicada en la localidad de Maimará, Tilcara. El pozo cuenta con un diámetro de perforación de 12" y un diámetro entubamiento de 6", y está equipado con filtros en los intervalos de 25-30 (en zona no saturada), 44-48 y 53-63 mbbp. También cuenta con un prefiltro compuesto por grava seleccionada de 2 a 4 mm de diámetro (Figura 7- 27).

El perfil litológico presenta una alternancia de niveles constituidos por bloques y gravas, cuya matriz varía entre arenosa y limo-arcillosa. Se trata de un acuífero libre, y los filtros han sido posicionados frente a los estratos de mayor granulometría de los sedimentos.

Los análisis granulométricos realizados en los tramos 1 (5-30 mbbp) y 2 (34-64 mbbp) revelan una predominancia de fracciones gruesas (guijarros y gravas) en ambas muestras. Sin embargo, se observa una leve disminución en el porcentaje de fracciones gruesas al pasar del tramo 1 al 2, donde aumenta la proporción de arenas gruesas y disminuye la de guijarros. En ambos casos, las fracciones más finas (limos y arcillas) representan un porcentaje menor.

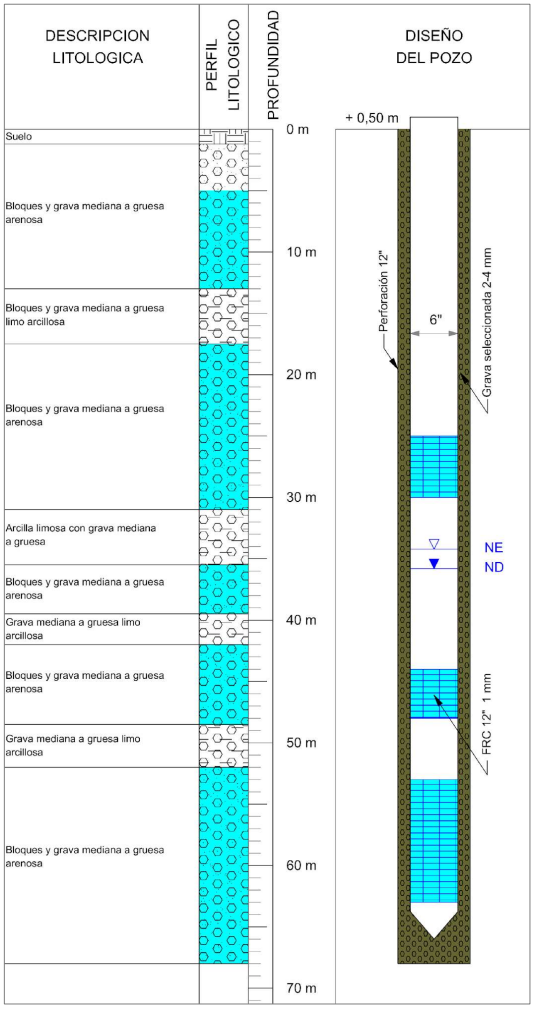


Figura 7.27: Perfil litológico y diseño de pozo Finca Maimará. Extraído de Bassi (2003).

Los ensayos de bombeo mostraron una alta eficiencia del pozo, alcanzando aproximadamente un 99% para un caudal de 3,6 m³/h y disminuyendo ligeramente a 97% para un caudal de 4,0 m³/h. A partir de un nivel estático de 34,22 mbbp, se registraron depresiones de 0,98 m y 1,09 m, respectivamente, para los caudales mencionados.

La caracterización hidroquímica revela que el agua es de tipo bicarbonatado sódico. Según el Código Alimentario Argentino, resulta apta para consumo humano. En cuanto a su calidad para riego, se clasifica como C2-S1 según la clasificación de Riverside, lo que indica un riesgo moderado de salinidad y bajo de sodificación.

Parámetro analizado	Valor
Color (Pt-Co)	<1
PH	7,8
Turbiedad (NTU)	3
Conductividad (µS/cm)	745
Sólidos disueltos totales (mg/L)	447
Alcalinidad total (CaC03) (mg/L)	274
Dureza total (CaC03) (mg/L)	251
Sodio (mg/L)	9,7
Potasio (mg/L)	1
Calcio (mg/L)	71
Magnesio (mg/L)	17,8
Cloruros (mg/L)	62
Bicarbonatos (mg/L)	334
Sulfatos (mg/L)	44
Hierro total (mg/L)	<0,2
Amoníaco (mg/L)	<0,05
Nitritos (mg/L)	<0,02
R.A.S.	1,46

Tabla 7.10: Resumen de resultados de agua del pozo Finca Maimará. Fuente: Bassi (2003)

Pozos de Mina Aguilar

La Mina Aguilar, ubicada en la zona limítrofe entre los departamentos de Tumbaya y Cochinoca, cuenta con una red de al menos 13 pozos identificados, de los cuales 12 se utilizan como piezómetros y uno para abastecimiento. Aunque la mayoría de los piezómetros se ubican en la región de la Quebrada, dos de ellos se encuentran dentro de los límites de la Puna.

Pozo Aguilar

Los datos técnicos para este pozo fueron obtenidos de Bassi (2003a). El pozo, diseñado para abastecer la planta de la mina, tiene una profundidad de 95 m. Su diámetro de perforación es de 15” y el diámetro del revestimiento es de 8”. Los primeros 7 m del pozo se rellenaron con cutting de perforación, mientras que desde los 7 hasta los 95 m se instaló un prefiltro de grava graduada de 2 a 4 mm de diámetro. Adicionalmente, se incorporaron filtros RC 1 mm en los tramos 23 a 28, 45 a 49, 51 a 59, y 71 a 79 mbbp; y un filtro RC 1,5 mm para el tramo 39 a 43 mbbp (Figura 7- 28).

El ensayo de bombeo estableció que el caudal óptimo de explotación es de 13 m³/h. Partiendo de un nivel estático de 5,5 mbbp, se calcula que el nivel dinámico alcanzará los 39,5 mbbp, lo que representa un descenso de 34 m, lo que indica un bajo rendimiento. La presencia de otros dos pozos permitió calcular los parámetros hidráulicos del acuífero, los cuales resultaron ser: transmisividad de 6,5 m²/día, coeficiente de almacenamiento de 8,6 x 10^{-3} y radio de influencia del pozo de 130 m. El coeficiente de almacenamiento indica que el acuífero es semiconfinado.

La litología del pozo muestra facies fluviales hasta los 60 m, compuestas por bloques, gravas, arenas y limos. A partir de esta profundidad, se encuentra el basamento ordovícico, fragmentado desde el contacto con las facies fluviales hasta los 80 m, lo que incrementa su permeabilidad y lo convierte en un nivel acuífero. Por debajo de los 80 m, el basamento se presenta inalterado (Figura 7- 28). Los análisis granulométricos indican una predominancia de clastos de tamaño arena muy gruesa a granulos (4-1 mm) (Tabla 7.11)

Abertura de tamiz /Intervalo (mbbp)	4 mm (%)	2 mm (%)	1 mm (%)	0,5 mm (%)	0,25 mm (%)	0,125 mm (%)	0,0625 mm (%)	Fondo (%)
19-22	1	50	32	10	3	1	1	0
24-31	0	76	13	5	2	1	1	1
40-44	27	46	12	5	2	3	2	1
46-50	1	16	48	12	7	3	2	1
52-60	0	52	31	8	4	2	2	0
72-80	2	36	35	15	6	2	2	1

Tabla 7.11: Distribución granulométrica de las muestras del pozo Aguilar. Fuente SALTA PERFORACIONES (2003d)

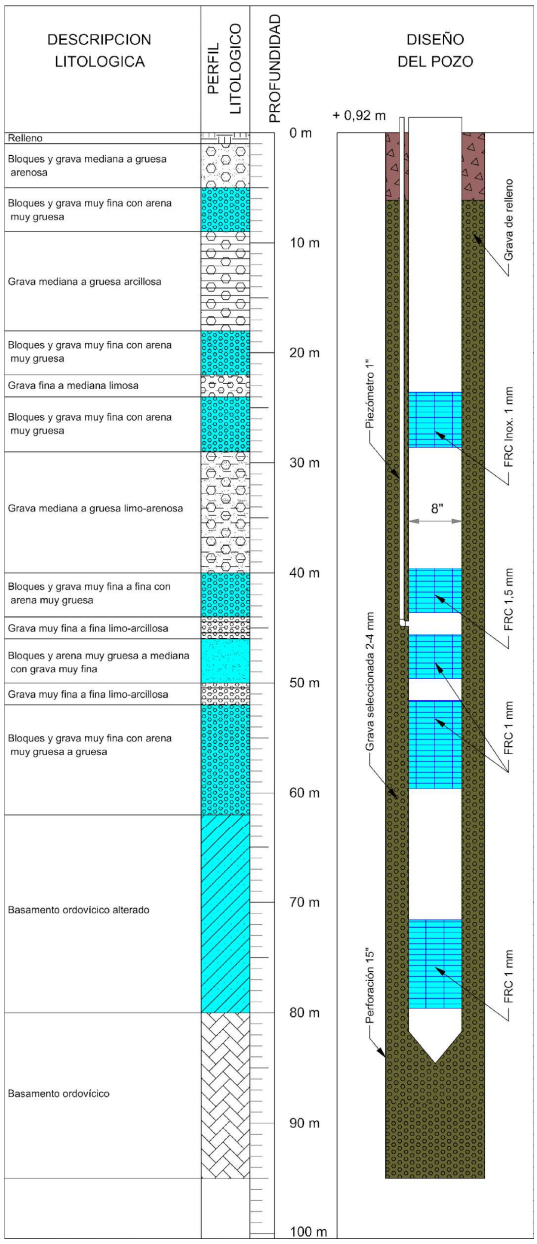


Figura 7.28: Perfil litológico y diseño de pozo Aguilar. Fuente: SALTA PERFORACIONES (2003d)

El agua del pozo Aguilar según Piper se clasifica como un agua bicarbonatada cálcica – sódica.

Parámetro analizado	Valor
Color (Pt-Co)	2
PH	8,3
Turbiedad (NTU)	0,71
Conductividad (uS/cm)	99
Sólidos disueltos totales (mg/L)	80
Alcalinidad total (CaC03) (mg/L)	32
Dureza total (CaC03) (mg/L)	45
Sodio (mg/L)	9,4

Potasio (mg/L)	0,7
Calcio (mg/L)	10
Magnesio (mg/L)	4,8
Cloruros (mg/L)	10
Bicarbonatos (mg/L)	39
Sulfatos (mg/L)	9
Hierro total (mg/L)	<0,2
Amoníaco (mg/L)	<0,05
Nitritos (mg/L)	<0,02
Nitratos (mg/L)	1
R.A.S.	3,46

Tabla 7.12: Resumen de resultados de agua del pozo Aguilar. Fuente: SALTA PERFORACIONES (2003d)

Piezómetro

La empresa cuenta con una red de 12 pozos de monitoreo de agua subterránea. Dos de estos pozos están designados como estaciones de monitoreo permanentes y son controlados regularmente. Sin embargo, durante el monitoreo realizado en julio de 2022 se incluyó a todos los pozos de la red, ampliando así la cobertura de la campaña de muestreo.

De acuerdo con los datos recopilados de los pozos, se observó una estabilidad relativa en los niveles piezométricos durante el primer semestre del año 2022. Con estos datos se realizó un mapa piezométrico para el área de mina Aguilar.

Pozo	Coordenadas		Nivel piezométrico año 2022				
	Latitud	Longitud	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
FR01	23°11′25,27″ S	65°37′36,87″ O	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua
FR02	23°13′27,00″ S	65°36′5,50″O	25,67	25,78	25,69	25,681	25,7
FR03	23°12′11,69″ S	65°36′6,76″O	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua
FR04	23°12′42,30″ S	65°37′49,30″ O	40,15	40,22	40,13	20,007	40,17
FR05	23°11′59,94″ S	65°37′12,88″ O	23,99	24,18	24,04	24,345	24,2
FR06	23°11′19,91″ S	65°36′52,77″ O	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua
FR07	23°13′5,49″S	65°36′25,20″ O	4,33	4,17	4,25	4,33	4,3
FR08	23°12′48,79″ S	65°38′56,95″ O	14,86	14,84	14,9	14,455	14,5
FR09	23°12′8,05″S	65°39′3,59″O	12,27	12,09	12,2	12,282	12,32
FR10	23°12′31,06″ S	65°39′0,22″O	12,78	12,69	12,78	12,302	12,4
FR11	23°11′38,36″ S	65°43′36,41″ O	2,7	2,65	2,67	2,75	2,8
FR12	23°11′22,01″ S	65°42′46,86″ O	-	-	8,9	9,01	8,95

Tabla 7.13: Niveles piezométricos registrados del año 2022. Fuente: SMeH.

El mapa piezométrico resultante revela que el flujo del agua subterránea en el valle está condicionado por la topografía y la geología local. El agua subterránea fluye siguiendo la pendiente regional, principalmente de oeste a este, a través de las facies fluviales y las rocas ordovícicas fracturadas que constituyen el acuífero.

Sin embargo, el flujo experimenta un cambio de dirección hacia el noroeste-sureste. Este cambio se debe probablemente al contacto con rocas cretácicas de menor permeabilidad, que actúan como una barrera hidrogeológica, obligando al agua a desviarse.

En las zonas donde el valle se ensancha, se observa una disminución en el gradiente hidráulico, evidenciada por un mayor espaciamiento entre las isopiezas. Esta disminución puede indicar una menor velocidad del flujo subterráneo o también podría reflejar una reducción en la permeabilidad de las rocas en esa zona.

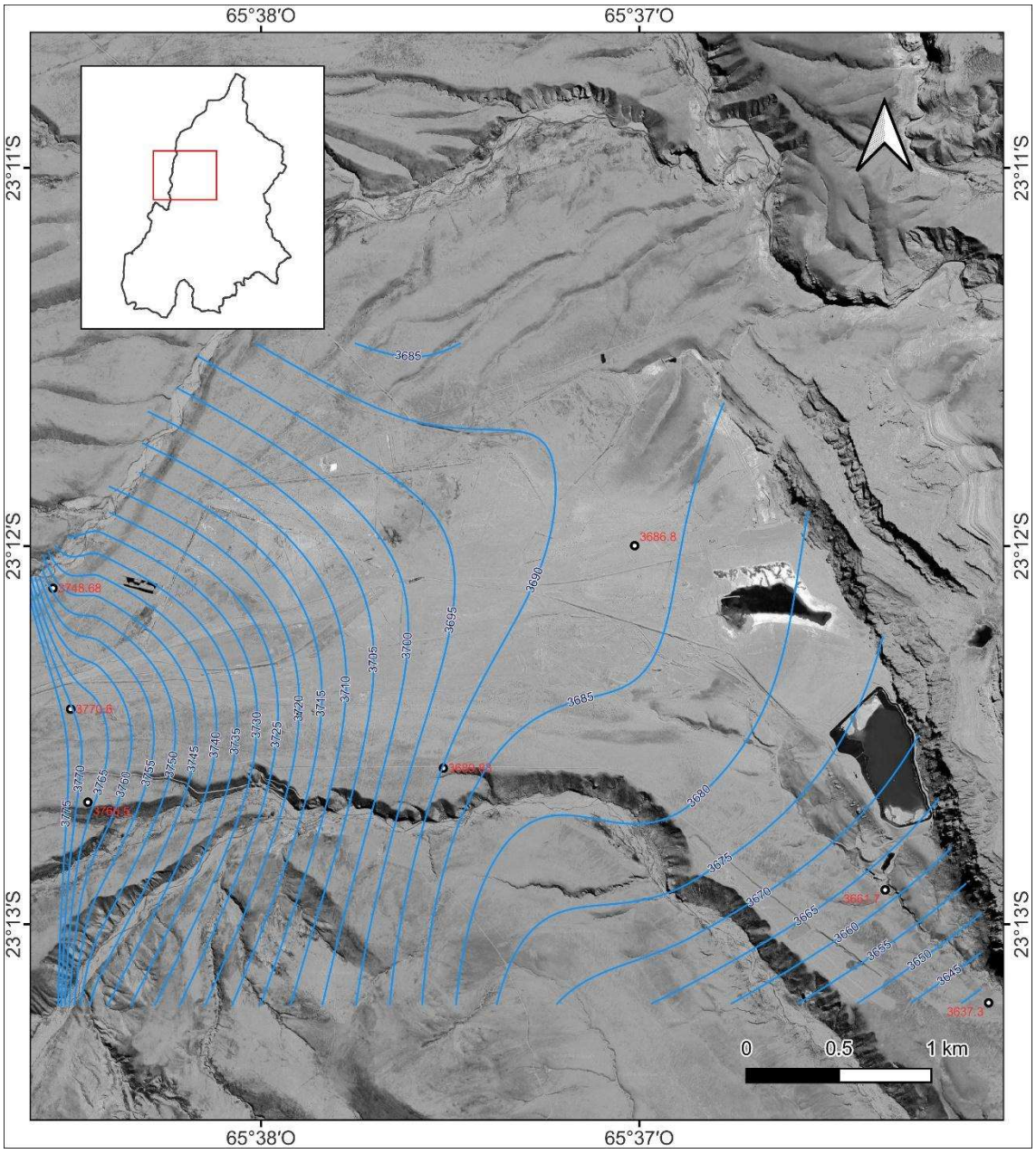


Figura 7.29: Mapa piezométrico de Mina Aguilar

Drenes subterráneos

Los afluentes del río Grande presentan un régimen hidrológico variable, caracterizado por caudales bajos o nulos durante la estación seca (abril-noviembre) y crecidas significativas en la estación húmeda (diciembre-marzo), producto de las lluvias y el deshielo. Estas fluctuaciones impactan negativamente la infraestructura hídrica, destruyendo tomas y canales durante las crecidas y deteriorando la calidad del agua debido al arrastre de sedimentos. Además, la falta de impermeabilización en los canales genera pérdidas por infiltración, reduciendo el caudal disponible.

Para abordar esta problemática, se ha propuesto la construcción de drenes como alternativa a las tomas superficiales, ofreciendo una fuente de agua más estable y con menor contenido de sedimentos. Esta solución, respaldada por diversos informes técnicos, busca garantizar el suministro de agua en la región.

Un ejemplo es el "Proyecto Provisión de Agua a Pequeñas Comunidades" (CFI, 1999), que recomienda la instalación de drenes en el subálveo del río Coraya (Humahuaca). La propuesta incluye una toma subsuperficial a 3 m de profundidad, con un nivel estático de 0,6 m.

Por su parte, un informe de Baudino (2014) presenta un estudio de prefactibilidad para la instalación de un dren en la Quebrada del río Calete-Ocumazo, utilizando SEVs y dos pozos exploratorios. En el pozo ubicado aguas arriba, el nivel freático se encontró a 1,2 m de profundidad, mientras que en el pozo aguas abajo no se alcanzó el nivel freático hasta 1,6 m. El estudio señala la dificultad de implementar una toma subterránea debido a la baja permeabilidad de las gravas con matriz arcillosa (0,4 a 0,6 m/d, según Breddin y Hazen). Los SEVs interpretados revelaron niveles saturados entre 6 y 33 m y entre 4 y 18 m.

En un contexto distinto, con el objetivo de abastecer de agua a las comunidades de Sumaj Pacha y Huichaira, se construyó una toma subterránea en el subálveo del río Huichaira. Estudios previos (2007) indicaban un subálveo saturado desde 1,5 m de profundidad, con una potencia superior a 6 m y una permeabilidad de 30 m/día. Aunque el sistema estaba diseñado para beneficiar a ambas comunidades, la comunidad de Huichaira, al controlar la infraestructura, impide el acceso al agua a Sumaj Pacha, según lo informado por el geólogo de Agua Potable S.E.

El dren construido, ubicado longitudinalmente en la margen izquierda del arroyo Huichaira, incluye caños ranurados solo en ese tramo. Según el geólogo de Agua Potable S.E., esto se debe a que, aguas abajo, el arroyo confluye con un curso de agua que drena rocas de la Formación Yacoraite (cretácica), compuestas por calizas, areniscas calcáreas y margas. Esta confluencia altera la composición del agua, deteriorando su calidad química.

Sistemas de vertientes

Si bien los pozos de agua subterránea son limitados en la región, la documentación existente indica que las vertientes constituyen una fuente crucial para el abastecimiento de agua. Diversos estudios realizados para el Consejo Federal de Inversiones (CFI), enfocados en la identificación de fuentes de agua, describen la presencia de estas

vertientes. Además, la base de datos de Agua Potable de Jujuy cuenta con un archivo vectorial que registra su ubicación.

Los manantiales y vertientes son una fuente importante de agua para el distrito de Maimará. El documento menciona que los principales manantiales que aportan al distrito son: Ciénego Norte, Norte de Tilcara, Laguna de Tilcara, Villa Florida, Totorayoc, Hornillos y manantiales de la Banda de Maimará.

Un ejemplo de la importancia de las vertientes se encuentra en el trabajo de Zamora Gómez (2015), quien destaca el rol de los manantiales y complejos de manantiales ubicados en las terrazas del río Grande para el abastecimiento de agua de las comunidades del valle. El autor menciona el caso de Maimará, donde una sequía a principios del siglo XXI obligó a los productores a buscar nuevas alternativas de abastecimiento, encontrando la solución en el aprovechamiento del complejo de ciénagas y vertientes al norte de Tilcara. Zamora Gómez realizó mediciones de caudal en este sector en octubre de 2011, registrando valores de 11,52 L/s y 5,10 L/s.

La base de datos de Agua Potable S.E. revela que las vertientes se hallan casi siempre en los valles del río Grande y sus afluentes (Figura 7- 30). A continuación, se describe la ubicación y características de dos vertientes con información disponible:

- **Vertiente de Huachichocana:** Ubicada sobre la margen izquierda del río Huasamayo, es una vertiente lineal de 20 m de longitud que forma una vega de 600 m^2. Se origina por la intersección de areniscas paleozoicas impermeables y sedimentos modernos permeables pertenecientes a un cono aluvial. El caudal estimado es de 17,3 L/s. Según Piper es un agua clorurada sódica.
- **Vertiente El Sauce:** Se halla en la margen derecha del río Purmamarca. Es de carácter permanente y aflora en el piso de un frente formado por un depósito aluvial aterrazado. Se compone de varios ojos de agua en una superficie de 7 m de largo y 2 m de ancho. Su caudal es de 30 L/s. La vertiente se encuentra en una zona de falla, donde rocas impermeables del Ordovícico afloran en la margen opuesta del río y pueden cumplir la función de dique elevando el nivel freático del acuífero libre. Según Piper es un agua bicarbonatada cálcica.

En la siguiente tabla se muestran los análisis químicos de estas vertientes.

Parámetro	Huachichocana	El Sauce
Color	<4	<4
Turbiedad	1,2	2,2
pH	7,5	7,2
Sólidos disueltos totales(mg/L)	286	190
Alcalinidad HCO_3(mg/L)	160	156
Alcalinidad CO_3(mg/L)	0	0
Cl(mg/L)	190	50
SO_4(mg/L)	125	52
HCO_3(mg/L)	192	187
NO_3(mg/L)	6	3,9
NO_2(mg/L)	0,005	0,01
NH_4(mg/L)	<0,05	<0,05
Pb(mg/L)	<0,05	<0,05
F(mg/L)	<0,1	<0,1
As(mg/L)	0,05	<0,01

Fe(mg/L)	<0,1	<0,1
Mn(mg/L)	0	0
Cu(mg/L)	<0,05	<0,05
Na(mg/L)	148,4	46,8
K(mg/L)	7,2	4,1
Ca(mg/L)	72,1	49
Mg(mg/L)	25,7	16

Tabla 7.14: Análisis químicos para vertientes Huachichocana y El Sauce. Fuente: Consejo Federal de Inversiones (1997)

Nombre	Latitud	Longitud	Localidad
Vert. Chiscas	23°12'42,4"S	65°13'14,4"O	Humahuaca
Vert. Tierra Negra	23°11'41,4"S	65°14'23,8"O	
Vertiente A Ronque	23°20'40,7"S	65°38'51,6"O	
Vertiente Banda San Roque	23°14'59,4"S	65°21'7,6"O	
Vertiente Cienaga Grande	23°3'24,7"S	65°5'50,0"O	
Vertiente Colonia San Jose	23°22'47,5"S	65°20'18,8"O	
Vertiente Deposito	22°54'56,3"S	65°35'35,4"O	
Vertiente Flia Velazques Cabana	23°19'58,6"S	65°20'24,1"O	
Vertiente I, Chorcan	23°2'57,6"S	65°12'21,6"O	
Vertiente II, Chorcan	23°2'43,0"S	65°12'21,9"O	
Vertiente III Aparzo	23°7'43,8"S	65°12'11,0"O	
Vertiente Oratorio (P De Aparzo)	23°6'37,6"S	65°7'0,8"O	
Vertiente Potrero	22°54'48,6"S	65°36'5,1"O	
Vertiente Qda. Ocumazo	23°13'18,9"S	65°16'1,3"O	
Vertiente Salas, Casa Grande	23°13'26,1"S	65°33'10,0"O	
Vertiente Uquia	23°16'40,3"S	65°21'25,4"O	
Vertiente Huaico Hondo	23°25'32,1"S	65°21'5,3"O	Tilcara
Vertiente Posta De Hornillos	23°39'12,1"S	65°25'50,3"O	
Vert. Qda. Peña Blanca, A. Coquena	23°44'31,9"S	65°27'9,3"O	Tumbaya
Vertiente Agua Bendita	23°49'5,1"S	65°28'26,0"O	
Vertiente Cangrejillos, El Moreno	23°54'45,6"S	65°53'6,1"O	
Vertiente Chorrillos, Barcena	23°57'50,3"S	65°28'1,9"O	
Vertiente El Molino, Purmamarca, Chalala	23°43'43,0"S	65°30'55,9"O	
Vertiente El Sauce, El Moreno	23°53'51,2"S	65°52'21,6"O	
Vertiente El Sauce, Lc, Patacal , Quisquiri	23°41'48,0"S	65°32'39,7"O	
Vertiente Huachichocana	23°43'31,1"S	65°36'22,3"O	
Vertiente Inf. (Flia Tolaba), Aguas Blancas	23°42'6,4"S	65°40'23,5"O	
Vertiente Laguna, Purmamarca, Coquena ,Chañarcito	23°44'20,4"S	65°28'9,7"O	
Vertiente Ojo De Agua, Puerta De Lipan	23°38'17,6"S	65°34'18,8"O	
Vertiente Qda. Finca Muñoz, Chilcayoc	23°55'59,7"S	65°29'46,2"O	
Vertiente Qda. Trancas	23°43'10,3"S	65°26'24,2"O	
Vertiente Rastrojo	23°42'3,7"S	65°40'20,6"O	
Vertiente Toma Lipan De Moreno	23°53'55,2"S	65°58'51,9"O	
Vertiente Tucza	23°38'35,0"S	65°41'2,5"O	
Vertientes Saladillo	23°40'1,5"S	65°45'47,5"O	

Tabla 7.15: Vertientes de la Región Quebrada. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E.

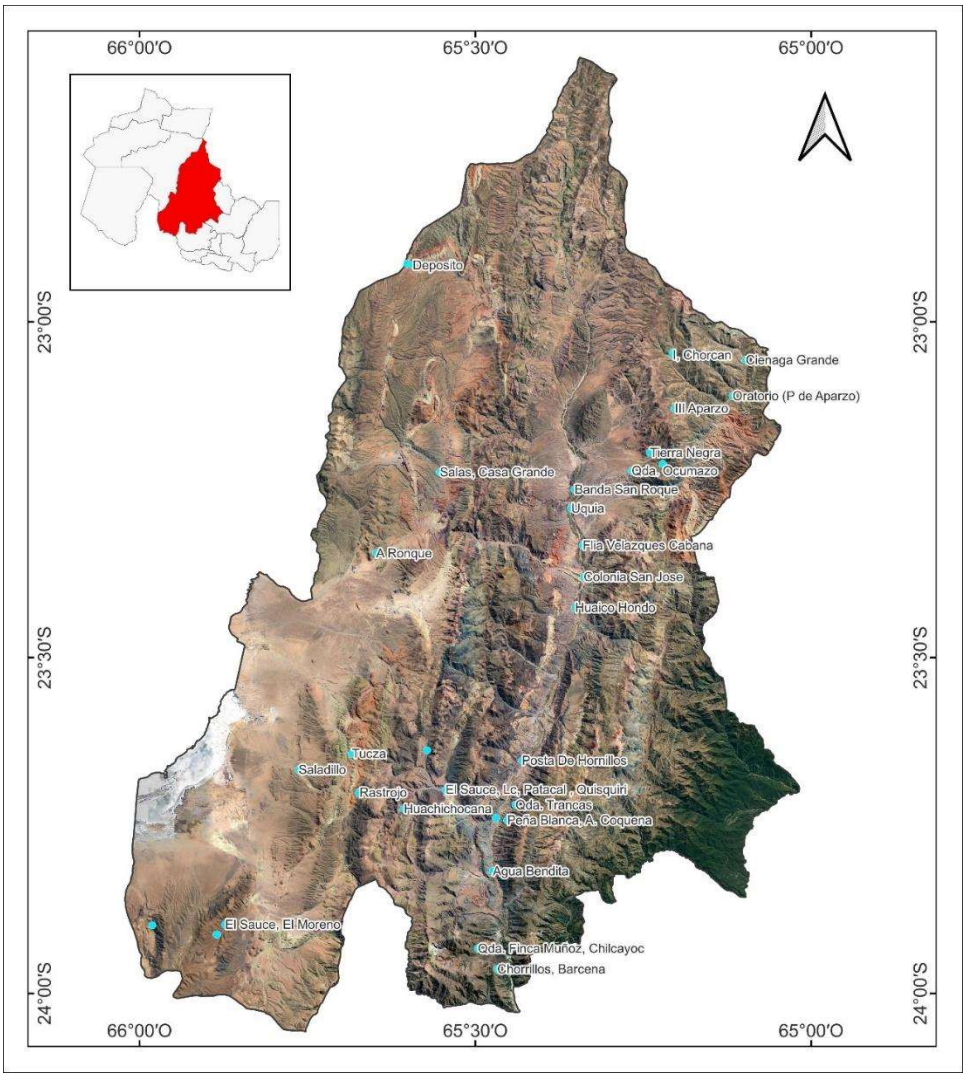


Figura 7.30: Vertientes de la Región Quebrada. Elaborado a partir de datos aportados por APJSE.

7.2.3 Valles

La región de Valles se encuentra dentro del Sistema Acuífero Grande-Mojotoro, previamente descrito en la sección 2.2, Quebrada, según la clasificación de Garcia et al. (2008). Sobre lo expuesto por los autores en referencia a zonas de recarga y descarga de este sistema ya fueron detalladas en la sección mencionada.

Según García et al. (2008), las unidades litológicas de interés hidrogeológico corresponden al período Cuaternario. Estos autores sugieren que estas unidades conforman un valle asimétrico con pendiente hacia el este-sudeste. El espesor de estas unidades aumenta de oeste a este, desde los 100 metros en el sector occidental hasta más de 300 metros en la sierra de Puesto Viejo. García et al. (2008) plantean que las fracciones gruesas dominan en todo el valle, pero hacia el este, las fracciones finas se vuelven más frecuentes, aumentando su espesor y extensión.

El flujo en este sistema tiene una fuerte componente hacia el este, el cual se ve interrumpido por las sierras de Puesto Viejo y Zapla de naturaleza impermeable (Garcia et al., 2008). Además, la región del valle jujeño se conecta hidráulicamente con la región

del Valle de Siancas en Salta a través de una importante unidad hidrogeológica denominada Paleocauce Grande-Perico (Fuertes, 1972).

Geología

La región de los valles se extiende parcialmente sobre la Cordillera Oriental y la Sierra Subandina, delimitada por serranías con afloramientos de rocas que abarcan desde el Precámbrico hasta el Neógeno. En el extremo sur de esta región se encuentra un amplio valle central relleno con depósitos modernos.

Las rocas más antiguas afloran al oeste y corresponden a turbiditas compuestas por psamitas, pelitas y conglomerados del Neoproterozoico-Paleozoico inferior. Estas rocas han sido afectadas por un metamorfismo de bajo grado e intensa deformación. Sobre esta unidad, y en discordancia, se dispone una secuencia cámbrica compuesta por conglomerados, cuarcitas, limolitas y fangolitas, que presentan tonalidades verdes y violáceas, visibles en los valles de los ríos Reyes y Yala.

Durante el Ordovícico, se acumularon sedimentitas marinas representadas por areniscas, pelitas y turbiditas, las cuales yacen en discordancia erosiva sobre las rocas cámbricas. Estas unidades están altamente fracturadas.

En discordancia, se superpone una serie de unidades predominantemente siliciclásticas y marinas que abarcan desde el Ordovícico Tardío hasta el Devónico, aflorando en las sierras de Zapla y Puesto Viejo, al este de la región.

Esta secuencia comienza con facies resedimentadas de diamictitas gris oscuras y verdosas, con clastos de cuarzo, granitoides y metamorfitas, cuya potencia no supera los 100 m. En concordancia, se disponen areniscas finas muy micáceas, de tonalidades gris verdoso oscuro y amarillo ocre (en casos de meteorización), con estratificación fina a mediana, ondulosa y lenticular. Esta unidad ha sido explotada económicamente por sus mantos ferríferos y tiene un espesor promedio de 700 m.

En transición con esta última, se desarrolla una secuencia devónica que en su base está compuesta por areniscas finas cuarzosas de color gris, con intercalaciones delgadas de arcilitas gris oscuro y verdosas. En la sección media, predominan limolitas y arcilitas de tonos gris oscuro y verdoso, mientras que en la sección superior se caracteriza por tonos rojizos. Esta última está formada por una secuencia de areniscas cuarzosas finas que gradan hacia areniscas arcósicas gruesas a sabulíticas, con intercalaciones delgadas de conglomerados finos.

Sobre las rocas del basamento, en contacto por falla, se dispone una unidad de antepaís que representa el período comprendido entre el Mioceno medio y el Pleistoceno inferior. Esta unidad, afectada por fallas de alto ángulo con rumbo norte-sur, alcanza su máximo espesor en las Sierras del Zapla, con un promedio aproximado de 2500 m. Litológicamente, se compone de areniscas medianas a finas, de color naranja, macizas, dispuestas en estratos tabulares gruesos, con intercalaciones de pelitas.

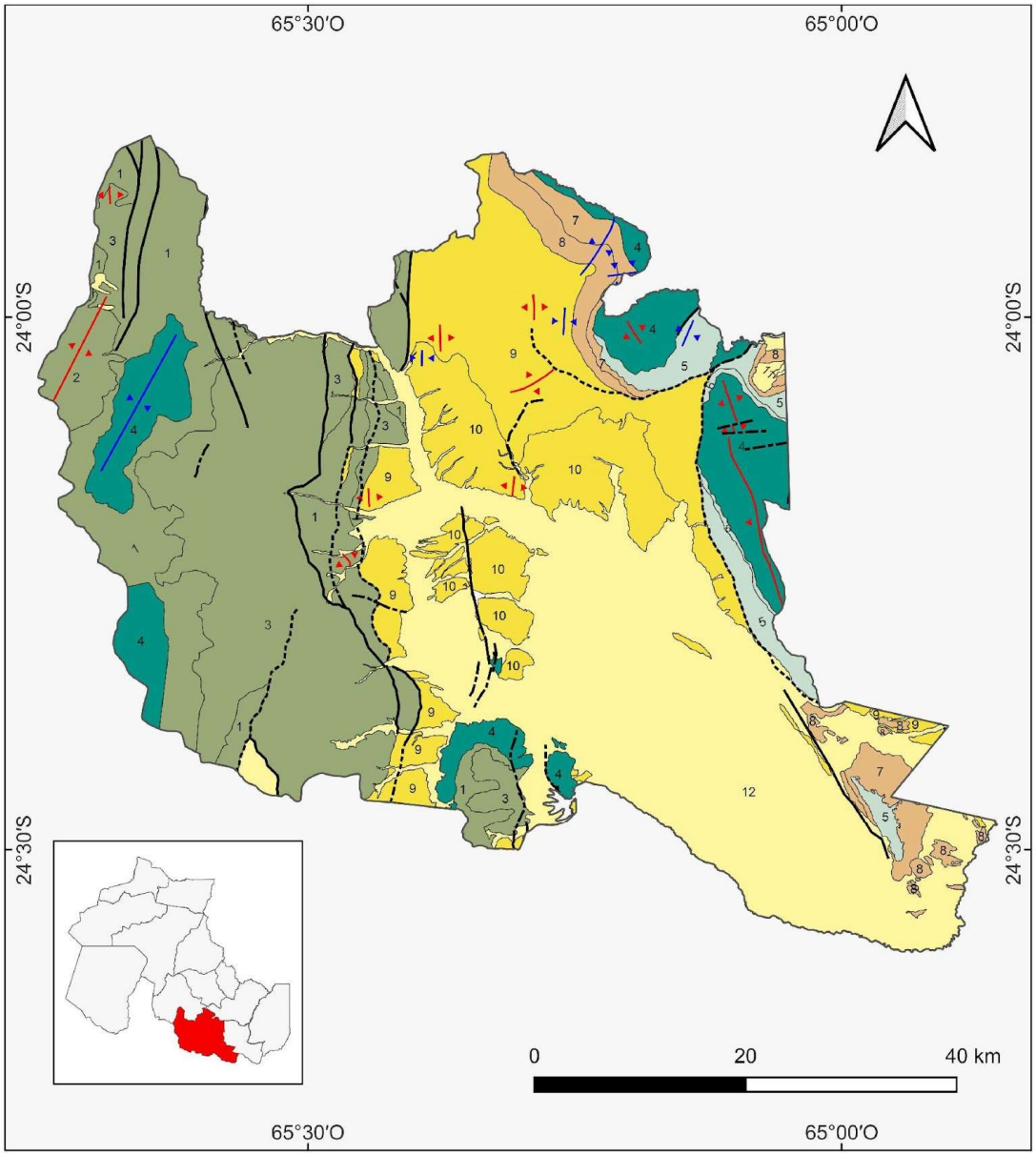
En la zona norte de la región, se extienden depósitos del Mioceno superior, asociados a abanicos aluviales. Estos depósitos están conformados por conglomerados grises, de finos a gruesos, con clastos de material ígneo. Presentan una textura que varía entre

matriz-soporte y clasto-soporte, con estratos gruesos a muy gruesos, intercalados con areniscas y limolitas pardo-rojizas, y frecuentes niveles de tobas.

También en el norte de la región, se encuentran secuencias depositadas durante el Plioceno y el Pleistoceno. Estos depósitos están formados por conglomerados pardo-rojizos, con clastos de 1 a 50 cm de diámetro, compuestos por sedimentitas, y granocreciente. Se intercalan con areniscas gruesas y conglomerádicas, pardo rojizas, en estratos lenticulares o tabulares muy gruesos.

Los depósitos cuaternarios están ampliamente distribuidos en la zona sur de la región. Entre ellos destacan los antiguos abanicos aluviales que se extienden al pie de las serranías, como el que sustenta la ciudad de Palpalá. Estos abanicos están formados por gravas y arenas mal seleccionadas, con intercalaciones lenticulares de arcillas y limos.

Con una distribución aún más amplia, se encuentra un sistema aluvial reciente que incluye abanicos y depósitos fluviales asociados a planicies aluviales modernas. Los sedimentos de este sistema están compuestos principalmente por gravas, arenas, limos y arcillas.



Referencias

Edad Superior

Cámbrico
Ordovícico
Silúrico
Paleoceno
Neógeno
Cuaternario

Estructuras

Anticlinal
Sinclinal
Falla cubierta
Falla inferida
Falla no definida
Falla visible

Litología

1 Cuarcitas
2 Granitos
3 Metagrauvacas leptometamorfizadas
4 Areniscas, pelitas, turbiditas
5 Areniscas y niveles ferríferos
6 Diamictitas, areniscas y lutitas
7 Arenicas calcáreas
8 Areniscas, sabulitas y pelitas
9 Areniscas, pelitas, conglomerados y tobas
10 Areniscas y conglomerados
11 Conglomerados y areniscas
12 Gravas, arenas, limos

Figura 7.31: Mapa Geológico de la región Valles. Realizado con capas bases del SEGEMAR y la DPRH.

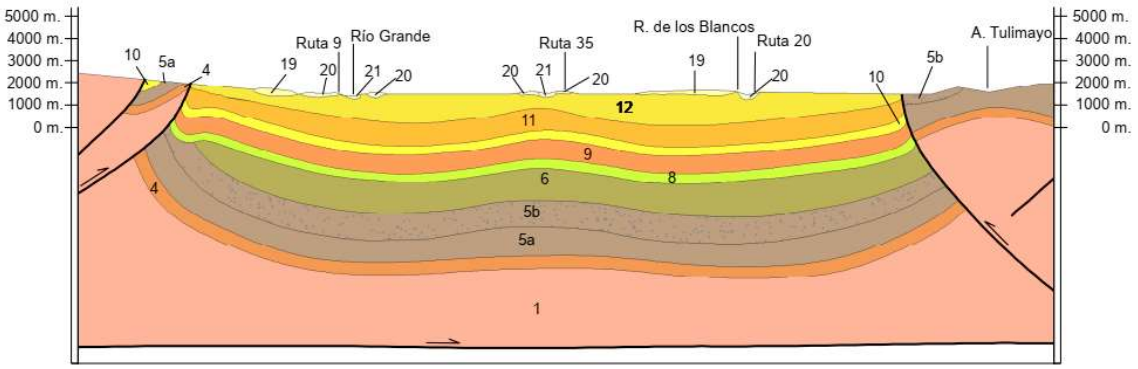


Figura 7.32: Corte transversal Oeste – Este al norte de la región de valles. 1- psamitas y pelitas con bajo grado de metamorfismo cámbricas; 5a y 5b - sedimentitas marinas ordovícicas; 6- Conglomerados, areniscas, pelitas y diamictitas; 8 y 9- Areniscas, calizas y pelitas; 10- pelitas, arenas y conglomerados; 11 y 12- conglomerados, areniscas, pelitas y tobas; 19, 20 y 21- Depósitos modernos aluviales. Fuente Seggiaro et al., 2019.

Pozos de agua

En la región de los Valles se tiene registro de 178 pozos de agua según la base de datos de la DPRH. De estos, el 84% se utiliza para riego, el 13% para uso doméstico, el 1% para uso industrial y el 2% no cuenta con un uso específico asignado. No obstante, es importante señalar que esta información es parcial y podría no representar la situación actual debido a la falta de coordenadas para numerosos pozos y a que la mayoría de los datos no han sido validados en campo.

El análisis de los datos disponibles en la DPRH muestra una mayor concentración de pozos en el sector sureste de la región, particularmente en la localidad de El Carmen. Estos pozos se sitúan mayoritariamente sobre el valle, alineándose con una falla de rumbo submeridional, según la información geológica. Por otro lado, los pozos restantes suelen ubicarse en los álveos de los ríos.

En El Carmen, los niveles estáticos del agua subterránea están próximos a la superficie, una característica previamente conocida en esta área. Este fenómeno se manifiesta con mayor intensidad en zonas como Aguas Calientes, donde las napas freáticas altas generan problemas de anegamiento. En contraste, en las zonas oeste y sur de la región, los niveles piezométricos son significativamente más profundos, alcanzando aproximadamente 25 mbbp.

Las Tablas 7-17, 18 y 19 presentan un resumen detallado de los pozos que cuentan con información de ubicación.

Nombre	Uso	Latitud	Longitud	Prof. (m)	N. Estático (mbbp)
S/N	Doméstico	24°10'3,96"S	65°19'51,70"O		
El Algarrobal	Doméstico	24°11'19,90"S	65°13'53,00"O	13,5	9
Tupac Amaru 1	Doméstico	24°15'11,20"S	65°15'36,65"O	90	25,25
S/N	Doméstico	24°7'10,63"S	65°24'41,81"O		
S/N	Riego	24°06´36,69"S	65°25´16,42"O		
S/N	Riego	24°06´54,78"S	65°24´09,63"O		
S/N	Riego	24°06´58,49"S	65°24´15,73"O		
S/N	Riego	24°07´02,03"S	65°24´14,08"O		

S/N	Riego	24°08´02,62"S	65°23´57,93"O	
S/N	Riego	24°08´04,24"S	65°24´02,44"O	
S/N	Riego	24°10´58,13"S	65°21´25,77"O	
S/N	Riego	24°11´03,13"S	65°21´05,28"O	
S/N	Riego	24°11´20,75"S	65°23´05,73"O	
S/N	Riego	24°11´29,79"S	65°23´17,74"O	
S/N	Riego	24°11´31,75"S	65°25´51,18"O	
S/N	Riego	24°11´56,16"S	65°27´18,61"O	
S/N	Riego	24°12´15,08"S	65°22´13,48"O	
S/N	Riego	24°13´23,84"S	65°22´17,33"O	
S/N	Riego	24°15´53,38"S	65°22´58,82"O	
S/N	Riego	24°16´17,62"S	65°23´40,44"O	
Pozo N°2 Los Alisos	Riego	24°16'12,00"S	65°16'12,00"O	49,2

Tabla 7.16: Pozos del departamento Dr. Manuel Belgrano. Fuente DPRH.

Nombre	Uso	Latitud	Longitud	Prof (m)	N. Estát. (mbbp)	Observación
Pozo N°2	Doméstico	24°19'12,00"S	65°14'24,00"O	104,3	25,5	
Perf N° 1 Perico del Carmen	Doméstico	24°22´28"S	65°06´59"O	15,85		
Perf N° 2 Perico del Carmen	Doméstico	24°22´31"S	65°07´02"O	37,8		
Finca Las Cañadas	Doméstico	24°26'22,5"S	65°00'58,7"O	90		
Los Lapachos	Doméstico	24°28'27,56"S	65°4'19,48"O	110		
Los Lapachos	Doméstico	24°28'27,56"S	65°4'19,48"O			
S/N	Doméstico	24°30´00,14"S	64°57´59,18"O	1,6	1,2	
S/N	Doméstico	24°30´13,14"S	64°57´59,08"O	27,5		
Aljibe	Doméstico	24°31'23,25"S	65°0'33,35"O			Visitado en campo
Pampa Blanca	Doméstico	24°31'52,93"S	65°4'50,59"O	123	64,69	
Manantiales Esc. N° 343	Doméstico	24°31'59,85"S	64°59'4,96"O	80		Visitado en campo, pozo surgente
Planta de Agua	Doméstico	24°32'4,74"S	64°58'42,10"O	80		Visitado en campo
Pozo Aguas Calientes	Doméstico	24°33´12,08"S	64°56´34,31"O		0,52	
S/N	Doméstico	24°34'31,73"S	64°55'17,79"O	18,8	7,2	
Pozo N° 2 Holcim	Industrial	24°29'38,55"S	64°58'12,95"O	29,7	11,6	Visitado en campo, pozos surgentes, entre ambos dan un caudal de 44,44 l/s
Pozo N° 1 Holcim	Industrial	24°30'19,24"S	64°58'2,02"O	90		
S/N	Riego	24°21´18,38"S	65°06´01,99"O	16,5	10,2	
Pozo finca La Bomba	Riego	24°22'48,00"S	65°15'36,00"O	65,5		
S/N	Riego	24°26´36,44"S	65°00´33,85"O	70		
S/N	Riego	24°26´49,55"S	65°00´51,50"O			
S/N	Riego	24°26´50,21"S	65°01´10,61"O			
S/N	Riego	24°27´01,35"S	65°06´53,86"O			
S/N	Riego	24°27´19,23"S	65°01´07,24"O			
S/N	Riego	24°27´37,98"S	65°00´52,18"O			
S/N	Riego	24°27´40,23"S	64°59´58,20"O	67		
S/N	Riego	24°27´42,50"S	65°00´47,18"O			
S/N	Riego	24°27´44,44"S	65°00´54,78"O			
S/N	Riego	24°27´50,69"S	65°00´08,41"O			
S/N	Riego	24°28´14,84"S	65°00´23,49"O	60		
S/N	Riego	24°28'47,02"S	64°58'43,67"O	6,35		
S/N	Riego	24°29´09,49"S	64°58´54,28"O	68	2,4	
S/N	Riego	24°29´16,28"S	64°58´42,85"O			
S/N	Riego	24°29´25,73"S	64°58'05,15"O	1,5	0,8	
S/N	Riego	24°29´54,56"S	64°57´51,06"O	2,3	1,5	
S/N	Riego	24°29´55,21"S	64°58´38,64"O	1,6	0,2	

S/N	Riego	24°30´35,87"S	64°59´33,01"O			
S/N	Riego	24°30´37,38"S	65°01´43,71"O			
S/N	Riego	24°30´40,87"S	65°01´31,60"O	80		
S/N	Riego	24°31´04,48"S	65°01´25,87"O			
S/N	Riego	24°31´06,00"S	65°00´07,58"O	2,2	0,3	
S/N	Riego	24°31´07,11"S	64°57´07,14"O	3,7	3,6	
S/N	Riego	24°31´09,85"S	65°01´39,55"O			
S/N	Riego	24°31´11,32"S	64°57´04,62"O	0,9	0,7	
S/N	Riego	24°31´11,80"S	65°00´49,81"O			
S/N	Riego	24°31´12,35"S	64°57´22,01"O	4,3	3	
S/N	Riego	24°31´13,91"S	65°00´25,28"O	5,9	4,3	
S/N	Riego	24°31´14,57"S	65°00´26,34"O	80		
Finca Las Mercedes	Riego	24°31´20,80"S	65°01´01,43"O			
S/N	Riego	24°31´31,28"S	64°59´57,44"O	1,7	0,5	
S/N	Riego	24°31´37,06"S	65°00´36,82"O	39	4	
S/N	Riego	24°31´39,56"S	65°01´12,12"O			
S/N	Riego	24°31´41,82"S	65°00´18,67"O	3	0,9	
S/N	Riego	24°31´45,34"S	65°00´10,11"O	2,4	0,8	
S/N	Riego	24°31´58,23"S	65°00´07,79"O			
Pozo sin uso	Riego	24°31'14,53"S	65°0'49,55"O			Visitado en campo
Pozo para riego	Riego	24°31'23,47"S	65°0'33,75"O			Visitado en campo
S/N	Riego	24°32´04,78"S	64°56´51,02"O	3,6	3,3	
S/N	Riego	24°32´08,60"S	65°01´07,47"O			
S/N	Riego	24°32´23,59"S	64°56´44,47"O	3,5	2,7	
S/N	Riego	24°32´42,22"S	64°56´39,01"O			
S/N	Riego	24°32´59,91"S	64°56´34,57"O	3,7	3,5	
S/N	Riego	24°33´56,63"S	64°53´57,40"O	9,9	9,6	
S/N	Riego	24°34´25,47"S	64°54´30,90"O	5,7	4,2	
S/N	Riego	24°35´0,69"S	64°54´26,87"O			

Tabla 7.17: Pozos del departamento El Carmen. Fuente DPRH.

Nombre	Uso	Latitud	Longitud	Prof. (m)	N. Estático (mbbp)
Pozo Flia Burgos Daniel	Doméstico	24°11´14,56"S	65°12´32,53"O	1,23	0,8
S/N	Doméstico	24°16´28,08"S	65°08´05,42"O		
S/N	Riego	24°13´37,84"S	65°14´27,11"O		
S/N	Riego	24°13´51,37"S	65°14´39,49"O		
S/N	Riego	24°13´53,07"S	65°13´48,60"O		
S/N	Riego	24°13´59,97"S	65°13´52,92"O		
S/N	Riego	24°14´10,63"S	65°14´03,53"O		
S/N	Riego	24°14´13,41"S	65°13´43,98"O		
S/N	Riego	24°14´24,45"S	65°12´23,42"O		
S/N	Riego	24°15´05,38"S	65°04´19,82"O		
S/N	Riego	24°15´35,63"S	65°10´45,62"O		
S/N	Riego	24°15´40,23"S	65°10´11,56"O		
S/N	Riego	24°16´01,68"S	65°10´34,41"O		
S/N	Riego	24°16´04,62"S	65°11´09,03"O		
S/N	Riego	24°16´15,18"S	65°08´51,13"O		
S/N	Riego	24°16´22,47"S	65°10´53,69"O		
S/N	Riego	24°16´25,60"S	65°10´42,28"O		
S/N	Riego	24°16´29,19"S	65°10´39,36"O		
S/N	Riego	24°16´41,04"S	65°05´25,06"O		
S/N	Riego	24°17´29,30"S	65°04´50,62"O		
S/N	Riego	24°17´37,96S	65°07´25,74"O		
S/N	Riego	24°18´21,48"S	65°05´20,08"O		
S/N	Riego	24°18´35,44"S	65°04´49,02"O	5,7	4,7
S/N	Riego	24°18´36,85"S	65°04´32,57"O		
S/N	Riego	24°18´37,38"S	65°04´46,53"O	5,6	5,1
S/N	Riego	24°18´38,95"S	65°04´38,71"O	5,5	5,5

S/N	Riego	24°18´42,82"S	65°04´30,91"O		
S/N	Riego	24°18´46,22"S	65°04´28,02"O		
S/N	Riego	24°18´51,48"S	65°04´14,15"O	6,3	6,2
S/N	Riego	24°19´06,89"S	65°03´42,83"O	6,3	4,2
S/N	Riego	24°19´14,58"S	65°03´25,40"O	5,2	4,3
S/N	Riego	24°19´16,77"S	65°04´33,16"O		
S/N	Riego	24°19´27,85"S	65°03´16,43"O	5,5	3,6
S/N	Riego	24°20´02,99"S	65°05´09,67"O	27,6	25,5
S/N	Sin Uso	24°20´44,11"S	65°02´07,05"O	4,1	3

Tabla 7.18: Pozos del departamento Palpalá. Fuente DPRH

A pesar de las limitaciones en la información, se obtuvieron datos técnicos de tres pozos específicos ubicados en Pampa Blanca (El Carmen), El Algarrobal (Palpalá) y Alto Comedero (Dr. Manuel Belgrano). A continuación, se describen sus características principales:

Pozo de Pampa Blanca

Ubicado en El Carmen y destinado al suministro de agua potable, este pozo tiene un diám de 15'' con tubos de 8'' y alcanza una profundidad de 123 m. Su perfil litológico está compuesto por conglomerados arenosos intercalados con capas de limos y arcillas. Los filtros se instalaron principalmente en niveles de arenas y gravas (ver Figura 7- 32).

Al momento de su construcción en octubre de 2014, el nivel estático era de 39,25 mbbp. Durante un ensayo de bombeo, se logró un caudal máximo de 29 L/s con un abatimiento de 19,19 m. En 2024, APJSE reportó un nuevo nivel estático de 69,89 mbbp, reflejando un descenso significativo.

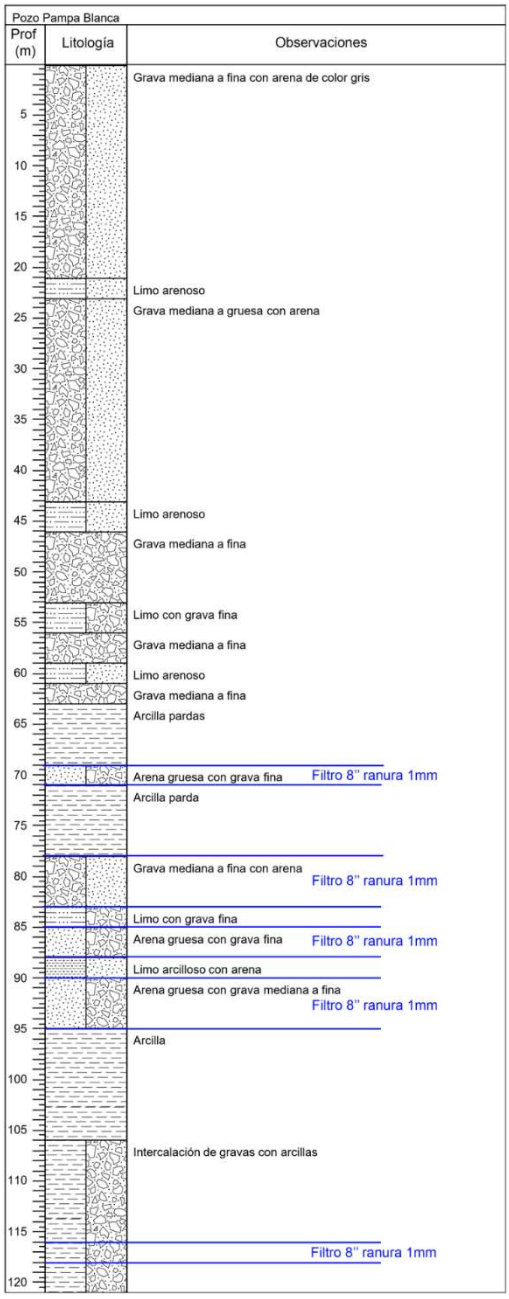


Figura 7.33: Perfil litológico del pozo Pampa Blanca elaborado a partir de datos del informe técnico de ECSA S.R.L. (2016).

Pozo de El Algarrobal

Localizado en la localidad homónima, en el departamento de Palpalá, este pozo tiene una profundidad de 13,5 m, resultado del reacondicionamiento de un pozo antiguo de 4 m en marzo de 2013. El perfil litológico revela una secuencia de 1 m de suelo superficial, seguido de 6,5 m de material fino (limos y arcillas) y 5,5 m de material gravoso, donde se encuentra el nivel acuífero. La base del pozo está compuesta por arenas compactas e impermeables. Los filtros se encuentran entre los 9 y 13 m de profundidad.

En un ensayo de bombeo con un caudal de 0,5 L/s, el abatimiento fue de 3 m, partiendo de un nivel estático inicial de 9,5 m.

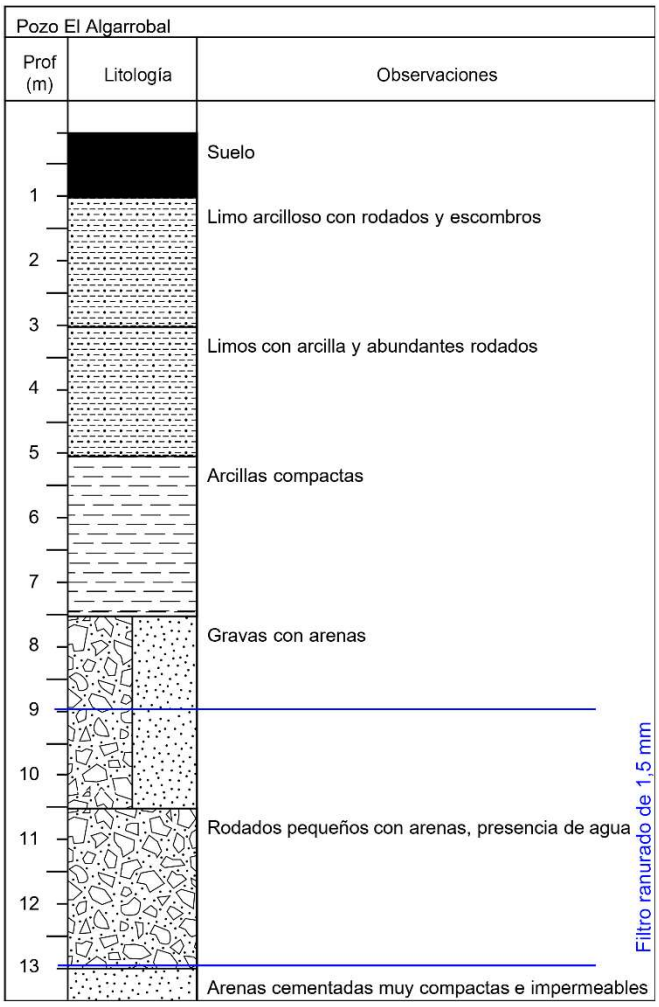


Figura 7.34:Perfil litológico del pozo El Algarrobal (Pozo N° 006-2) elaborado a partir de datos del informe técnico de ECSA S.R.L.

Es relevante resaltar la información contenida en el informe de SEV realizado en el río Los Blancos por Agostini Ingeniería, solicitado por la APJSE. Este estudio se llevó a cabo en un tramo del río ubicado aproximadamente a 2 km de la localidad de El Algarrobal, con el objetivo de evaluar la presencia de la napa freática y la existencia de acuíferos profundos. La necesidad de este análisis surgió debido a que, durante las épocas de sequía, los pozos de la zona se quedaban sin agua.

El informe detalla que los pozos perforados en El Algarrobal alcanzaron agua a profundidades de entre 5 y 10 metros, con caudales que varían entre 1000 y 2000 L/h (equivalente a 0,28 a 0,56 L/s). Se intentó realizar una perforación a mayor profundidad (37 a 40 metros) en la misma área, pero la dureza de las rocas aluviales impidió continuar con la obra. A esa profundidad, no se detectó agua subterránea.

El informe concluye que no es recomendable perforar pozos profundos en la zona debido a la presencia de sedimentos impermeables en el subsuelo. En su lugar, se sugiere la construcción de pozos someros, con una profundidad máxima de 10 metros.

Pozo Tupac Amaru

Ubicado en el barrio Alto Comedero (Dr. Manuel Belgrano), este pozo alcanza una profundidad de 90 m. Según un informe de mayo de 2015, los ensayos de bombeo concluyeron que el caudal recomendado para extracción es de 5 l/s para mantener un funcionamiento hidráulico óptimo. Los resultados detallados se presentan en la Tabla 7.19 y la Figura 7.35.

Escalón	Tiempo (min)	Nivel Dinámico (mbbp)	Caudal (L/s)	Abatimiento (m)
1°	0	25,25	0	0
	5	29,27	2,22	4,02
	10	29,27	2,22	4,02
2°	15	31,73	3,03	6,48
	20	32,22	3,03	6,97
	25	32,44	3,03	7,19
3°	55	40,37	4	15,12
	80	41,15	4	15,9
	100	41,30	4	16,05
	130	41,55	4	16,3
	160	41,76	4	16,51
	180	41,98	4	16,73
	205	42,19	4	16,94
Se parte de un nivel estático igual a 25,25 mbbp				

Tabla 7.19: Ensayo de bombeo para el pozo Tupac Amaru. Fuente APJSE

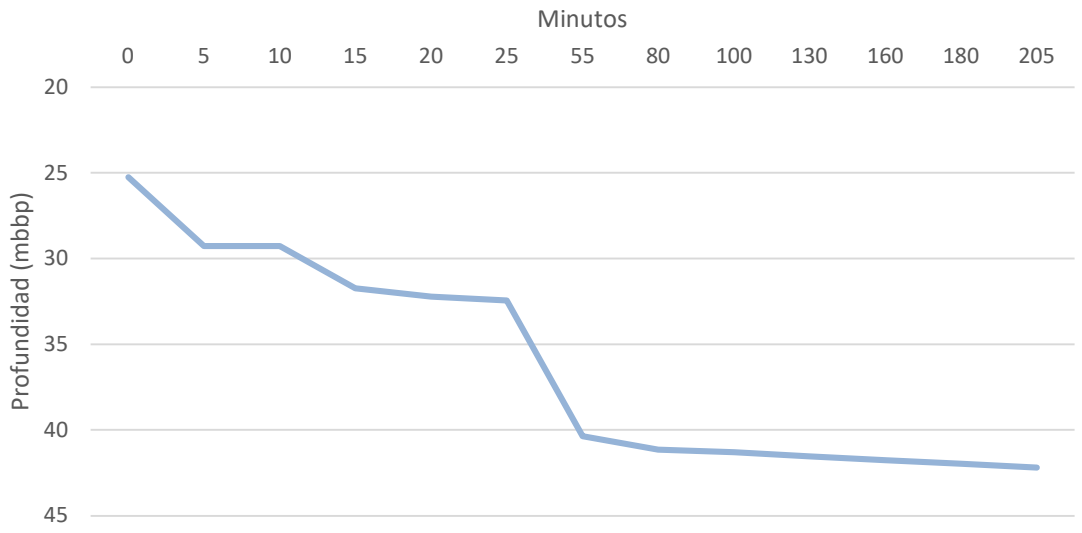


Figura 7.35: Ensayo de bombeo para el pozo Tupac Amaru. Fuente APJSE.

Figura 7.36: Pozo Tupac Amaru. Fuente APJSE

Sistema de vertientes

La base de datos de la APJSE incluye la ubicación de diversas vertientes distribuidas en toda la región de valles. La mayoría de las vertientes registradas se encuentran en el departamento Dr. Manuel Belgrano (Tabla 7.20).

Al superponer los mapas geológicos con la ubicación de las vertientes, se observa un conjunto de ellas situado al oeste de la región (vertientes Puca, Cerrillos, El Sauce, entre otras), en la zona de contacto entre sedimentitas del Ordovícico y cuarcitas cámbricas. Esto sugiere una relación entre la presencia de las vertientes y el cambio de permeabilidad entre ambas formaciones.

Asimismo, se aprecia que otras vertientes están asociadas a fallas, lo que podría indicar que los niveles acuíferos se encuentran a mayor profundidad y que las fallas actúan como conductos para el afloramiento del agua.

Nombre	Latitud	Longitud	Departamento
Vertiente Esquina Azul, Leon, Lozano	24°1′17,3″S	65°28′1,7″O	Dr. Manuel Belgrano
Vert. Inferior Chijra	24°8′31,6″S	65°18′4,3″O	
Arroyo (Vert) Cascada, Qda. Lozano	24°4′51,9″S	65°25′48,0″O	
Vertiente Qda. Antigal	24°1′17,7″S	65°29′6,5″O	
Vertiente Este, Cerrillos	24°1′4,5″S	65°38′23,1″O	
Vertiente Abra De Cerrillos	24°1′28,8″S	65°39′2,7″O	
Vertiente Qda. Azul, Campo Molulo	24°1′56,0″S	65°29′12,6″O	
Vertiente El Sauce (Inferior Y Sup.	23°59′34,3″S	65°18′53,1″O	
Vertiente La Toma, Tilquiza	24°4′22,9″S	65°16′41,5″O	
Vertiente Los Helechos	24°4′18,8″S	65°16′38,6″O	
Vertiente El Sauce, Chanahua	23°59′26,2″S	65°37′57,2″O	
Arroyo Galan, Vert Superiores	24°12′53,8″S	65°21′22,0″O	
Vertiente Qda. La Cañada	23°56′39,8″S	65°17′42,7″O	

Vertiente Ronque Blanquito	24°1′36,6″S	65°36′9,3″O	
Vertiente Puca, Cerrillos	24°0′57,2″S	65°38′29,6″O	
Vertiente Superior Chijra	24°8′21,6″S	65°18′2,9″O	
Vertiente (Ex Finca Pedrin Lopez)	24°33′11,7″S	64°56′33,1″O	El Carmen
Vertiente Finca J. Parra	24°33′25,2″S	64°56′22,0″O	
Vertientes Rio Blanco	24°13′21,2″S	65°14′35,0″O	Palpalá

Tabla 7.20: Ubicación de las vertientes registradas en APJSE

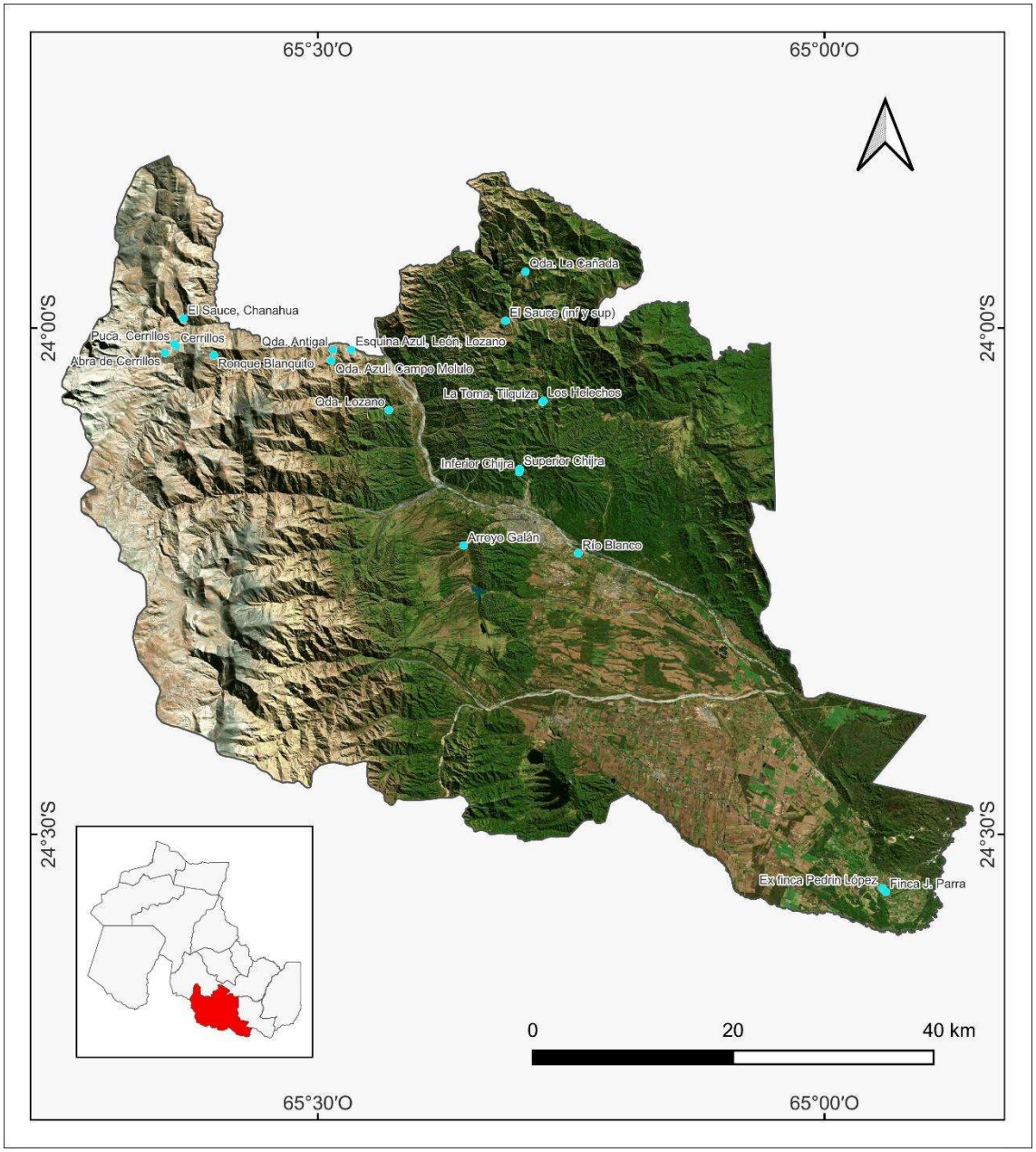


Figura 7.37: Vertientes registradas en la base de datos de APJSE

En un informe del CFI (Consejo Federal de Inversiones, 1997), se describen varias vertientes puntuales. Aunque no se cuenta con coordenadas precisas, se proporciona una ubicación aproximada. A continuación, se presenta un resumen de estas descripciones, centrado en las vertientes estudiadas por el CFI como posibles fuentes de agua para las localidades de El Cucho, Palpalá y Ocloyas, Dr Manuel Belgrano:

- **Vertiente El Altillo:** de carácter permanente pero con un caudal reducido, esta vertiente se ubica en una pequeña quebrada de 1,8 m de ancho, en el faldeo norte de la Serranía de Alto del Tunalito. El agua emerge de un nivel conglomerádico con matriz arenosa que se apoya sobre un sustrato impermeable limoarenoso muy compactado. En el entorno se encuentran bloques de arenisca de hasta 1,5 m de diámetro, acompañados de una vegetación abundante y variada. El caudal registrado en marzo de 1997 osciló entre 0,1 y 0,05 L/s, manteniéndose constante a lo largo del año según los lugareños.
- **Vertiente Boya**: Esta vertiente permanente está formada por varios ojos de agua alineados horizontalmente en un espacio de 1 m. Los ojos se encuentran en la base de una pared vertical a modo de escalón, ubicada sobre la suave pendiente del pie de monte que desciende hacia el norte, en dirección al río Cucho. Este afloramiento ha provocado una erosión lateral y vertical, creando una cárcava de 1,5 m de ancho, 5 m de largo y 1 m de profundidad. Su origen se relaciona con la intersección de un paquete conglomerádico de permeabilidad media-alta con estratos impermeables limoarcillosos. Se estimó un caudal de 0,2 L/s.
- **Vertiente Gorda**: Ubicada en una quebrada con orientación este-oeste, en las estribaciones occidentales de la loma La Tuna, esta vertiente es de carácter temporario. Su caudal disminuye progresivamente hasta desaparecer en el mes de agosto. En marzo de 1997, se midió un caudal de 0,15 L/s, coincidiendo con la época de mayor disponibilidad hídrica. La quebrada, de pendiente pronunciada y unos 10 m de ancho en la zona de afloramiento, presenta un terreno compuesto por bancos arenolimosos amarillentos a marrón claro, muy deleznables y permeables. La ausencia de vegetación en las paredes verticales de la quebrada se debe a deslizamientos o derrumbes. El afloramiento de agua parece originarse por la intersección de los bancos arenolimosos con una capa impermeable de naturaleza arcillosa. En esta vertiente se construyó una obra de captación para abastecer de agua potable a una escuela.
- **Vertiente del Arroyo Huaico**: Esta vertiente permanente y puntual se encuentra sobre la margen izquierda de la quebrada del Arroyo Huaico, a unos 120 m del camino Cucho-Yerba Buena. El agua aflora en la base de la pared occidental, en el contacto entre un nivel de baja permeabilidad (arenisca compacta, lajosa y de estratificación fina) y un conglomerado polimíctico con matriz arenosa de alta permeabilidad. La combinación de humedad, temperatura y materia orgánica en el área contribuye a la formación de horizontes incipientes de humus y turba sobre la secuencia conglomerádica. El caudal medido fue de 0,2 L/s.
- **Sistema de Vertientes Finca Gutiérrez**: Este sistema comprende dos afloramientos lineales, dispuestos en forma de "rosario" y separados por una lomada baja de 2 m de altura y 15 m de ancho. Ambas vertientes son permanentes: la vertiente este tiene una longitud de 20 m y un caudal de 1 L/s, mientras que la vertiente oeste mide 50 m y alcanza un caudal de 1,5 L/s, medidos en marzo (época de lluvias). Durante el estiaje, los caudales disminuyen en un 75%. Su origen geológico-estructural es similar al de las otras vertientes de la región.
- **Vertiente El Churcal**: Situada a una altitud comparable a la de la Vertiente El Altillo, esta vertiente de carácter permanente presenta un caudal reducido de 0,1 L/s. Se localiza en el faldeo norte de la Serranía de Alto del Tunalito.
- **Vertiente Estanque Yañez**: se ubica en la Quebrada Nogal, a unos 600 m del pueblo, es de carácter permanente y con un caudal de 0,7 L/s.

7.2.4 Yungas

La región de Yungas se encuentra ubicada principalmente dentro del Sistema Acuífero San Francisco-Lavayén, y en menor medida, en el Sistema Acuífero Lomas de Olmedo-Palma Sola, según la división propuesta por Garcia et al. (2008).

En esta región, el uso del agua subterránea se destina principalmente al riego y al abastecimiento doméstico. Los pozos que la extraen se ubican mayormente en las bajadas de las serranías submeridionales que bordean la región y en los alveos de los ríos Lavayén y San Francisco.

Geología

La región de Yungas se extiende sobre tres provincias geológicas, de oeste a este: la Cordillera Oriental, las Sierras Subandinas y el Sistema de Santa Bárbara. La Cordillera Oriental ya fue descrita en la sección de Quebrada. Tanto las Sierras Subandinas como el Sistema de Santa Bárbara se caracterizan por la presencia de amplios anticlinales, elongados de norte a sur y con vergencia al oeste, cuyos núcleos exponen rocas del Paleozoico. Estos anticlinales están delimitados por fallas que afectan incluso al basamento. Conforman serranías que actúan como la primera barrera orográfica para las provincias de Jujuy y Salta, condensando las masas húmedas provenientes del anticiclón del Atlántico Sur.

Los movimientos de la fase Oclóyica, a fines del Ordovícico, provocaron el levantamiento de la Cordillera Oriental, generando al este una cuenca de antepaís. En esta cuenca se depositó un espeso registro sedimentario desde fines del Ordovícico hasta el Devónico.

La secuencia sedimentaria de la región comienza con depósitos del Silúrico-Devónico, que alcanzan un espesor de hasta 5000 m. Estos depósitos, compuestos por areniscas finas cuarcíticas y muy micáceas, limolitas arcillosas también muy micáceas y arcilitas, se acuñan bruscamente hacia el este, sugiriendo un ambiente de depósito de tipo deltaico marino.

Sobre estos depósitos, se encuentran rocas sedimentarias del Carbonífero Superior y Triásico inferior. Esta secuencia incluye, en su base, rocas continentales con depósitos glaciarios y fluvioglaciarios, sobre las que se depositaron posteriormente rocas marinas de ambiente somero y carbonáticas.

En discordancia sobre estas últimas, se depositan rocas asociadas al evento de rift del Cretácico (Grupo Salta). Esta secuencia inicia con rocas conformadas por conglomerados rojos continentales localmente intercalados con areniscas. Las rocas del Cretácico Tardío - Paleoceno Temprano consisten en areniscas calcáreas, calizas y margas. Culminan esta secuencia rocas del Paleoceno - Eoceno Temprano, conformadas por lutitas con escasas intercalaciones carbonáticas, caracterizadas por facies clásticas finas de origen lacustre que sellan eficazmente las formaciones infrayacentes.

La columna sedimentaria continua con un espeso paquete de rocas continentales sinorogénicas del Mioceno - Plioceno, compuesto por sedimentos arenosos y pelíticos con intercalación de evaporitas.

La cobertura cuaternaria de la región está compuesta por extensos abanicos aluviales coalescentes, con pendiente hacia el oeste y una longitud media de 20 km, que drenan al río San Francisco. Estos abanicos se desarrollan en los bajos estructurales y presentan importantes espesores (más de 30-40 m visibles), apoyándose preferentemente sobre el Terciario subandino. Los sedimentos que los conforman tienen una composición conglomerádica en el sector proximal, con clastos subredondeados y subangulosos, y areno-gravosa en el distal.

Además, se observan depósitos de terrazas aluviales, con espesores entre 10 y 30 m, conformados por gravas, arenas y limos. Estos depósitos se encuentran circunscritos a los atrincheramientos de las bajadas aluviales de ríos como el Candelaria. En general, los depósitos de terraza en esta región se caracterizan por una mayor proporción de elementos limosos y una mejor estructura sedimentaria.

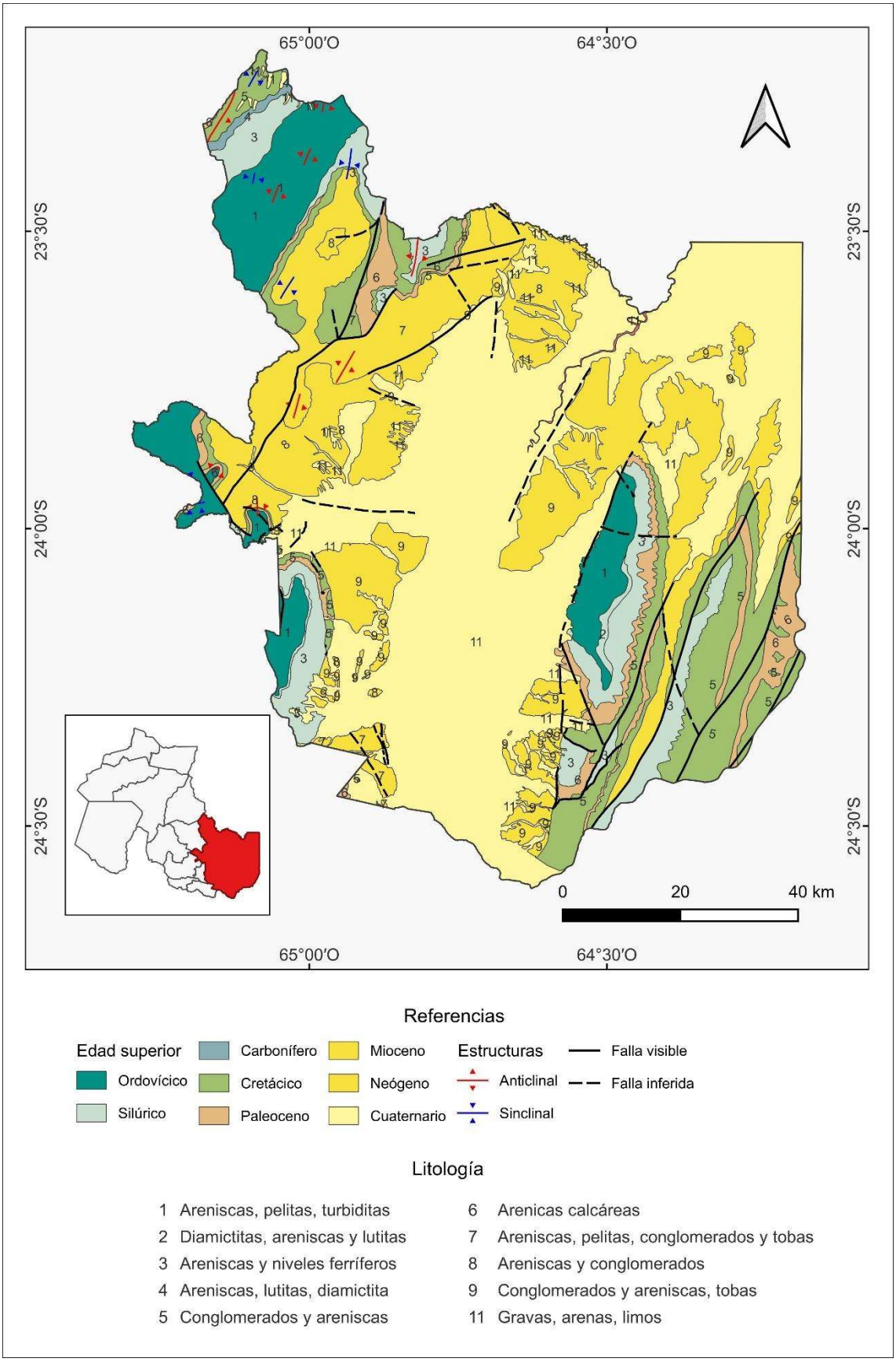


Figura 7.38: Mapa Geológico de la región Yungas. Realizado con capas bases del SEGEMAR y la DPRH.

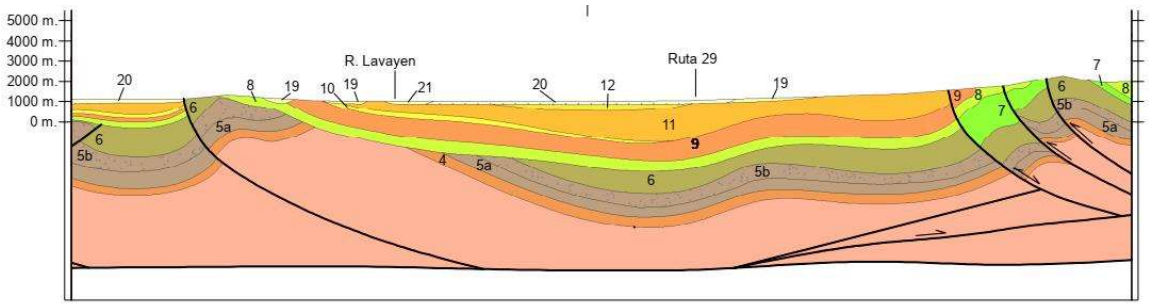


Figura 7.39:Corte transversal Yungas. 1- psamitas, pelitas y conglomerados con bajo grado de metamorfismo; 4- Conglomerados, cuarcitas, limolitas y fangolitas; 5- conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y wackes; 6- Conglomerados, areniscas, pelitas y diamictitas; 7- Conglomerados, areniscas, wackes y pelitas; 8- Areniscas, calizas y pelitas; 9- Pelitas, areniscas y calizas; 11- areniscas, pelitas, conglomerados, calizas, tobas y yeso; 12- Conglomerados, areniscas, limolitas, tobas; 19- Depósitos aluviales antiguos; 20- Depósitos de piedemonte y llanuras aluviales modernas; 21- Depósitos fluviales modernos

Niveles acuíferos

Garcia et al. (2008) indica que el Sistema San Francisco-Lavayén se recarga a través de diversas fuentes.

Una fuente importante es el Sistema Acuífero Grande-Mojotoro, que suministra agua a través del Angosto de Aguas Calientes, la cual es canalizada por el valle del río Lavayén. Además, recibe contribuciones del Angosto de San Juancito.

La recarga del sistema acuífero se produce principalmente por la infiltración de la escorrentía superficial generada en las laderas de las serranías. Este proceso se ve favorecido por el contraste entre la baja permeabilidad de las laderas, donde predomina el escurrimiento superficial, y la alta permeabilidad de los sedimentos cuaternarios y terciarios que conforman las bajadas aluviales.

Un área clave para la recarga es el flanco oriental de las sierras de Zapla y Calilegua, donde las abundantes precipitaciones (1400 mm anuales) alimentan la escorrentía que luego se infiltra en los depósitos aluviales de alta permeabilidad. Si bien en menor medida, los flancos occidentales de las sierras de Cresta del Gallo, Centinela y Santa Bárbara también contribuyen al proceso, ya que allí también se forman depósitos aluviales con capacidad de infiltración.

El flujo subterráneo coincide con el flujo del valle fluvial del río Lavayén-San Francisco, y su zona de descarga se da fuera del territorio jujeño en inmediaciones de la confluencia entre los ríos San Francisco y Bermejo.

Por otro lado, el Sistema Acuífero Lomas de Olmedo-Palma Sola (García et al., 2008) se recarga principalmente a partir de los arroyos Las Delicias y Santa Rita, así como de las precipitaciones estivales, que alcanzan valores elevados (1.100 mm anuales) debido al efecto orográfico de las sierras de Santa Bárbara y Maíz Gordo. El flujo subterráneo de este sistema coincide en gran medida con el flujo superficial de los arroyos mencionados.

La región de Yungas se caracteriza por la presencia de acuíferos libres y confinados. Los acuíferos libres se encuentran principalmente en depósitos de arenas y gravas del

Cuaternario, mientras que los acuíferos confinados se hallan en formaciones del Terciario subandino (Neógeno) e incluso en rocas del Cretácico, generalmente en la base de las secuencias cuaternarias. La presencia de horizontes arcillosos dentro de las secuencias sedimentarias del Cuaternario puede dar lugar a la formación de acuíferos confinados a nivel local.

El relleno moderno está conformado por tres unidades, Garcia et al. (2008) lo presenta de la siguiente manera:

- **Estrato superior:** Una capa de aglomerado, de espesor medio de 10 m, con clastos de tamaño mediano a grueso, incluyendo rodados de areniscas cuarcíticas y cuarcitas. La matriz es arenosa fina a limo-arcillosa, con una distribución caótica.
- **Estrato intermedio:** Infrayaciendo al estrato superior, se encuentra una capa de sedimentos finos, principalmente arena fina a mediana, con presencia de limo y arcilla. Su espesor varía entre 5 y 10 m.
- **Estrato inferior:** Subyaciendo al estrato intermedio, se hallan facies de gravas y arenas gruesas a muy gruesas, con una importante participación de material pelítico. Este horizonte, que constituye el acuífero libre a semiconfinado del sistema, alcanza una potencia máxima de 70 m en el centro del valle y disminuye progresivamente hacia los flancos.

Por debajo de este acuífero, se encuentran sedimentos de distinta granulometría en forma de lentes y capas discontinuas. Estos sedimentos alcanzan su mayor potencia y homogeneidad en la posición central del valle, mientras que lateralmente, la unidad limo-arcillosa cambia gradualmente a arenas e incluso gravas hacia los flancos.

Fuera de la influencia del río Lavayén, los depósitos de bajada aluvial adosados a la Sierra de Santa Bárbara presentan facies sedimentarias con capacidad para almacenar agua subterránea. Esto es particularmente evidente entre El Piquete y Arroyo del Medio, donde estudios geoeléctricos (García, 1995) indican que la cobertura moderna tiene un espesor variable de 10 a 100 m.

Bajo esta secuencia, se encuentran unidades del Neógeno (Formación Piquete) que se profundizan progresivamente hacia el oeste, acompañadas de un cambio facial hacia materiales más arcillosos. Como resultado, en esa dirección es probable la presencia de acuíferos semiconfinados y confinados debido al incremento en el espesor y la frecuencia de las arcillas.

Más al norte, el valle del río San Francisco presenta una asimetría en cuanto al espesor de los sedimentos modernos. Aguas abajo de la confluencia de los ríos Lavayén y Grande de Jujuy, y hasta un poco más allá de la latitud del pueblo de Calilegua, los mayores espesores de facies gruesas (arenas, gravas y rodados) se ubican en el sector occidental de la depresión. En esta área, la secuencia litológica generalmente comienza con una capa de rodados, arena y gravas de media a gruesa en la parte más occidental de los depósitos de bajada adosados al sistema serrano de las sierras de Zapla y Calilegua. Esta unidad tiene un espesor variable de entre 10 y 30 m, acuñándose y disminuyendo su granulometría hacia el este. A continuación, se suele encontrar una potente capa de rodados, gravas de diversos tamaños, arenas muy gruesas y gruesas, con escasas intercalaciones de arcilla y limo, que en algunos sectores supera los 250 m de espesor.

A continuación, se presentan tres figuras con perfiles de pozos en diferentes zonas del valle de las Yungas, que ilustran la variabilidad en la disposición de los acuíferos.

La Figura 7.40 muestra tres perfiles de pozos del valle del río Lavayén (sureste de las Yungas). Los perfiles exhiben una alternancia de estratos conglomerádicos y materiales finos (limo y arcillas), con predominio de los conglomerados en espesor, especialmente en la parte superior. La correlación entre los perfiles sugiere una disposición en forma de lentes, tanto para los conglomerados como para los materiales finos. Los acuíferos se encuentran a diferentes profundidades: en el pozo ubicado al norte, comienzan a los 30 m bajo boca de pozo (mbbp), mientras que en los dos pozos más al sur se hallan a 80 mbbp. Los acuíferos se ubican en los niveles conglomerádicos de mayor granulometría, con matriz arenosa, y están delimitados por los estratos arcillosos.

La Figura 7.41 presenta perfiles de la zona suroeste del valle de las Yungas. Estos perfiles corresponden con acuíferos libres conformados por gravas con matriz arenosa. Los tres perfiles se hallan muy cercanos entre sí y la composición en general es muy similar.

La Figura 7.42 muestra perfiles litológicos en la zona norte del valle de las Yungas, ubicados de oeste a este. Se observa como los niveles de gravas y bloques disminuyen hacia el este, mientras que las intercalaciones con materiales más finos como arenas, limos y arcillas se vuelven más frecuentes. Los acuíferos del oeste son libres mientras que al este se hallan delimitados por niveles de materiales finos como limo-arcilla

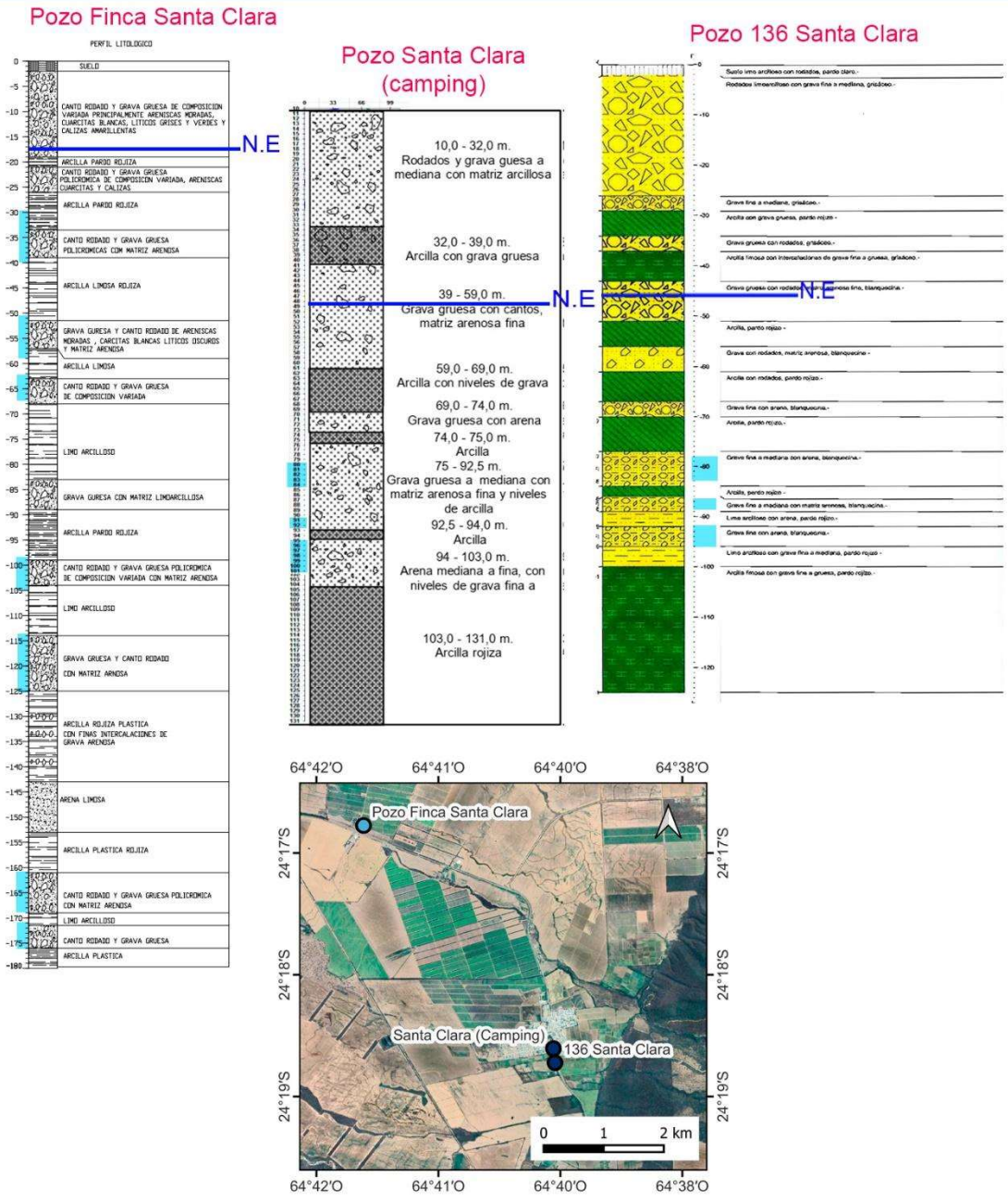


Figura 7.40: Perfiles de pozos, en bloques de tono cian la posición de los acuíferos. Elaborados en base a datos de los siguientes informes técnicos: ECO SUELO S.R.L. (2208); GeoTec PERFORACIONES (2015); y SALTA PERFORACIONES (2000a)

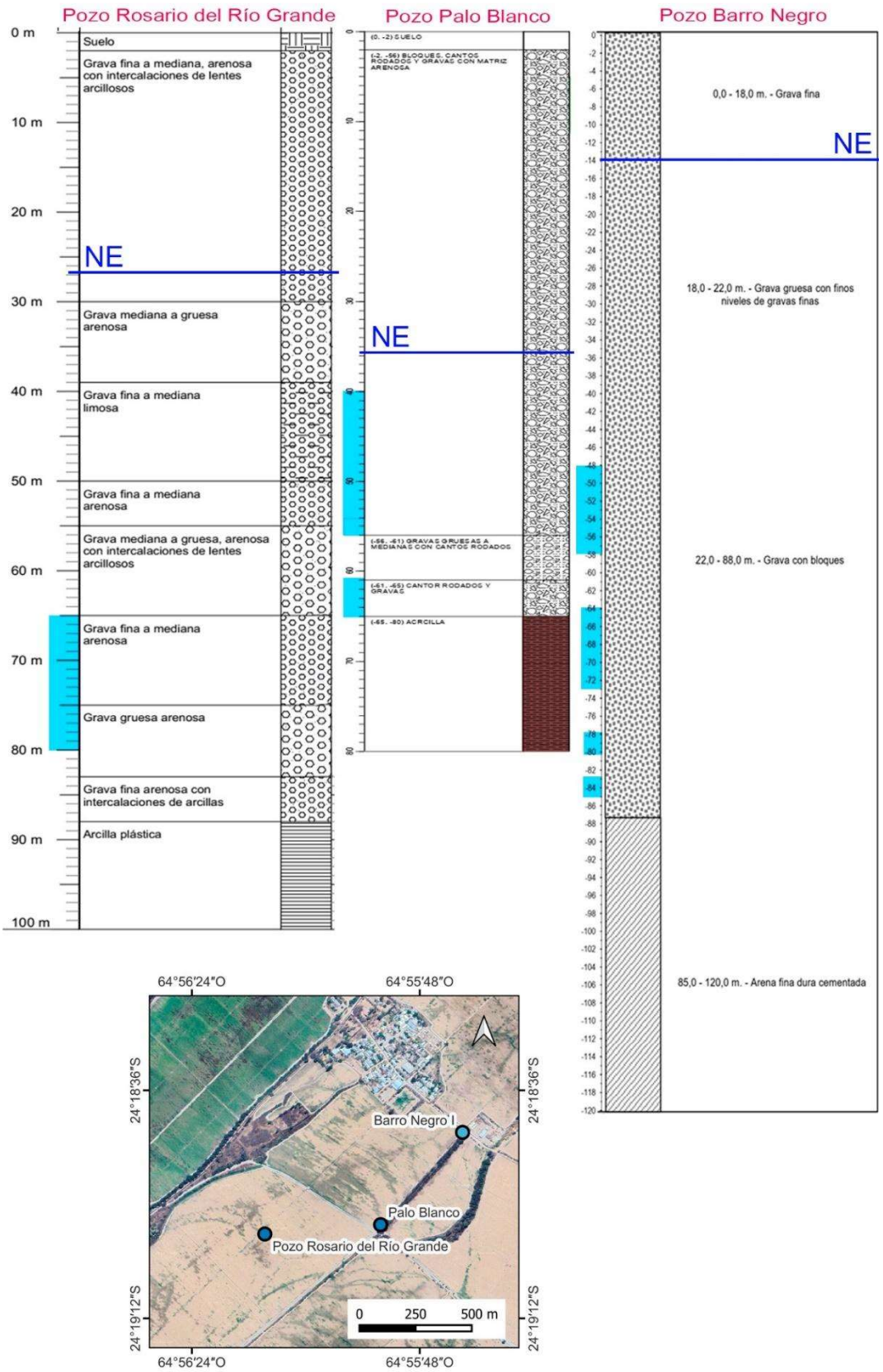


Figura 7.41: Perfiles de pozos, en bloques de tono cian la posición de los acuíferos. Elaborados en base a datos de SALTA PERFORACIONES (2003; 2017); y GeoTec PERFORACIONES (2011).

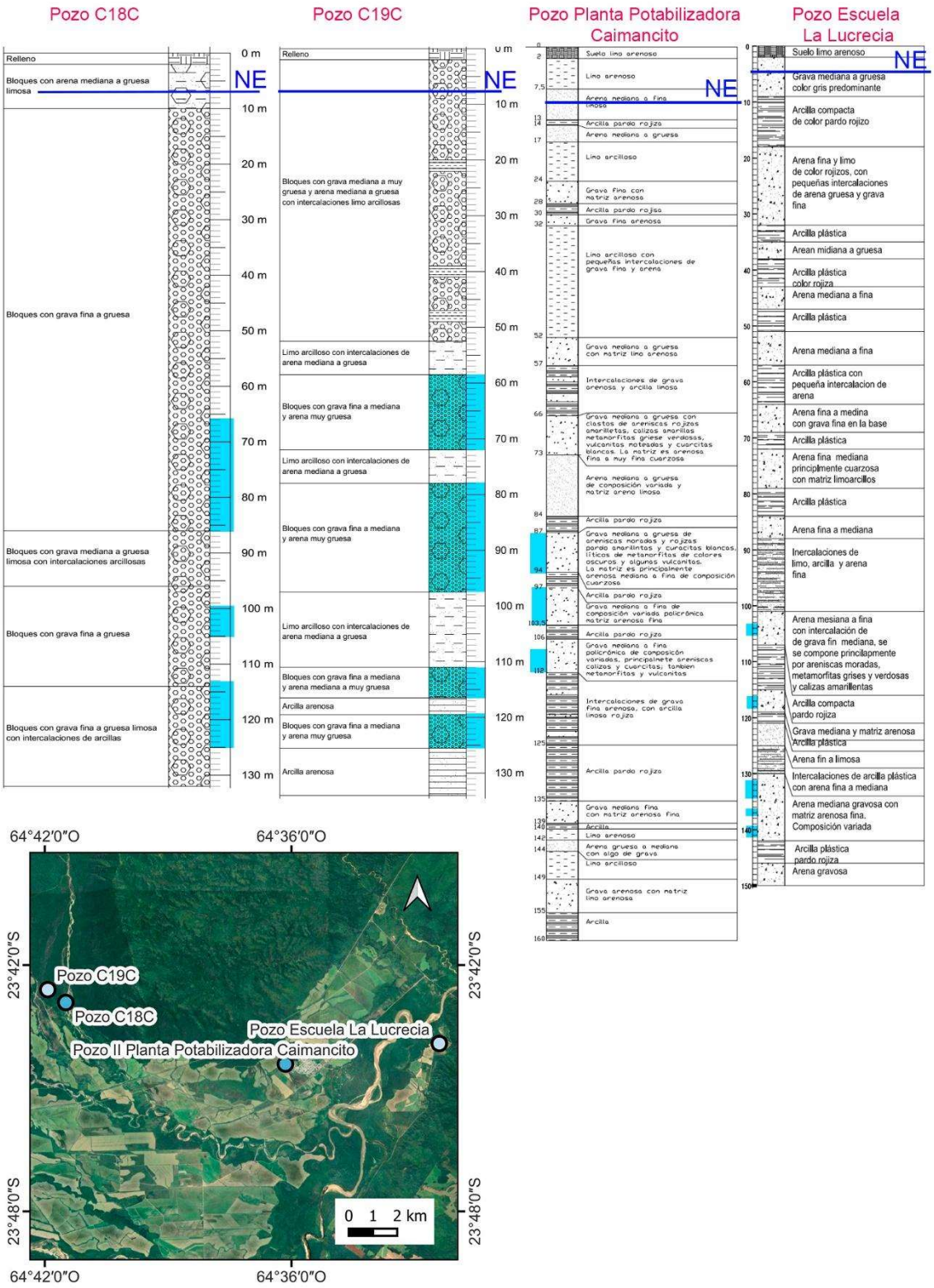


Figura 7.42: Perfiles de pozos, en bloques de tono cian la posición de los acuíferos. Elaborados en base a datos de SALTA PERFORACIONES (2000b; 2001; 2003b; 2003c)

Piezometría

La profundidad del agua freática en la región de Yungas es variable y está influenciada principalmente por la topografía.

Como se observa en el mapa de la Figura 7- 42, los niveles estáticos más superficiales se encuentran en pozos cercanos a los cauces de los ríos, donde el agua freática puede aflorar a la superficie. En contraste, en las áreas de piedemonte, el agua freática se encuentra a mayor profundidad, superando los 60 m. Esta variación en la profundidad del nivel freático se debe a la interacción entre la topografía y el flujo del agua subterránea.

En zonas como Ledesma, la poca profundidad del agua freática puede ocasionar problemas de drenaje debido a la saturación del suelo.

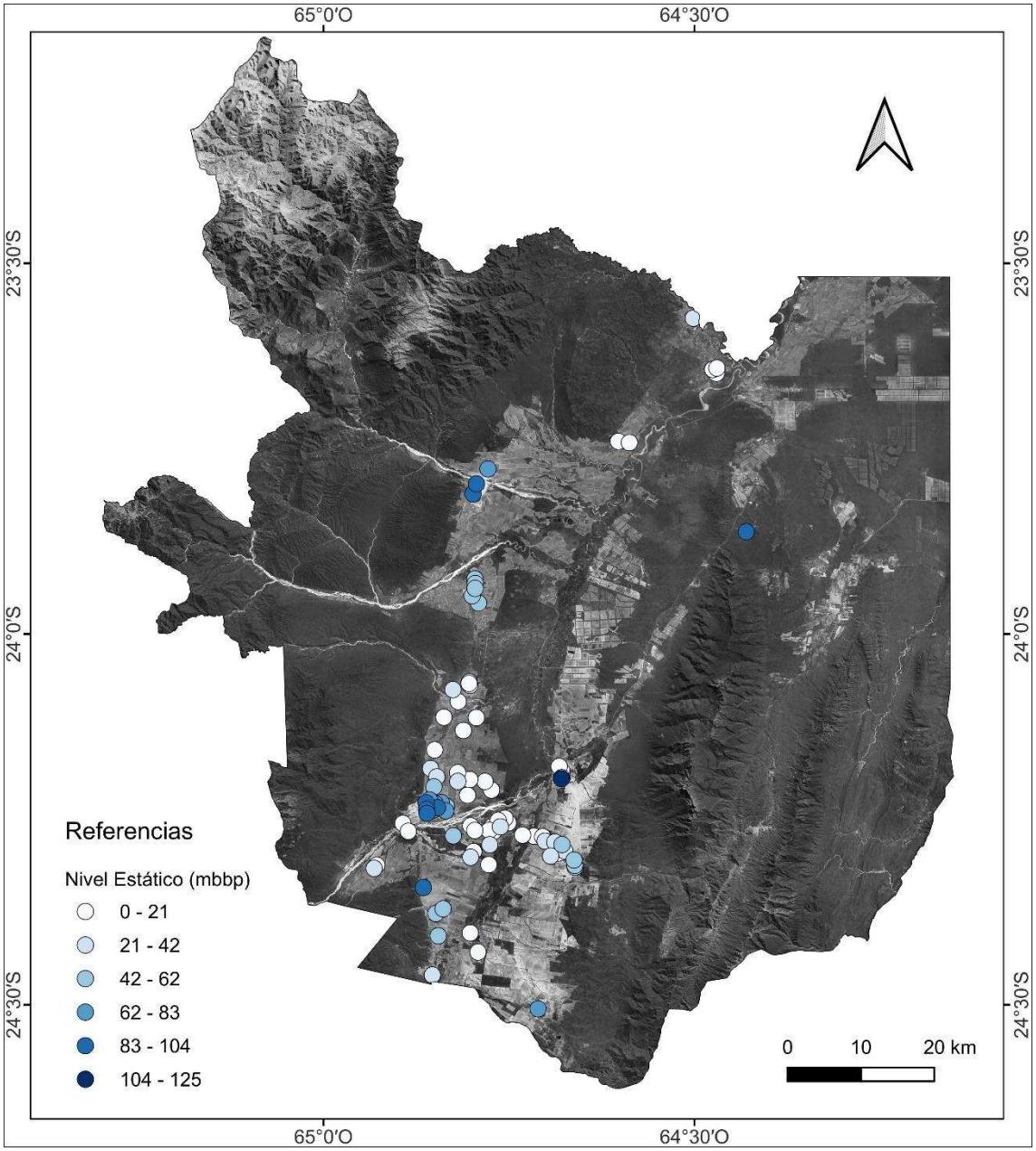


Figura 7.43: Mapa de Niveles Estáticos en (mbbp) de la Región Yungas. Datos de la DPRH.

La información proporcionada por la DPRH sobre los niveles estáticos de agua en algunos pozos, medidos a lo largo del año 2023, muestra una tendencia a la baja en comparación con las mediciones iniciales. Los pozos “Chacarería” y “Bazán E. 609” se han secado.

Si bien la sobreexplotación del acuífero podría ser una causa probable de este descenso, la escasez de datos impide llegar a una conclusión definitiva. La DPRH cuenta con pocos datos sobre la situación. Se necesitan estudios más exhaustivos que analicen variables como la recarga del acuífero, la cantidad de agua extraída y la evolución de los niveles freáticos a lo largo del tiempo.

Esta información permitirá determinar con mayor precisión las causas de la disminución de los niveles piezométricos.

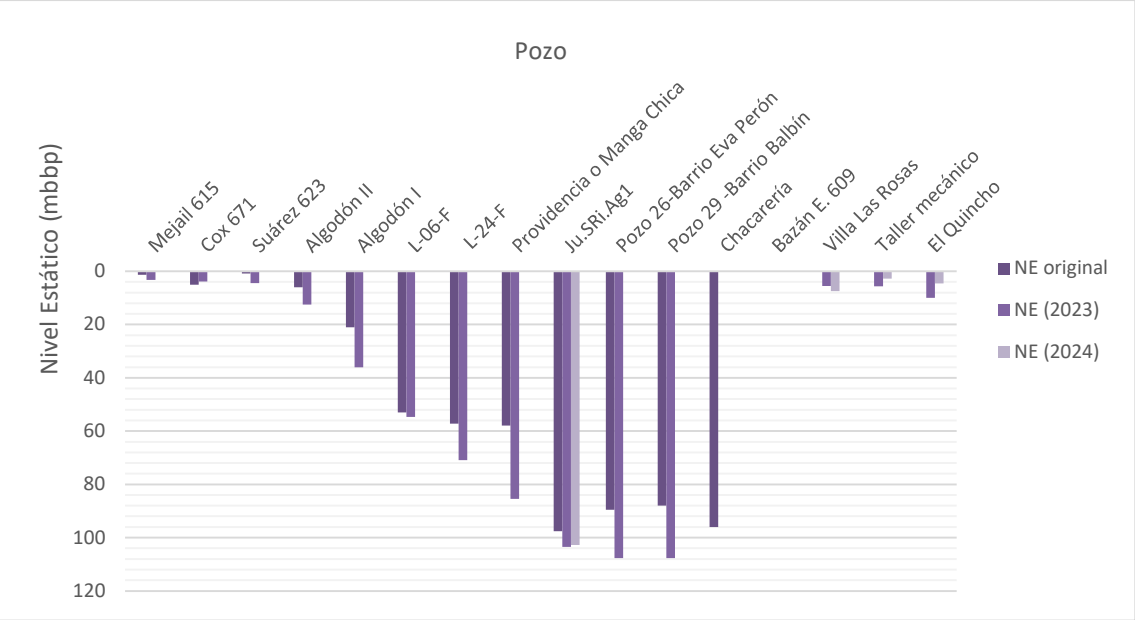


Figura 7.44: Variación de los niveles estáticos de pozos en Yungas. Fuente: DPRH.

Con el fin de caracterizar el comportamiento del agua subterránea en los valles de las Yungas, se elaboró un mapa piezométrico utilizando datos de niveles estáticos proporcionados por la DPRH. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la precisión del mapa puede verse afectada por las siguientes limitaciones:

- **Precisión topográfica:** La falta de datos topográficos precisos de las bocas de pozos obligó a utilizar un modelo de elevación digital SRTM para obtener sus cotas.
- **Variación temporal:** Las fechas de medición de los niveles estáticos no siempre coinciden, lo que puede afectar la precisión del mapa, especialmente en sectores donde el nivel estático varía según la época del año. Además, existen datos de niveles estáticos muy antiguos o de los que no se especifica la fecha en la que fueron tomados.

A pesar de las limitaciones mencionadas, se elaboraron mapas piezométricos mediante la siguiente metodología:

- **Conversión a niveles piezométricos:** Los niveles estáticos medidos en las bocas de pozo se convirtieron a niveles piezométricos, referidos al nivel del mar.
- **Interpolación:** Se utilizó el método de interpolación de spline, para generar los contornos piezométricos a partir de los datos puntuales.

A continuación, se presenta el mapa piezométrico resultante (Figura 7- 44):

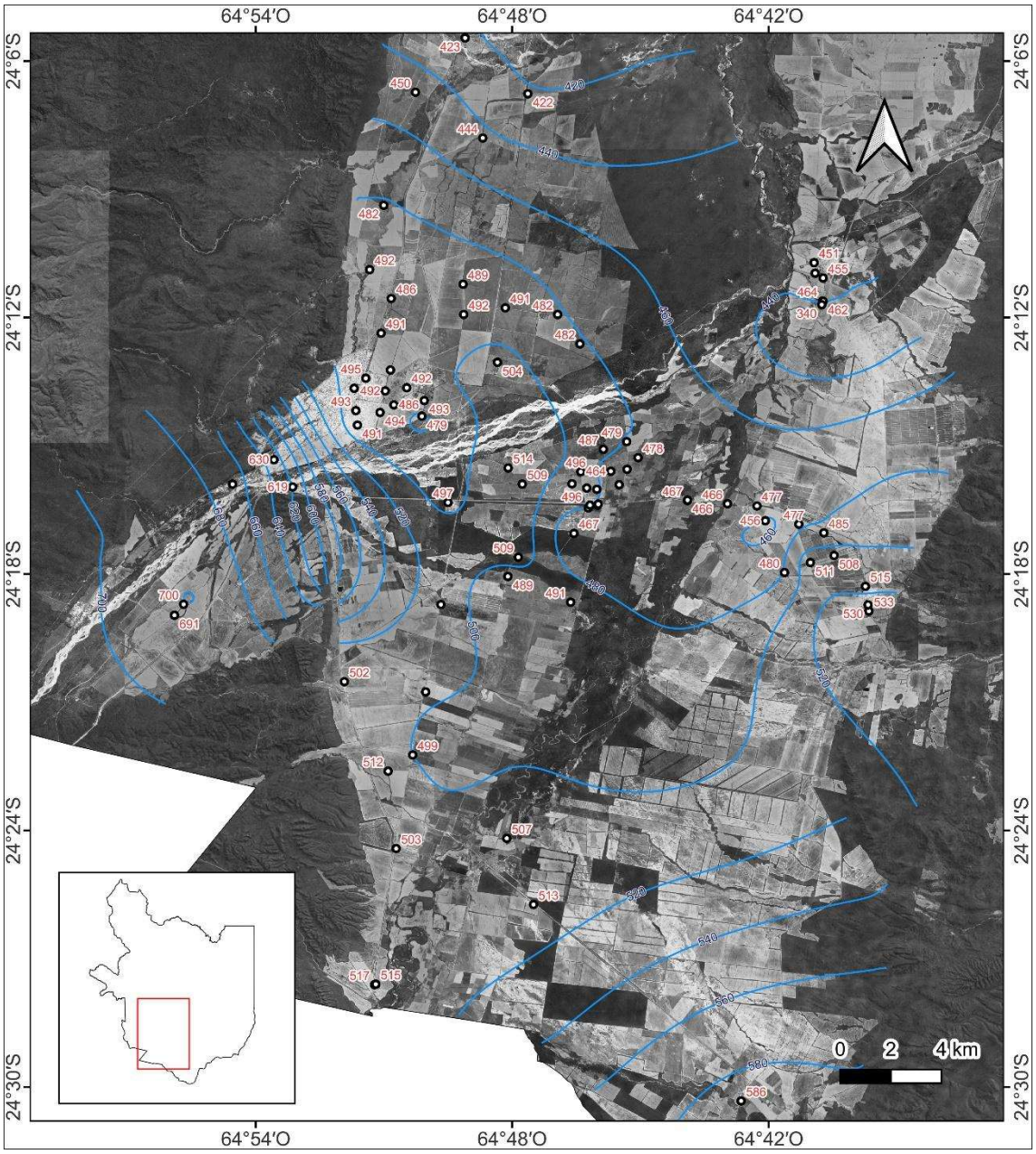


Figura 7.45: Mapa piezométrico del valle de la región Yungas, en puntos blancos se están los pozos etiquetados con el nivel piezométrico. Elaborado en base a datos de la DPRH

El mapa de niveles piezométricos revela una clara tendencia decreciente en dirección norte-sur, coincidente con la pendiente del terreno, lo que sugiere que el flujo subterráneo sigue el curso del río. En la zona más angosta del valle, la mayor proximidad entre las isopiezas indica una mayor velocidad de flujo. Por el contrario, a medida que el valle se ensancha, las isopiezas se distancian, señalando una disminución en la velocidad del flujo o una reducción en la permeabilidad de las unidades hidrogeológicas.

Hidroquímica de las aguas subterráneas en las Yungas

Según García et al. (2008), la calidad física y química del agua subterránea en el reservorio San Francisco-Lavayén es variable. En el sector sur, desde el Angosto de

Aguas Calientes y a lo largo del eje central del valle del río Lavayén, se observa una franja donde la conductividad eléctrica del agua subterránea oscila entre 750 y 1500 µS/cm. En contraste, en la parte apical-media de los sedimentos de bajada adosados a las sierras de la Cresta del Gallo y Santa Bárbara, la conductividad es inferior a 750 µS/cm.

Hacia el oeste, en dirección al eje del valle del río Lavayén, la salinidad del agua subterránea aumenta progresivamente. Este fenómeno se evidencia en la zona de Santa Clara: en el sector oriental, los pozos registran conductividades inferiores a 750 µS/cm; en la parte media, los valores varían entre 750 y 1500 µS/cm; mientras que en el sector occidental alcanzan hasta 3000 µS/cm.

En el sector occidental del valle del río Lavayén se identifica una extensa área donde se extrae agua subterránea de baja mineralización, coincidente con la zona de influencia del río Grande de Jujuy. Este patrón sugiere que la calidad del agua subterránea se deteriora a medida que aumenta la distancia a la zona de recarga, lo que indica un mayor tiempo de residencia en el medio.

Por otro lado, en la franja central del valle del río San Francisco, la conductividad del agua subterránea es, en promedio, inferior a 750 µS/cm. Sin embargo, en la parte apical-media de los sedimentos de bajada adosados a la Sierra de Zapla, se distingue una pequeña franja donde la conductividad eléctrica alcanza y supera ligeramente los 1000 µS/cm.

El análisis hidroquímico, basado en la clasificación de Piper, revela que la mayoría de los pozos de agua subterránea en la zona de estudio se caracterizan por un predominio de bicarbonatos, calcio y magnesio (Figura 7-45). Esta composición sugiere un tiempo de residencia relativamente corto en el acuífero y una evolución geoquímica normal del agua subterránea (Garcia et al., 2008).

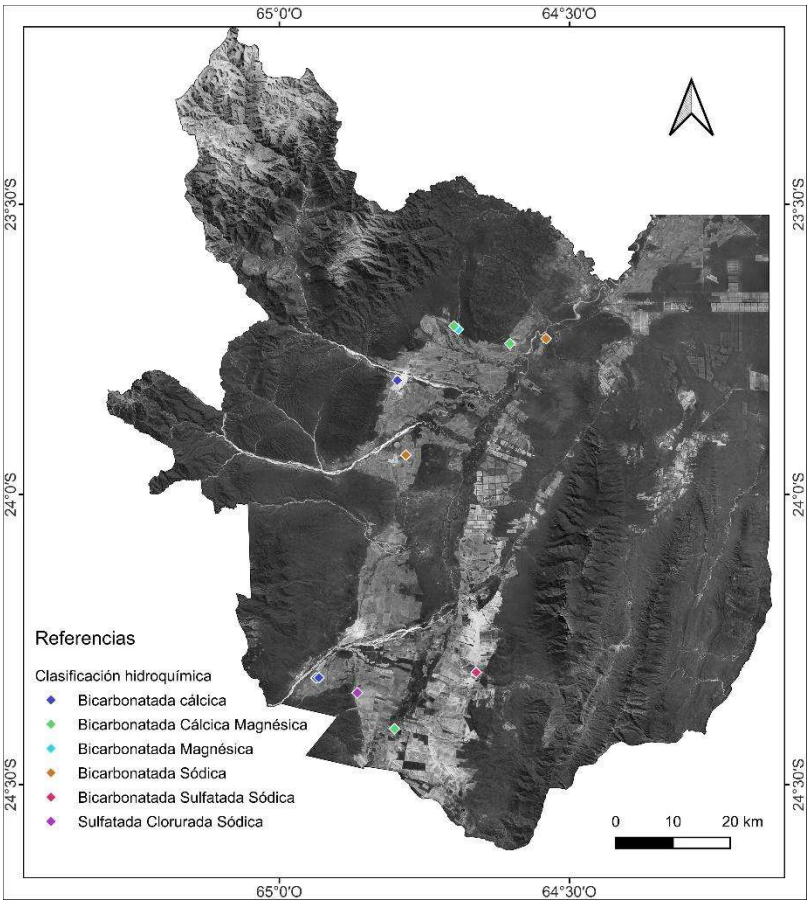


Figura 7.46: Hidroquímica de pozos de agua en la región de Yungas. Elaborado con datos químicos de pozos disponibles en informes varios.

Visitas al campo

Como primer acercamiento a la situación de los pozos en la región de Yungas, se realizaron visitas a varios de ellos en la localidad de San Pedro los días 26 y 29 de agosto de 2024. Durante el recorrido, se visitaron pozos de Agua Potable S.E., Unión Cañeros Independientes y el Ingenio La Esperanza (Figura 7- 46).

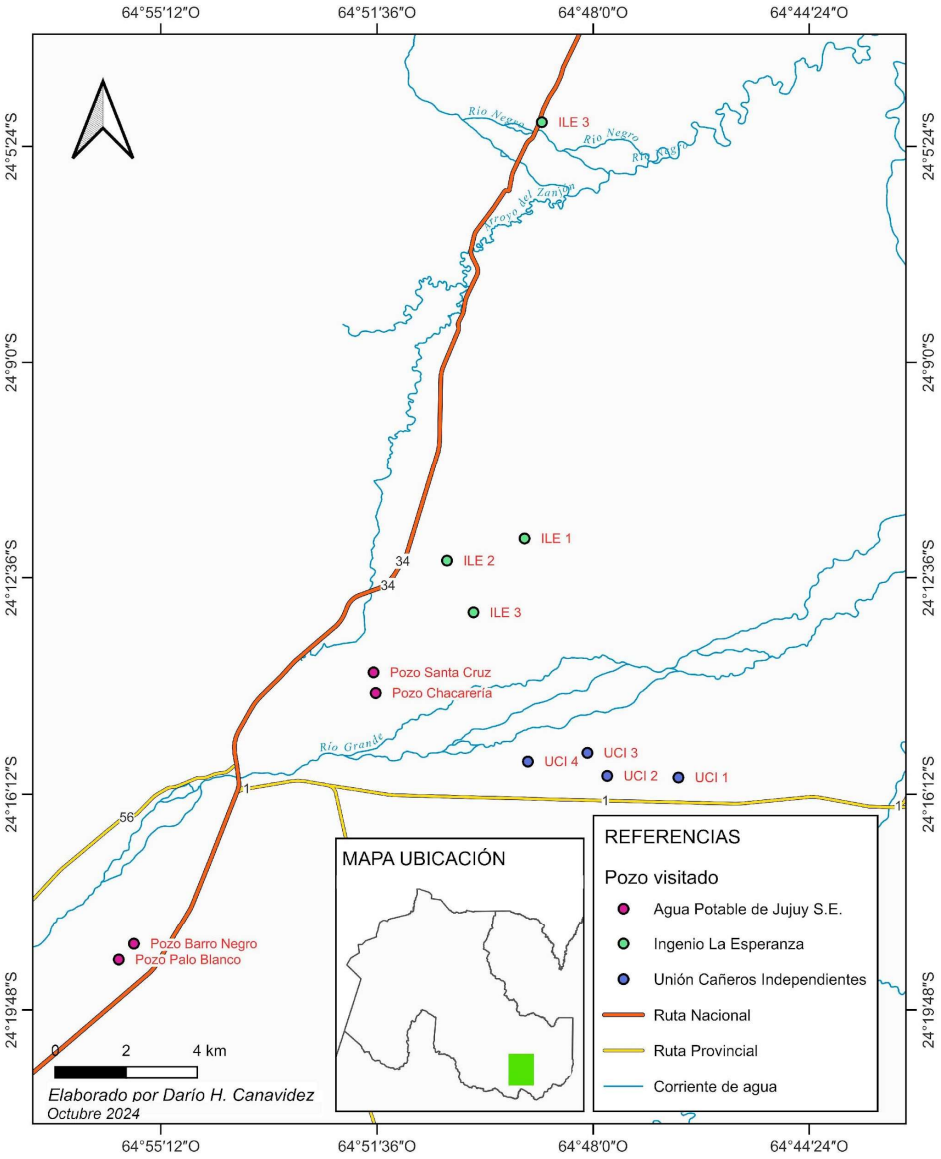


Figura 7.47: Pozos visitados en el departamento de San Pedro.

Pozos de Agua Potable S.E.

Originalmente, el Ingenio La Esperanza utilizaba cuatro pozos: Chacarería, Santa Cruz, Parapeti y Soledad (estos últimos dos no visitados), para el riego de sus campos de caña de azúcar. No obstante, el crecimiento demográfico impulsó la expansión urbana de San Pedro, y los terrenos de cultivo se convirtieron en parte de la ciudad. Ante esta situación, el Ingenio optó por ceder los pozos a Agua Potable S.E., con el fin de asegurar el suministro de agua potable a la comunidad. Por otra parte, los pozos Barro Negro y Palo Blanco son pozos más modernos construidos específicamente para Agua Potable S.E.

Actualmente, tres de los cuatro pozos visitados se encuentran en funcionamiento, mientras que el pozo Chacarería está fuera de servicio.

Durante la visita, personal de Agua Potable S.E. proporcionó los siguientes datos técnicos de estos cuatro pozos:

- **Pozo Barro Negro:** Perforado en 2008, cuenta con un diámetro de entubación de 10" y una bomba de 7,5 HP instalada a 72 m de profundidad. Su caudal es de 15 L/s y abastece a las localidades de Don Emilio y Palo Blanco. Este pozo se conecta a una cisterna, la cual, a su vez, está vinculada a dos bombas que suministran agua a pequeñas comunidades.
- **Pozo Palo Blanco:** Perforado en 2015, posee una bomba instalada a 70 m de profundidad y suministra agua a La Mendieta.
- **Pozo Santa Cruz:** Con más de 50 años de antigüedad, su profundidad exacta es desconocida. Posee una bomba de capacidad de 50 L/s, con un refuerzo adicional de 10 L/s que se activa en horas pico o durante el verano. Este pozo abastece a la localidad de San Pedro.
- **Pozo Chacarería:** Con más de 50 años de antigüedad, este pozo está fuera de servicio. Anteriormente, contaba con una bomba instalada a 90 m de profundidad. Ante la disminución del caudal, se intentó realizar tareas de mantenimiento; sin embargo, durante el proceso, el pozo quedó obstruido por rocas, posiblemente debido a un acto de vandalismo.

Figura 7.48: Pozo Barro Negro

Pozos de Unión Cañeros Independientes de Jujuy y Salta

El 29 de agosto se llevó a cabo una reunión en la sede de la Unión Cañeros Independientes de Jujuy y Salta (UCIJS) en San Pedro, como etapa previa a una visita de campo. En el encuentro participaron autoridades de la UCIJS, consultores de Mekorot, personal de la DPRH y consultores del CFI.

Durante la reunión, la UCIJS informó que existen aproximadamente 60 pozos de productores independientes de caña de azúcar, tanto activos como inactivos, distribuidos en Salta y Jujuy. Estos pozos son de propiedad privada y pertenecen a un agricultor o a un grupo de ellos. Su uso es limitado y se reserva para situaciones de extrema necesidad debido al alto costo energético. La mayoría alcanza una profundidad cercana a los 100 m, con bombas instaladas a diferentes niveles. Además, se señaló que la rotura de filtros es la avería más común en estas perforaciones.

Posteriormente, se visitaron cuatro pozos en la finca El Chaguaral (Rodeito), utilizados para riego y actividades domésticas. Para fines de este informe, estos pozos se identificaron como UCI 1, UCI 2, UCI 3 y UCI 4 en el mapa de la Figura 7- 46.

El pozo UCI 1 de uso doméstico fue perforado en 1986, tiene 20 m de profundidad y la bomba se ubica a 18 m de profundidad. Se midieron pH (6,5), temperatura (22,7°C) y conductividad (766 µS/cm).

- **Pozo UCI 1 (doméstico):** Perforado en 1986, posee una profundidad de 20 metros, con la bomba instalada a 18 metros. Durante la visita, se registraron valores de pH (6,5), temperatura (22,7°C) y conductividad eléctrica (766 µS/cm).
- **Pozos UCI 2, UCI 3 y UCI 4 (riego):** Se perforaron en 1962, 1984 y 1997, pero se desconoce la fecha exacta correspondiente a cada pozo. Las profundidades son de 80, 94 y 100 m, y los niveles estáticos iniciales fueron de 29, 31 y 50 m, aunque se desconoce la correspondencia entre cada pozo y su nivel. Cada pozo produce entre 200 y 250 m³/h con una baja reducción del nivel del agua (buen caudal específico). No se pudieron medir parámetros del agua porque los pozos no estaban en funcionamiento durante la visita. El pozo UCI 2 presentaba derrame de aceite. El pozo UCI 4 está fuera de servicio debido a una construcción deficiente.

Figura 7.49: A. Pozo UCI 1 y B. Pozo UCI 2

Figura 7.50: A. Pozo UCI 3 y B. Pozo UCI 4

7.2.4.1.1 Pozos de Ingenio La Esperanza

El 29 de agosto, la visita continuó hacia el ingenio La Esperanza, que cuenta con 9500 ha cultivadas para la producción de caña de azúcar. Se inspeccionaron tres pozos, identificados en la Figura 7- 46 como ILE 1 (Urundeles Sur), ILE 2 (Sauce 1) e ILE 3 (Golf). Los datos técnicos de estos pozos se detallan en la Tabla 7-22.

Pozo	Datos brindados por personal del ingenio					Datos medidos en campo		
	Uso	Año de creación	Prof. (m)	Nivel estático (mbbp)	Q (m^3/h)	pH	Temp (°C)	Conductividad (µS/cm)
Urundeles Sur	Riego	1972	67,8	25,5	315	6,1	23,4	776
Sauce 1	Riego	1990	42	22	300	6,1	22,8	853
Golf	Industrial	1969	90	52	360	NO SE MIDIÓ		

Tabla 7.21: Datos técnicos de pozos visitados en Ingenio La Esperanza.

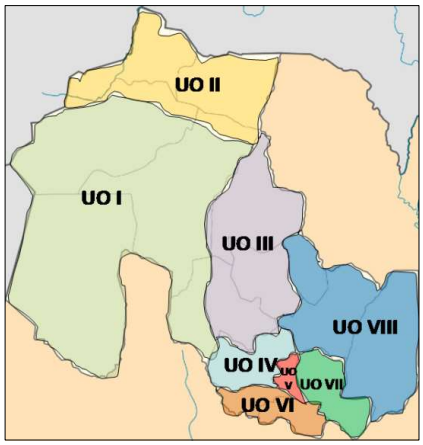
Figura 7.51: Pozo Sauce (A) y su caudal (B)

Figura 7.52: Pozo Urundeles Sur y B. Pozo Golf

8 Descripción de la infraestructura sanitaria

8.1 Introducción

La empresa AGUA POTABLE DE JUJUY S.E. organiza su área de cobertura mediante Unidades Operativas (UOP), como se muestra en la Imagen Nº1.



UO	ZONA
I	DISPERSA-RURAL
II	ZONA PUNA
III	ZONA QUEBRADA
IV	ZONA VALLE -CAPITAL
V	ZONA VALLE-PALPALA
VI	ZONA VALLE TROPICAL-PERICO
VII	ZONA RAMAL-SAN PEDRO
VIII	ZONA RAMAL-LEDESMA

Figura 8.1: Mapa de Unidades Operativas. Fuente: Agua Potable Jujuy S.E.

Se pueden correlacionar las UOP con los Departamentos y las regiones, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Región	Unidad Operativa	Departamentos
Puna	UOP I	Susques, Cochinoca, Yavi, Santa Catalina, Valle Grande (disperso)
	UOP II	
Quebrada	UOP III	Humahuaca, Tilcara, Tumbaya, Valle Grande
Valles	UOP IV	Dr. Manuel Belgrano, El Carmen, Palpalá, San Antonio
	UOP V	
	UOP VI	
Yungas	UOP VII	San Pedro, Santa Bárbara, Ledesma,
	UOP VIII	

*Tabla 8.1: SEQ Tabla * ARABIC 1 – Correlación entre Unidades Operativas, Regiones y Departamentos. Fuente: Elaboración propia.*

8.2 Servicios en la región Puna

En relación con los servicios que presta Agua Potable de Jujuy, la región Puna está conformada por la Unidad Operativa UOPI y II, involucrando los departamentos de Susques Cochinoca, Yavi, Santa Catalina y Rinconada.

La UOP I se destaca por presentar servicios dispersos. Al respecto se presentará una tabla especial con la información disponible en la empresa prestadora de servicios. Mientras que la UOP II dispone de servicios concentrados y algunos dispersos.

Departamento/ Localidad	UOP	Clientes medidos 2024	Cobert. Agua	Cobert. Cloaca	Población 2024	Cant. Viviendas
Cochinoca - ABRA PAMPA	II	4.174	99,8%	99,6%	12.761	4.184
Yavi - LA QUIACA	II	7.108	99,6%	85,3%	23.542	7.134
SANTA CATALINA	II	235	92,2%	0,0%	1.020	255
YAVI	II	198	90,8%	0,0%	872	218
Yavi - PUMAHUASI	II	212	95,9%	0,0%	928	221
Cochinoca - PUESTO DEL MARQUEZ	II	159	100,0%	0,0%	370	159
Yavi - LA INTERMEDIA	II	138	94,5%	0,0%	350	146
Valle Grande - PAMPICHUELA	I	146	100,0%	0,0%	292	146
Yavi - VALLE GRANDE	I	280	100,0%	0,0%	560	280

Tabla 8.2: Tabla Especial – UOP con cobertura de servicios y clientes medidos en La Puna Julio /2024 La Puna. Fuente: Agua Potable S.E.

8.2.1 Descripción de los sistemas de potabilización de agua

La cobertura de los servicios de acuerdo con los datos medidos en Julio de 2024 para agua potable es en promedio del 96%.

Departamento	Localidad	Planta Potabilizadora	Caudal (m³/mes)
YAVI	La Quiaca	Planta la Quiaca 2305	3.960
SANTA CATALINA	Santa Catalina	planta 2303	5.702

Tabla 8.3: Plantas Potabilizadoras de La Puna.

Departamento	Localidad	Pozos	Caudal (m³/mes)
COCHINOCA	Abra Pampa	Pozo EBS 210 P3	12.505
		Pozo EBS 213l P4	9.972
		Pozo EBS 212 P5	8.429
YAVI	La Quiaca	Toma Río Yurak	27.000
		Bomba 1 EBS 203 P. Pot La Quiaca	24.120
		Bomba 2 EBS 2O4 P. Pot.La Quiaca	36.480
	Phumahuasi	Pozo - 2306	3.600
	La Intermedia	Pozo 2308	3.456
	Puesto del Marquez	Pozo 2307	2.754

Tabla 8.4: Pozos de agua de La Puna.

Departamento	Producción agua superficial (hm³/año)	Producción agua subterránea (hm³/año)	Producción total (hm³/año)
Cochinoca	-	0,371	0,371
Santa Catalina	0,068	-	0,068
Yavi	0,047	1,168	1,216

Tabla 8.5: Producción en región Puna de servicios concentrados.

8.2.2 Toma del Rio Yurak – Río La Quiaca

En el marco del proyecto, se visitó la toma del Río Yurak a unos 15 km de la localidad de La Quiaca.

La obra consiste en drenajes de captación instalados en el lecho del río que captan el flujo de agua subterránea. Los drenajes están instalados en el río La Quiaca, el río Yurak y el río Tafna. El agua colectada es conducida a gravedad hasta una cisterna desde sale un acueducto que conecta con otra cisterna ubicada propiamente en la localidad de La Quiaca.

Los parámetros básicos del agua se midieron en un pozo que recoge agua son: conductividad: 360 microsiemens, pH=6,8, temperatura = 11,5ºC.

Figura 8.2: Obra de drenajes de captación del Río Yurak.

8.2.3 Descripción de los sistemas de tratamiento de efluentes

El nivel de cobertura de los servicios de cloaca es del 26%. Esto significa que aproximadamente una de cada cuatro viviendas en la ciudad tiene acceso a un sistema de alcantarillado. Cabe señalar que, en la mayoría de los casos, las viviendas alejadas de las zonas urbanas utilizan pozos ciegos para tratar las aguas residuales.

Departamento	PTEC	Tratamiento	Caudal (m³/mes)	Punto Descarga
COCHINOCA	Abra Pampa	LAGUNAS ANAEROBIAS FACULTATIVAS	26.096	RIO MIRAFLORES
LA QUIACA	La Quiaca	ZANJA OXIDACION	48.379	RIO LA QUIACA
SUSQUES	Susques	LAGUNA ANAEROBICA FACULTATIVA	-	RIO SUSQUES
RINCONADA	Rinconada	PLANTA COMPACTA	-	-

Tabla 8.6: Plantas de tratamiento de efluentes en la Puna.

8.3 Descripción general de la región Quebrada

En relación con los servicios que presta Agua Potable de Jujuy, la región Quebrada está conformada por la Unidad Operativa UOP III, involucrando los departamentos de Humahuaca, Tilcara, Tumbaya, Valle Grande.

La UOP III se destaca por presentar servicios concentrados. Al respecto se presentará una tabla especial con la información disponible en la empresa prestadora de servicios.

Departamento/Localidad	UOP	Clientes medidos 2024	Cobert. Agua	Cobert. Cloaca	Población 2024	Cant. Viviendas
HUMAHUACA	III	5.165	87,5%	40,6%	16.708	5.904
TILCARA	III	2.377	98,3%	89,7%	7.734	2.417
TUMBAYA	III	271	94,4%	88,9%	804	287
Tumbaya PURMAMARCA	III	608	1	1	1.882	672
Valle Grande VOLCAN	III	519	97,2%	94,0%	1.896	534
Tilcara MAIMARA	III	2.260	98,5%	98,5%	5.873	2.294
Tilcara HUACALERA	III	1.124	93,3%	51,4%	2.290	1.205

Tabla 8.7: Tabla Especial – UOP con cobertura de servicios y clientes medidos Julio /2024 La Quebrada. Fuente: Agua Potable S.E.

8.3.1 Descripción de los sistemas de potabilización de agua

La cobertura de los servicios acuerdo a los últimos datos medidos en Julio de 2024, para Agua potable son en promedió del 94%.

Departamento	Localidad	Planta Potabilizadora	Caudal (m³/mes)
HUMAHUACA	HUMAHUACA	Planta Casa Encantada Vieja	23.328
		Planta Peña Blanca	12.960
TILCARA	TILCARA	Planta potabilizadora usina (Toma G. del Diablo)	53.568
		Planta B. San Francisco	16.368
TUMBAYA	TUMBAYA	Planta (y Volcán)	16.040
PURMAMARCA	PURMAMARCA	Planta	13.536

Tabla 8.8: Plantas Potabilizadoras de La Quebrada.

Departamento	Localidad	Pozo	Caudal (m³/mes)
HUMAHUACA	HUMAHUACA	Bombeo 1 P. Casa Encantada R grande	11.664
		Bombeo 2 P Casa Encantada R grande	42.336
TILCARA	TILCARA	Bombeo B. Florida 1	11.475
		Bombeo B. Florida 2	11.475
		Bombeo B. Florida 3	10.695
PURMAMARCA	PURMAMARCA	Bombeo Alto Molino	5.850
		Bombeo B. Chalala 1	5.000
		Bombeo B. Chalala 2	5.000
MAIMARA	MAIMARÁ (sin Sumaipacha)	Cisterna San Pablo	33.000
HUACALERA	Colonia San Jose Yacoraite y Huacalera	Vertiente	20.736
	Perchel Juella banda tilcara	Drenes Los Huaicos	12.960

Tabla 8.9: Pozos de La Quebrada.

8.3.2 Descripción de los sistemas de tratamiento de efluentes

El nivel de cobertura de los servicios de cloaca es de un 80%.

En la Tabla 3, se puede apreciar que en las principales localidades se dispone de un sistema de tratamiento de efluentes cloacales.

Departamento	PTEC	Tratamiento	Caudal (m³/mes)	Punto Descarga
HUMAHUCA	Humahuaca	ZANJA OXIDACION	32.608	RIO GRANDE
MAIMARA	Maimará	BARROS ACTIVADOS	72.852	RIO GRANDE
TUMBAYA	Purmamarca	BARROS ACTIVADOS	17.403	RIO GRANDE
TUMBAYA	Volcan	BARROS ACTIVADOS	11.216	RIO GRANDE

Tabla 8.10: Principales localidad de Quebrada con PTEC.

Planta depuradora de "Maimará"

La planta de tratamiento de efluentes del subsistema Tilcara-Maimará, inaugurada en el año 2018, utiliza un sistema de lodos activados que recibe los efluentes de las localidades de Tilcara, Maimará y Sumaj Pacha cubriendo el 98% del servicio cloacal de estas áreas.

La planta diseñada para una capacidad de 15000 habitantes trata aproximadamente 35 l/s (equivalentes a 3000 m³/día) y opera de forma constante.

El proceso de tratamiento se basa en un sistema convencional de aireación extendida y está compuesto por dos módulos paralelos. El tratamiento incluye una fase de pretratamiento, seguido de una cámara de aireación, un sedimentador secundario, un digestor de lodos y una cámara de contacto, estos dos últimos compartidos por toda la planta.

La operación de la planta está a cargo de 4 personas (un jefe y tres operarios), quienes trabajan en turnos rotativos de 24 horas. Aunque la planta no cuenta con un laboratorio propio, las muestras de agua tratada son enviadas al laboratorio de "El Pongo" para su análisis. La DBO de entrada está diseñada para una concentración de 290 mg/l.

El sistema de tratamiento, tal como se puede apreciar en la Figura 1, comienza cuando el líquido cloacal entra por gravedad a la planta. El primer paso es la separación de sólidos a través de una serie de rejas de 15 mm de espesor, que retienen elementos mayores a 20mm de diámetro. Los sólidos separados por el equipo son puestos en contactos con cal viva para esterilizarlos debido a su alto pH (riesgo patogénico). La operación de estos es manual y el sistema de rejas posee un sistema de limpieza diario.

El siguiente paso es el desarenado del efluente cloacal. Para ello se dispone de 2 canales que dan continuidad a las rejas previamente mencionadas, conformando dos sistemas de pretratamiento independientes. Estos, son de operación alternada, ya sea por falla en la limpieza de rejas o por necesidad de limpieza del desarenador. La limpieza se realiza semanalmente. Los sólidos que se separan en esta etapa precipitan y quedan retenidos en cajones ubicados dentro de cada desarenador.

El líquido cribado y desarenado escurre por gravedad a un pozo de bombeo. Allí existen 3 bombas (una en operación, otra en stand by y una de reserva) para la conducción del líquido desde el pozo hasta la cámara partidora de caudales.

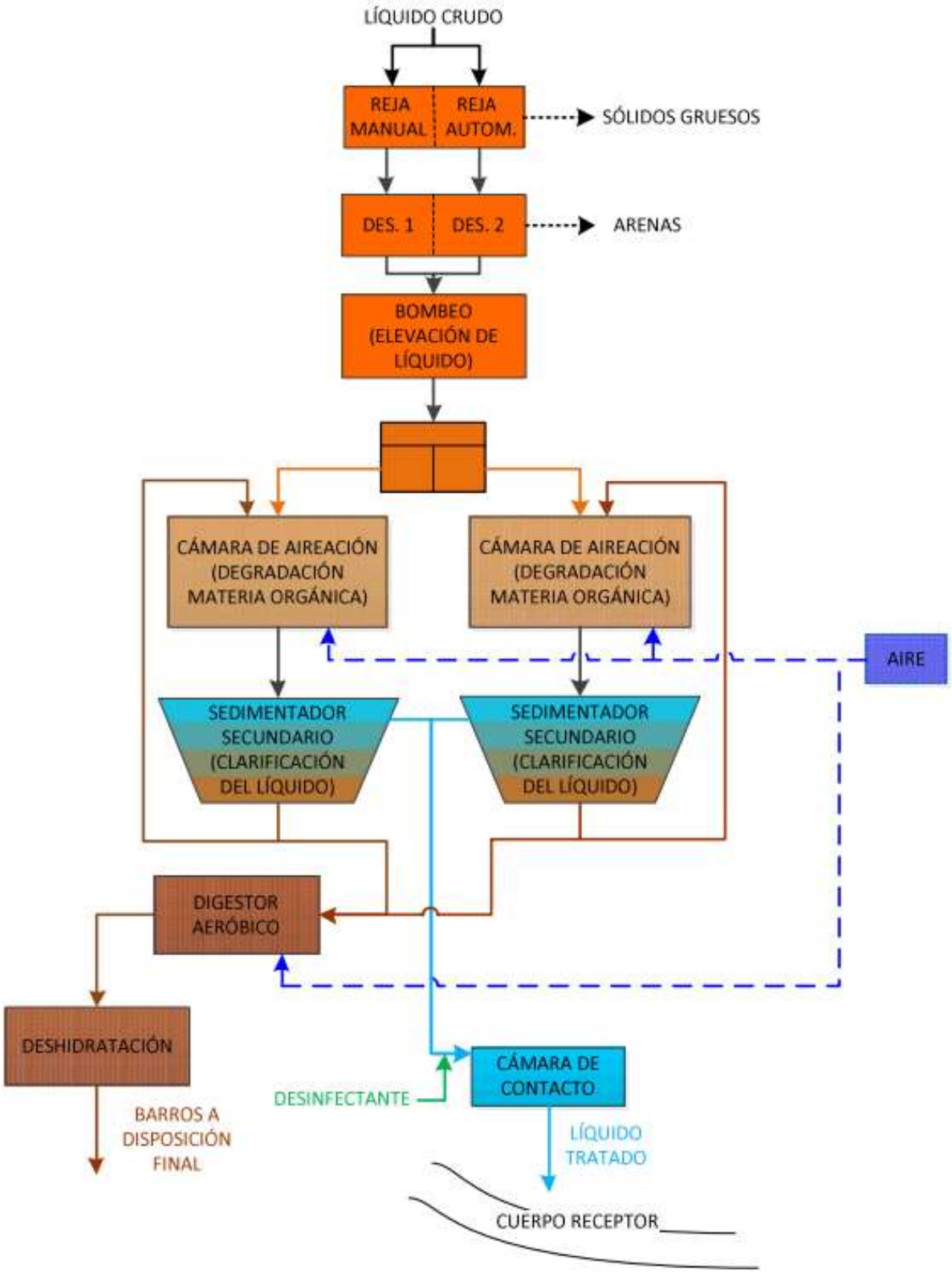


Figura 8.3: Esquema de proceso de tratamiento de la planta.

Figura 8.5: Entrada a la planta. Sistema de rejas.

Figura 8.4: Desarenador.

Una vez particionado el caudal de líquido en tratamiento, éste se dispone en dos cámaras de aireación y dos sedimentadores secundarios que conforman dos módulos de tratamiento de 750 m³ cada, uno que trabajan de manera independiente. El tiempo de residencia hidráulica del líquido es de 6 horas.

En la unidad de aireación, se recibe el efluente proveniente del pozo de bombeo. En este punto se produce la transformación de la materia orgánica en biomasa sedimentable por medio de barros activados. La concentración de sólidos volátiles prevista es de 2100 mg/l en condiciones normales de operación. La edad de lodos diseñada es de 12 días (Figura 8.6).

El licor de mezcla (efluente en tratamiento luego del desarrollo de la flora microbiana), egresa de este recinto a través de un vertedero de salida para dirigirse por gravedad hacia el sedimentador secundario.

Figura 8.6: Reactor biológico de la planta Maimará.

La planta posee dos sedimentadores, de los cuales uno solo se encontraba en funcionamiento al momento de la visita. El líquido ingresa al sedimentador desde su respectiva cámara de aireación. Una vez que ingresa, es obligado a atravesar una pantalla aquietadora para lograr que los flóculos se agranden, luego sedimenten y se acumulen en el fondo de la unidad de sección troncocónica. El líquido clarificado desborda por el vertedero perimetral y es colectado en canaleta para su envío por gravedad a la cámara de desinfección. La mayor parte del lodo sedimentado vuelve al módulo aireador (lodo recirculado) y una parte se purga y envía al reactor digestor aeróbico de 150m³.

Durante la visita se percibió que el lodo recirculado regresa al reactor en la parte posterior del mismo, en lugar de regresar a la parte anterior, para entrar en contacto de manera “profunda” con la materia orgánica que fluye en forma constante. Se propone cambiar el sitio de descarga de los lodos recirculados.

Previamente a descargar el efluente clarificado al punto de vuelco, se dosifica en forma continua una solución de hipoclorito de sodio de 100 gr/l en cámara de contacto. La cámara consta de tabiques que conforman un camino sinuoso para así lograr una mezcla y contacto del líquido tratado y la solución desinfectante. El tiempo de residencia promedio es de 15 minutos para caudal pico. La concentración de cloro residual en los efluentes ronda para los 1,5 - 2 mg/l.

Periódicamente se realiza una purga de lodos del sistema. Se dispone de una válvula de accionamiento manual en la línea de recirculación que permite enviar lodo a una cámara de digestión aeróbica de 300 m³ de capacidad aproximadamente. Los lodos permanecen 25 días en esta cámara y en este periodo se produce una reducción de la

biomasa de un 25% - 35%. La cámara posee grillas de aireación con difusores de burbuja gruesa.

Los barros concentrados en un 2% son enviados al sistema de deshidratación, por día se produce 1m³ de material. Luego, el material se acumula en contenedores ubicados debajo del filtro prensa dentro de una sala techada. Se retiran una vez alcanza la capacidad de almacenamiento.

Figura 8.7: Sedimentadores secundarios.

Figura 8.8:Sedimentadores secundarios.

Figura 8.9: Deshidratador de lodos.

8.4 Descripción general de la región Valles Templados

En relación con los servicios que presta Agua Potable de Jujuy, la región Valles está conformada por la Unidad Operativa UOP IV, V, y VI, involucrando los departamentos de Dr. Manuel Belgrano, El Carmen, Palpalá, San Antonio

La UOP IV, V y VI se destaca por presentar servicios concentrados. Al respecto se presentará una tabla especial con la información disponible en la empresa prestadora de servicios.

Departamento/ Localidad	UOP	Clientes medidos 2024	Cobert. Agua	Cobert. Cloaca	Población 2024	Cant. Viviendas
El Carmen PERICO	VI	15.729	99,4%	71,5%	66.431	15.817
EL CARMEN	VI	6.107	100,0%	75,5%	18.993	6.107
PAMPA BLANCA	VI	944	94,6%	0,0%	4.391	998
PUESTO VIEJO	VI	713	100,0%	90,2%	3.565	713
AGUAS ALIENTES	VI	1.075	100,0%	37,2%	5.375	1.075
MONTERRICO	VI	6.035	97,1%	29,6%	24.856	6.214
LOS LAPACHOS	VI	278	86,1%	0,0%	1.292	323
Dr. Manuel Belg. - CENTRO -	IV	7.633	99,6%	99,6%	22.989	7.663
Dr. Manuel Belg. - CDAD DE NIEVA-	IV	3.148	96,3%	93,8%	9.804	3.268

Dr. Manuel Belg. - LOS HUAICOS -	IV	2.091	82,0%	78,0%	7.653	2.551
Dr. Manuel Belg. SAN MARTIN -	IV	813	85,3%	77,9%	2.859	953
Dr. Manuel Belg. - BELGRANO-	IV	2.966	80,1%	75,2%	11.103	3.701
Dr. Manuel Belg. - DR M VARGAS-	IV	1.108	98,2%	98,2%	3.384	1.128
Dr. Manuel Belg.- LOS PERALES-	IV	3.487	98,0%	90,8%	10.677	3.559
Dr. Manuel Belg. -SJ DE CHIJRA-	IV	3.646	88,2%	86,7%	12.402	4.134
Dr. Manuel Belg.-B LA VIÑA-	IV	3.614	79,3%	66,2%	13.665	4.555
Dr. Manuel Belg.- ALTO LA VIÑA-	IV	1.207	93,8%	19,6%	3.861	1.287
Dr. Manuel Belg. - CUYAYA-	IV	4.286	97,6%	91,0%	13.176	4.392
Dr. Manuel Belg. - MARIANO MORENO-	IV	4.109	100,0%	96,1%	12.327	4.109
Dr. Manuel Belg.- CNEL ARIAS-	IV	4.962	100,0%	96,0%	14.886	4.962
Dr. Manuel Belg. - ALTE. BROWN-	IV	5.208	99,6%	99,6%	15.684	5.228
Dr. Manuel Belg. -S FCO DE ALAVA-	IV	2.072	82,5%	78,7%	7.539	2.513
Dr. Manuel Belg.- SAN PEDRITO-	IV	8.279	98,3%	94,4%	25.254	8.418
Dr. Manuel Belg. -EL ARENAL-	IV	3.663	96,8%	71,0%	11.349	3.783
Dr. Manuel Belg. - V.J.DE REYES	IV	1.546	92,4%	70,7%	5.022	1.674
Dr. Manuel Belg.- LOS MOLINOS	IV	326	58,1%	10,7%	1.683	561
PALPALA	V	18.664	97,4%	93,6%	61.312	19.160

Dr. Manuel Belg. YALA -	IV	1.122	93,2%	37,8%	4.214	1.204
San Antonio LOS ALISOS	IV	1.925	89,2%	32,4%	6.474	2.158
Dr. Manuel Belg.-LA ALMONA	IV	20	9,1%	0,0%	550	220
Dr. Manuel Belg.-LOZANO	IV	1.188	96,4%	92,9%	3.206	1.233
Dr. Manuel Belg.-LEON	IV	189	91,7%	8,3%	536	206

Figura 8.10: Tabla Especial – UOP con cobertura de servicios y clientes medidos en Valles Julio /2024. Fuente: Agua Potable S.E.

8.4.1 Descripción de los sistemas de potabilización de agua

La cobertura de los servicios acuerdo a los últimos datos medidos en Julio de 2024, para Agua potable son en promedió del 95%

En la Tabla 8.11, se puede apreciar las principales localidades que poseen plantas potabilizadoras para la Región Valles.

Departamento	Localidad	Planta Potabilizadora	Caudal (m³/mes)
PERICO	PERICO	Planta Perico	451.764
		Planta santo domingo	264.030
		Planta compacta Perico	78.228
EL CARMEN	EL CARMEN	Planta potabilizadora	428.544
PUESTO VIEJO	PUESTO VIEJO	Planta potabilizadora	53.568
MONTERRICO	MONTERRICO	Planta potabilizadora	434.000
PALPALA	PALPALA	Planta Ing Snopek P. Vieja	446.400
		Planta Ing Snopek P. Compacta	36.200
		Planta Ing Snopek P. Nueva	72.000
LOS ALISOS	LOS ALISOS	Planta El Establo Planta vieja	20.683
		Planta El Establo planta compacta	29.760

LOZANO	LOZANO	Planta Río león (de vertiente)	48.394
LA ALMONA	JUAN GALAN	Planta Juan Galan	17.000
2801 CAPITAL	CENTRO -	Planta alto reyes	642.693
2802 CAPITAL	CDAD DE NIEVA-		163.146
2803 CAPITAL	LOS HUAICOS -		110.968
2804 CAPITAL	SAN MARTIN -		58.836
2805 CAPITAL	BELGRANO-		176.443
2806 CAPITAL	DR M VARGAS-		63.089
2807 CAPITAL	LOS PERALES-		207.134
2808 CAPITAL	SJ DE CHIJRA-		232.168
2809 CAPITAL	B LA VIÑA-		219.972
2810 CAPITAL	ALTO LA VIÑA-	Planta vertiente Alto La Viña	31.097
		Planta vertiente de Higuerillas	25.000
2811 CAPITAL	CUYAYA-	Planta alto reyes	239.131
2812 CAPITAL	MARIANO MORENO-		236.929
2815 CAPITAL	CNEL ARIAS-		284.396
2816 CAPITAL	ALTE. BROWN-		276.472
2817 CAPITAL	S FCO DE ALAVA-		106.636
2818 CAPITAL	SAN PEDRITO		445.217
2819CAPITAL	EL ARENAL-		217.512
2820 CAPITAL	V.J.DE REYES	Planta Reyes III	80.352
		Planta Pueblo guerrero	11.304

Tabla 8.11: Localidades que poseen plantas potabilizadoras para la región Valles.

Departamento	Localidad	Pozo	Caudal (m³/mes)
PAMPA BLANCA	PAMPA BLANCA	Pozo bombeo	46872
AGUAS CALIENTES	AGUAS CALIENTES	Pozo bombeo 1	42.399
		Pozo bombeo 2	34.581
LOS LAPACHOS	LOS LAPACHOS	Pozo bombeo	16740
2823- PALPALÁ	RIO BLANCO	Vertiente Rio Blanco	133.920
	PALPALA	Acueducto San Juan	8.035
		Acued. Mega Obra	10.714
	2101- ALTO COMEDERO	Bombeo de las 150 Hreas	18.749
		Bombeo 370 viv	13.392
2831- LEON	LEON	Vertiente	48384
2825 - YALA	YALA	Vertiente Yala	27360
2810 CAPITAL	ALTO LA VIÑA-	Vertiente rio Grande (Alto de Zapla)	22000
2821 CAPITAL	LOS MOLINOS		29.966

Tabla 8.12: Pozos para la región Valles.

8.4.2 Planta potabilizadora "Alto Reyes"

La Planta Potabilizadora Alto Reyes es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable para las ciudades de San Salvador de Jujuy y Palpalá. La instalación está compuesta por dos módulos: uno antiguo, construido en la década de 1970, y otro nuevo, inaugurado en 2018. El módulo antiguo capta agua de los ríos Reyes y Guerrero, mientras que el nuevo capta agua del río Yala y de la vertiente Lozano. Ambos módulos operan de manera integrada, enviando el agua tratada a una cisterna común que asegura un suministro continuo y seguro a la población.

Figura 8.11: Ubicación de los distintos módulos de la Planta Potabilizadora Alto Reyes.

Planta Potabilizadora Alto Reyes Módulo Viejo

El módulo antiguo transporta el agua captada a través de un acueducto de 7 km de longitud después de pasar por dos desarenadores con capacidades de 2000 y 5000 m³/h.

Figura 8.12: Ubicación geográfica de la planta.

La calidad del agua de ingreso varía significativamente según la temporada. En invierno, la turbidez es baja (alrededor de 2 NTU), mientras que, en verano, puede

alcanzar hasta 120,000 NTU durante las crecidas. Según el operador, las características del agua cruda son las siguientes:

- pH: 7,5 - 7,8
- Sodio: 3 a 6 mg/l
- Dureza: 70 - 80 mg/l equiv. como $CaCO_3$
- Alcalinidad: 60 - 70 mg/l equiv. como $CaCO_3$
- Conductividad eléctrica (CE): 150 - 200 µS/cm

La planta emplea procesos convencionales de coagulación y floculación mecánica, decantación y filtración rápida con un sistema de lavado por tanque elevado. Tiene una capacidad máxima de operación de 1050 l/s para agua con turbidez baja y un mínimo de 650 l/s con turbidez elevada. Para manejar los picos de turbidez, dispone de tres lagunas de almacenamiento y pre-sedimentación con una capacidad total de 90.000 m³.

Planta Potabilizadora Alto Reyes Módulo Nuevo

El nuevo módulo de la Planta Potabilizadora Alto Reyes capta el agua desde una vertiente del río Yala y es conducida a lo largo de 4 km a través de un acueducto de PEAD DN 1200.

Conforme a la descripción del operador, el agua cruda que ingresa a la planta tiene las siguientes características:

- Turbidez: 2 NTU
- pH: 7,5 - 8
- Sodio: 8 - 12 mg/l
- Dureza: 70 - 80 mg/l equiv. como CaCO3
- Alcalinidad: 60 - 70 mg/l equiv. como CaCO3
- Conductividad eléctrica (CE): 150 - 200 µS/cm

El caudal de diseño de este módulo es de 2750 m³/h y la planta está compuesta por cuatro de estos iguales en el sector floculación – decantación y doce filtros de arena con lavado de aire y agua.

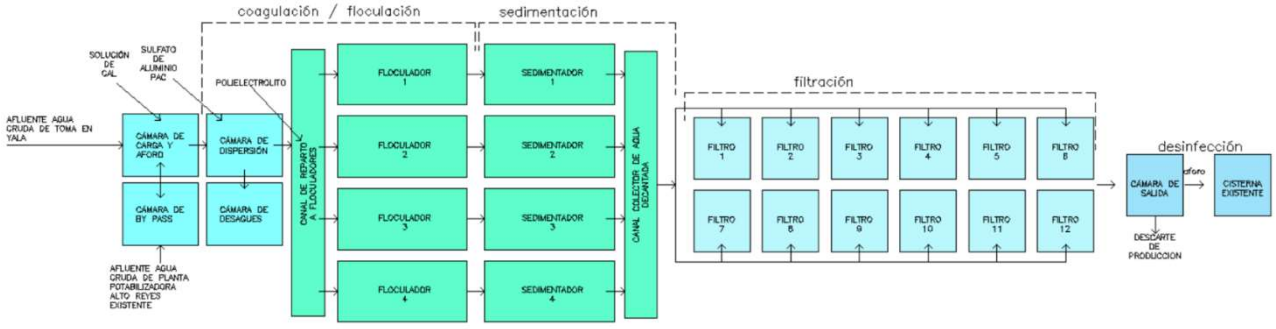


Figura 8.13: Diagrama del proceso de potabilización.

El tratamiento comienza en la cámara de carga con la adición de sulfato de cobre para controlar la proliferación de algas en los sedimentadores. Luego, se conecta con la Cámara de By Pass que conecta el Módulo Nuevo de la Potabilizadora con el Módulo Viejo. A continuación, el agua pasa a la cámara de dispersión donde se dosifican los

coagulantes antes de ingresar a los floculadores a través de sus canales frontales de ingreso.

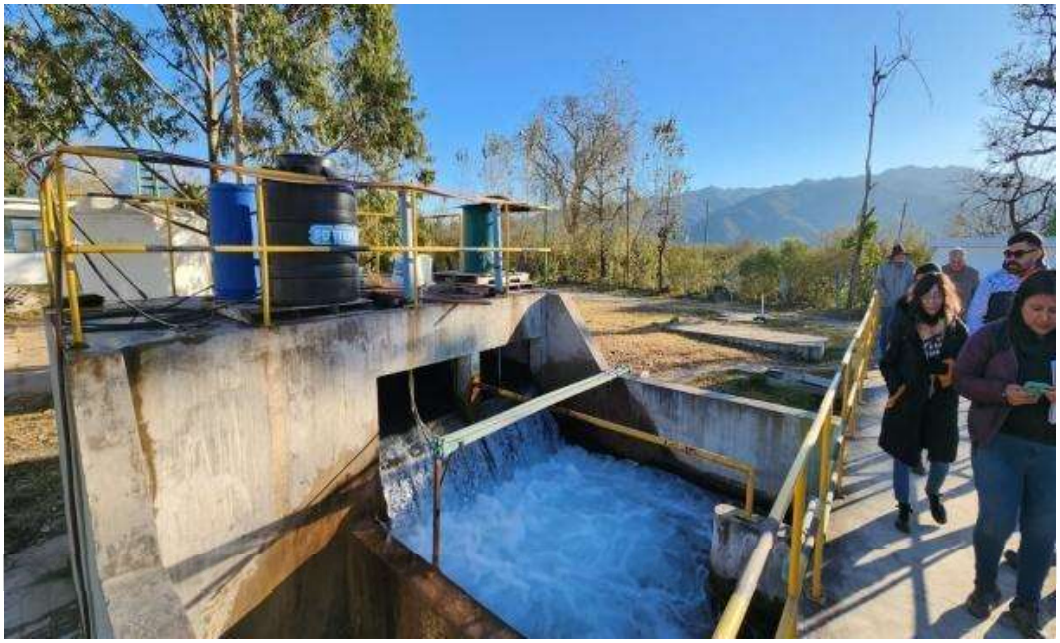


Figura 8.16: Entrada a la planta potabilizadora, pasando las cribas. Tanques de sulfato de cobre.

Las unidades de floculación están constituidas por tres cámaras en serie de HºAº, dotadas por agitadores mecánicos de paletas verticales, donde el líquido tiene un tiempo estimado de residencia de 5 minutos por cámara. Los agitadores estaban fuera de servicio durante la visita.

Figura 8.15: Unidades de floculación.

Figura 8.14:Zona de sedimentación.

Posteriormente el agua pasa a los sedimentadores, unas cámaras de HºAº, dotadas de seditubos hexagonales cuya longitud menor entre las dos caras es igual a 0,05 m, una altura vertical de 1,04 m e inclinación de 60º con respecto a la horizontal. El agua antes de entrar de ingresar a los sedimentadores se le adiciona sulfato de aluminio (1% - 3% de dilución) y cal. El sulfato de aluminio sólido se prepara entre el 1 % y 3 % de dilución para optimizar el proceso de coagulación, y la lechada de cal al 1%, para minimizar el arrastre de material sólido por las tuberías.

El flujo de agua es vertical ascendiendo la misma por los seditubos en donde se provoca la decantación del floc el cual cae hacia las tolvas de acumulación de barros. La salida

del agua decantada es recolectada a través de una serie de canaletas de acero inoxidable con vertederos triangulares, que a su vez se descargan en canales colectores del agua decantada.

Los canales colectores convergen en una cámara colectora de sedimentadores, que se conecta al canal de ingreso de los filtros, mediante un conducto cajón de HºAº.

El sistema de filtración consta de doce filtros rápidos (6 + 6) con tasa de filtración declinante y con el ingreso a cada filtro de manera independiente. El nivel líquido dentro de cada filtro variará de una posición mínima, cuando el filtro está limpio, a una máxima cuando está sucio. El agua filtrada es captada de la zona inferior del filtro a través de una cañería que la colecta y descarga sobre el conducto general de agua filtrada común a todas las unidades de filtración. Este último se comunica a una cámara colectora, en donde parte se deriva a la cisterna de agua de lavado y la otra hacia una cámara contigua que colecta el agua filtrada.

Figura 8.17: Retrolavado.

El retrolavado se realiza de acuerdo con el grado de turbidez de salida de los filtros, según el tiempo que ha pasado del último retrolavado o según altura del filtro de gravedad. El tiempo de retrolavado es de 20 minutos aproximadamente. El proceso comienza con una inyección de aire durante 4 minutos, reposo y purga de aire durante 2 minutos y, por último, lavado con agua sola durante 10 - 12 minutos. El agua de lavado se une con diferentes desagües que descargan directamente al río. A diferencia de muchos sistemas de filtración de agua superficial en el extranjero, no se usan coadyuvantes en el caso de turbiedades altas que contienen materia orgánica disuelta.

El agua filtrada es desinfectada mediante cloro gas y es conducida hasta el reservorio general del predio. Se utiliza una concentración de 1 a 1,5 mg/l de cloro, de esta dosificación llega entre 0,2 y 0,4 mg/l a los usuarios del sistema.

La sala de dosificación de cloro gas cubre las necesidades de las dos plantas potabilizadoras; la nueva y la existente. La sala de cloración cuenta con un sistema de neutralización de fugas de gas cloro para los contenedores de 1 tn.

Figura 8.18: Sala de cloración.

El agua finalmente tratada es almacenada en un reservorio de 4m de altura que cuenta con una capacidad de 20000 m³, el cual cuenta con una limpieza de mantenimiento anual. Esta estructura se construyó junto con el módulo viejo y está en operación desde entonces.

8.4.3 Descripción de los sistemas de tratamiento de efluentes

El nivel de cobertura de los servicios de cloaca 70%. Cabe señalar, que los sistemas de desagües cloacales son tratados en viviendas alejadas de zona urbana en la mayoría de los casos por pozo ciego

En la Tabla 8.13, se puede apreciar que en las principales localidades se dispone de un sistema de tratamiento de efluentes cloacales.

Departamento	PTEC	Tratamiento	Caudal (m³/mes)	Punto de descarga
El Carmen	El Carmen	LAGUNAS FACULTATIVAS	130.921	CANALES DE RIEGO Y/O RÍO PERICO
PERICO	El Pongo	LAGUNAS ANAEROBICAS Y FACULTATIVAS	2.302.145	CANALES DE RIEGO Y/O RÍO GRANDE
El Carmen	Monterrico	LAGUNAS FACULTATIVAS	48.627	CANALES DE RIEGO Y/O RÍO LAS PAVAS
PERICO	Perico	ZANJA OXIDACION	256.365	CANALES DE RIEGO

El Carmen	Puesto Viejo	LAGUNAS FACULTATIVAS	22.164	CANALES DE RIEGO
El Carmen	San Antonio	LAGUNAS FACULTATIVAS	17.144	RIEGO Y/O RÍO PERICO
El Carmen	Manantiales	CAMARA ANAEROBICA		

Tabla 8.13: Plantas de tratamiento de efluentes de la región Valles.

De las plantas de tratamiento citadas, se visitó la planta de tratamiento de efluentes cloacales del Pongo en la ciudad de Perico, cuya descripción detallada se presenta a continuación.

Planta de tratamiento de líquidos cloacales "El Pongo"

La planta depuradora de El Pongo data del año 1999 y se encuentra ubicada al sudeste de San Salvador de Jujuy como se muestra en la Figura 1. Es la más grande de la provincia y sirve a la capital, Villa Jardín, Lozano y Palpalá con una población total de 250 000 a 300 000 habitantes y un flujo promedio de 60000 a 90000 m³/día.

Durante la visita de campo, el operador informó que el caudal operativo habitual es de 1 m³/s y con una capacidad máxima de 1,3 m³/s. El efluente tratado presenta concentraciones de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) en torno a los 150-200 mg/l, dependiendo de las condiciones operativas.

Las aguas cloacales llegan a la planta por una cañería de 18 km de longitud.

Características Generales

La planta ocupa una extensión aproximada de 240 hectáreas y utiliza un sistema de lagunas de oxidación natural para el tratamiento como lo muestra la Figura 2. Es operada y mantenida por Agua Potable de Jujuy S.E. (APSE).

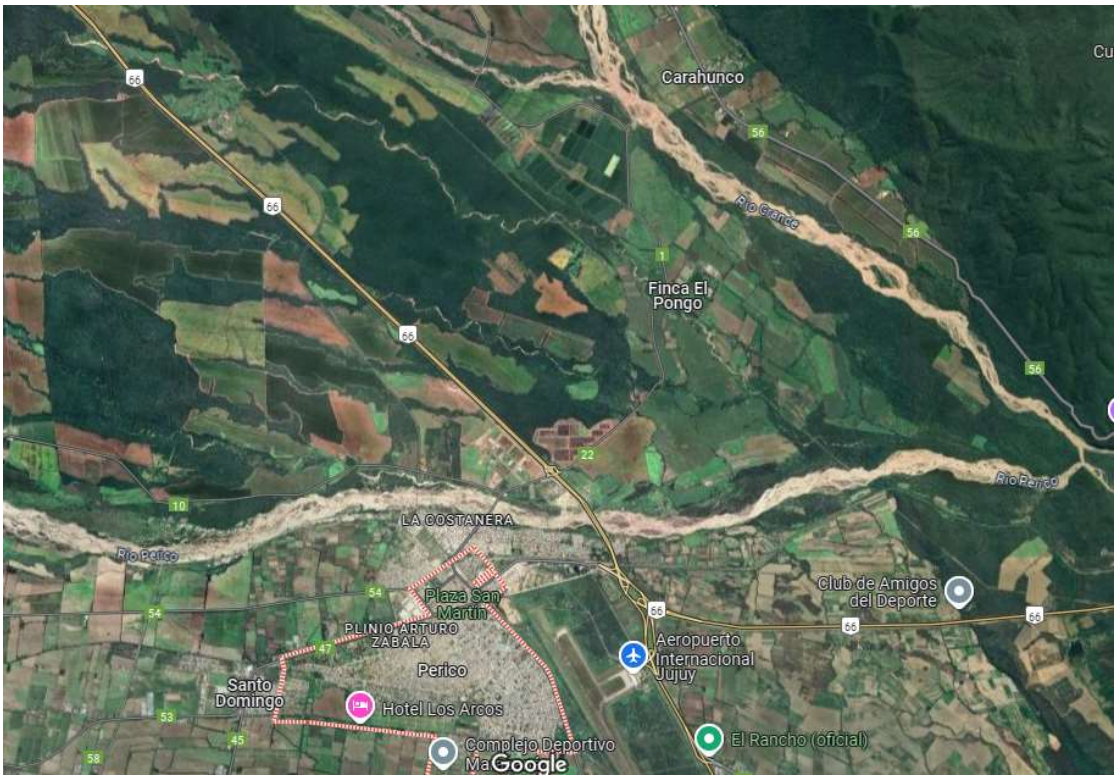


Tabla 8.14: Ubicación geográfica de la planta El Pongo.

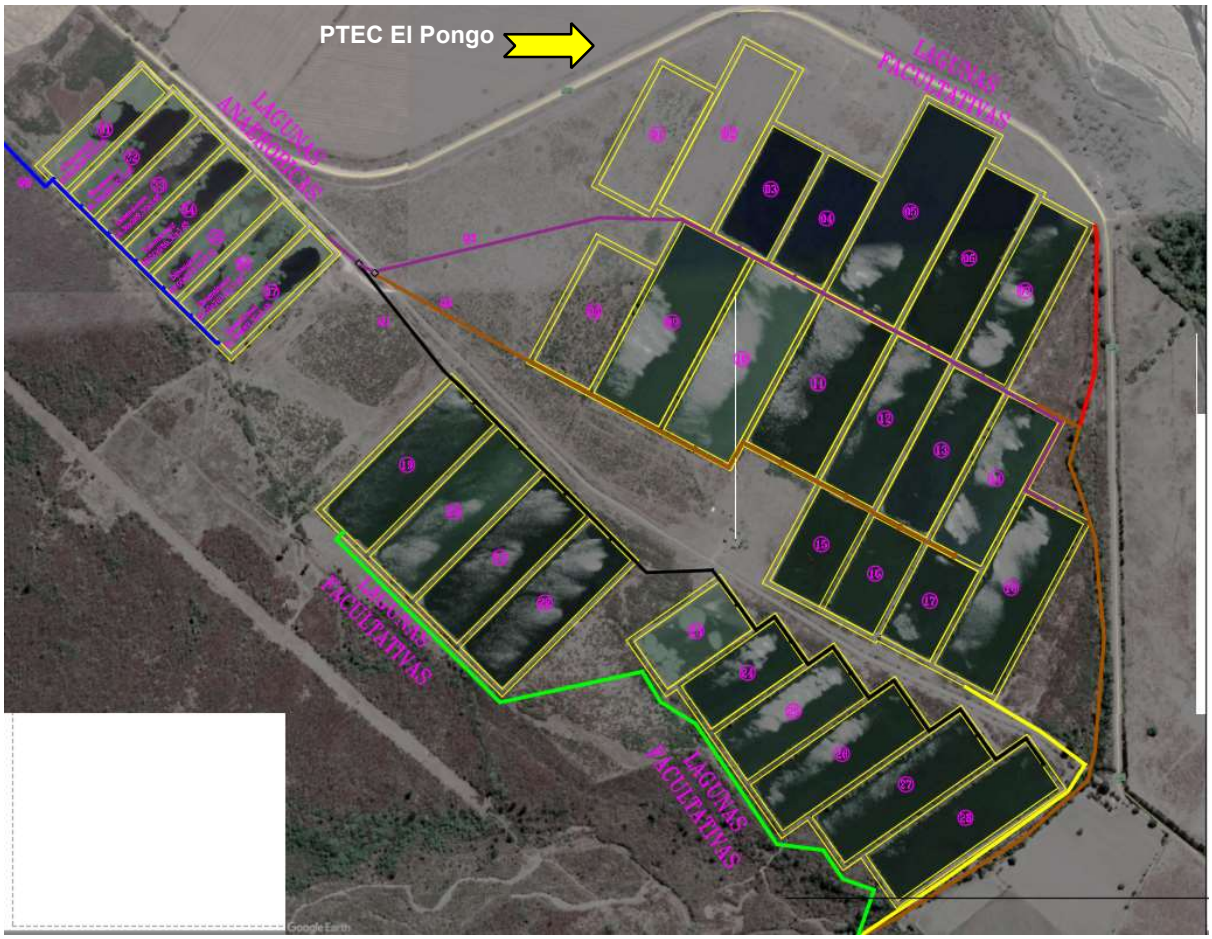


Figura 8.19: Lagunas de tratamiento El Pongo.

Figura 8.20: Lagunas de sedimentación primaria.

Además de los líquidos provenientes de la red cloacal, ingresan mensualmente unos 20 camiones cisterna (20 m³ cada uno) que descargan efluentes provenientes de localidades e industrias sin conexión a la red.

Tratamiento

La planta cuenta con las siguientes etapas de tratamiento:

- Entrada y pretratamiento: el líquido cloacal entra a planta a través de 8 entradas paralelas con rejas de 15 mm de espesor donde se realiza la separación de sólidos gruesos.
- Fase I - Sedimentación primaria: ingresa el agua a 7 lagunas de sedimentación primaria de dimensiones de 3,5 m de profundidad y 260m x 65m de área como muestra la figura 3. El tiempo de residencia es de 1 día permitiendo la sedimentación de sólidos más pesados.
- Fase II - Tratamiento secundario: se utilizan 25 piletas facultativas de tratamiento secundario de tipo oxidación natural por intermedio del crecimiento de algas. Estas lagunas promueven la estabilización biológica del efluente.
- Fase III - Pulido de efluentes: etapa final en una superficie de 70 hectáreas. Este proceso mejora la calidad del agua antes de su disposición final.

El efluente tratado se destina mayoritariamente a un centro productivo agrícola cercano, mientras que una parte se descarga al río Grande. El contenido de algas en el efluente es alto, lo que puede favorecer su uso agrícola debido al aporte de nutrientes.

Por otro lado, los lodos dragados de las lagunas se deshidratan mediante geotubos membranales. Este sistema permite un manejo eficiente de los sólidos, facilitando su disposición o reutilización.

El monitoreo de la calidad del efluente se realiza cada dos meses, con mayor frecuencia durante los períodos de proliferación de algas (en esos casos 1 vez por mes). También se toman muestras aleatorias de los camiones cisterna que descargan en la planta para controlar la calidad de estos aportes.

En el año 2023 se llevó a cabo una campaña de dragado de los barros sedimentados en las lagunas primarias, después de 20 años sin realizarse. El barro dragado se bombeo a geomembranas (figura 11), que previamente fueron floculadas con polímero orgánico, para reducir la cantidad de agua en el barro y acelerar el proceso de secado del mismo.

A continuación, se muestran fotos de las instalaciones.

Figura 8.22: Geotubos membranales para el secado de los lodos dragados.

Figura 8.21: Salida de los efluentes tratados para la disposición con fin agrícola. Alto contenido de algas.

Se puede apreciar en la foto 2 que los efluentes contienen alto contenido de algas (de un color verde muy fuerte) con una concentración de sólidos suspendidos de 40 mg/l, según los datos de laboratorio. Estas algas se reproducen en las lagunas últimas etapas del proceso, aprovechando las concentraciones de nitrógeno y fosforo remanentes. Este contenido relativamente alto de sólidos suspendidos puede repercutir negativamente en el reúso de estos, especialmente si es por riego por aspersión. También, el alto contenido de estos podría influir de forma negativa en el riego por canales y la capacidad de infiltración de los efluentes en la tierra.

Figura 8.23: Laboratorio en la planta El Pongo.

La planta cuenta con un laboratorio interno para el análisis de calidad del agua y monitoreo de parámetros operativos, lo que asegura un control constante de los procesos.

Los parámetros de salida de la planta son en promedio:

- DBO: 80 mg/l
- DBOF 50 mg/l

8.5 Descripción general de la región Yungas

En relación a los servicios que presta Agua Potable de Jujuy, la región Yunga está conformada por la Unidad Operativa UOP VII,VIII involucrando los departamentos de San Pedro, Santa Barbara, Ledesma.

La UOP VI, VII y VIII se destaca por presentar servicios concentrados. Al respecto se presentará una tabla especial con la información disponible en la empresa prestadora de servicios.

Departamento/ Localidad	UOP	Clientes medidos 2024	Cobert. Agua	Cobert. Cloaca	Población 2024	Cant. Viviendas
SAN PEDRO DE JUJUY	VII	23.132	99,9%	87,3%	74.102	23.157
Santa Barbara EL PIQUETE	VII	923	98,9%	86,5%	3.527	933
San Pedro - LA MENDIETA	VII	1.227	100,0%	88,2%	5.276	1.227
Sant Barbara - EL SAUZAL	VII	95	95,0%	94,7%	430	100
San Pedro -RODEITO	VII	355	100,0%	0,0%	1.420	355
San Pedro -LA ESPERANZA	VII	1.402	100,0%	100,0%	4.641	1.402
San Pedro - MIRAFLORES	VII	38	100,0%	0,0%	126	38
San Pedro - SAN ANTONIO-LOTE	VII	69	100,0%	0,0%	228	69
San Pedro - SAN LUCAS	VII	123	100,0%	0,0%	407	123
San Pedro -PARAPETI	VII	516	100,0%	26,4%	1.708	516
Santa Barbara -SANTA CLARA	VII	1.739	98,9%	88,9%	6.420	1.759
San Pedro - EL ACHERAL	VII	74	71,2%	0,0%	333	104
El Carmen - PERICO	VI	15.729	99,4%	71,5%	66.431	15.817
EL CARMEN	VI	6.107	100,0%	75,5%	18.993	6.107
El Carmen - PAMPA BLANCA	VI	944	94,6%	0,0%	4.391	998
El Carmen - PUESTO VIEJO	VI	713	100,0%	90,2%	3.565	713
El Carmen - AGUAS CALIENTES	VI	1.075	100,0%	37,2%	5.375	1.075

El Carmen - MONTERRICO	VI	6.035	97,1%	29,6%	24.856	6.214
El Carmen - LOS LAPACHOS	VI	278	86,1%	0,0%	1.292	323
Fraile Pintado -LGSM	VIII	4196	98.7%	92.5%	18.071	4.252
LGSM	VIII	15.494	98.7%	81.5%	54.849	15671
Calilegua - LGSM	VIII	3.831	96.2%	73.3%	11.943	3.981
Yuto - LGSM	VIII	2.508	99.2%	84.9%	8.671	2.528
El Talar - Santa Barbará	VIII	951	100%	100%	3.329	951
Vinalito - Santa Barbará	VIII	663	100%	86%	1658	663
Palma Sola - Santa Barbará	VIII	1914	100%	42.6%	5.474	1.914
El Fuerte - Santa Barbará	VIII	344	100%	0%	688	344

Tabla 8.15: Tabla Especial – UOP con cobertura de servicios y clientes medidos de las Yungas Julio /2024 -Fuente Agua Potable S.E.

8.5.1 Descripción de los sistemas de potabilización de agua

La cobertura de los servicios acuerdo a los últimos datos medidos en Julio de 2024, para Agua potable son en promedió del 98%

En la Tabla 6, se puede apreciar las principales localidades que disponen de un sistema de Planta Potabilizadoras.

Departamento	Localidad	Planta Potabilizadora	Caudal (m³/mes)
SAN PEDRO DE JUJUY	SAN PEDRO	Planta la urbana vieja	518.400
		Planta la urbana nueva	518.400
		Planta vertiente	77.760
LA MENDIETA	LA MENDIETA	Planta potabilizadora	25.920
FRAILE PINTADO	LGSM	Planta potabilizadora	147.312
LGSM	LGSM	Planta potabilizadora (Mecanizada)	589.248
		Planta vertiente	267.840

Tabla 8.16: Localidades que disponen de un sistema de Planta Potabilizadoras en las Yungas.

En la Tabla 8.17, se puede apreciar las localidades que disponen de un sistema de abastecimiento de agua mediante Pozos.

Departamento	Localidad	Pozo	Caudal (m³/mes)
SAN PEDRO DE JUJUY	SANTA CRUZ	Pozo santa cruz	87.642
	SOLEDAD	Pozo Soledad	81.162
LA MENDIETA	LA MENDIETA	Pozo bombeo	24.624
EL PIQUETE	EL PIQUETE	Pozo 1	38.880
		Pozo 2	19.440
RODEITO	RODEITO	RODEITO 1	12.960
		REDEITO 2	7.776
		Pozo lobatón	12.960
SANTA CLARA	SANTA CLARA	POZO 1 La escuela	7.776
		POZO 2 Complejo	20.736
		POZO 3 cerca Complejo	12.960
		POZO 4 El Milagro	51.840
		Pozo EL CANAL	10.368
EL ACHERAL	EL ACHERAL	Pozo bombeo	12.960
FRAILE PINTADO	LGSM	Pozo 1 Fraile	12.960
LGSM	LGSM	Pozo S Antonio: Av S Antonio esq Yuchan	58.590

		Pozo La Loma: Av S Barbara (B° La Loma)	103.040
EL TALAR	SANTA BARBARA	Pozo 3: 12 de Octubre esq 17 de Octubre	34.497
		Pozo 2: Plta Potabilizadora	2.893
CALILEGUA	SANTA BARBARA	Pozo 2: Plta Potabilizadora	30.132
YUTO	SANTA BARBARA	Bomba 1,2,4- el bananal 3 y 5	36.950
PALMA SOLA	SANTA BARBARA	Planta Isla Chica	58.924
		Real de los Toros	8.035

Tabla 8.17: Localidades con sistema de abastecimiento de agua mediante Pozos en las Yungas.

De las plantas de potabilizadoras y perforaciones citadas anteriormente en la tabla, se visitaron la planta potabilizadora de San Pedro y algunas perforaciones de la zona.

Planta Potabilizadora La Urbana, San Pedro

La Planta Potabilizadora “La Urbana” abastece más del 80% del agua potable de la localidad de San Pedro, con una población aproximada de 25,000 habitantes. La instalación cuenta con dos módulos de tratamiento: uno más antiguo, denominado "Módulo Viejo", y otro más moderno, conocido como "Módulo Nuevo". Ambos operan en paralelo, empleando procesos de potabilización convencionales y de alta tasa.

Módulo Viejo

Esta planta cuenta con un tratamiento convencional que incluye las siguientes etapas:

- Coagulación y floculación: mezcladores mecánicos a paleta de eje horizontal, de 8m x 12m x 3m por cada floculador.
- Decantación: decantadores horizontales con barredores de fondo circular, de 22m x 14m x 4m.
- Filtración rápida: filtros rápidos ascendentes
- Desinfección: sistema con dosificación de hipoclorito de sodio por gravedad.

El caudal de diseño de la planta es de 100 l/s aproximadamente y opera con dos trenes de tratamiento en paralelo.

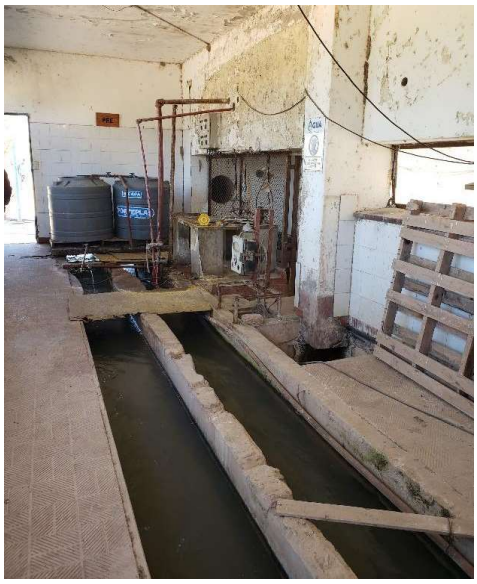


Tabla 8.18: Módulo Viejo de la Planta Potabilizadora La Urbana.

Módulo Nuevo

El módulo nuevo presenta el siguiente proceso de potabilización:

- Coagulación y floculación: floculadores de paleta eje vertical, dispuestas en 9cámaras de 3m x 3m x 3m
- Sedimentación: sistema de sedimentadores de alta tasa, los cuales se encontraban al momento de la visita en proceso de reemplazo de placas por seditubos. El sedimentador es de placas de 9m x 7,2m x 3,6m con una tolva de barros de 0,9 m.
- Filtros rápidos: posee un sistema de 5 filtros rápidos descendentes de 6,70m x 3 m x 2,50 m y un falso fondo de 0,8m con manto de arena de 0,9m.

El módulo consta de 2 trenes de en paralelo con un caudal de diseño es de 200 l/s.

En la actualidad ambas plantas presentan los sistemas de floculación mecánicos prácticamente fuera de servicio y los sedimentadores de placas de la planta nueva no cuentan con las placas cuya reposición está proyectada. Para la época de altas turbiedades cuenta con lagunas para pre-sedimentación que le ayudan a disminuir la carga de material.

Durante la visita a la planta, esta recibía agua con 66 NTU de turbidez por la presencia de celulosa en el agua que ingresa a las instalaciones. El agua finalmente tratada arroja valores de 2,5 NTU.

Figura 8.24: Módulo de coagulación (abajo) del viejo sistema.

Perforaciones en San Pedro

Se visitaron las siguientes de cuatro perforaciones:

1. Barro Negro – perforado en 2008. Bomba a 70 m de profundidad, bomba de 15 l/s (54 m^3/hr) – abasteciendo de agua a Don Emilio y Pablo Blanco. El pozo está conectado a una cisterna, y la cisterna está conectada a dos bombas que suministran agua a los pequeños pueblos.

2. Palo Blanco: perforado en 2015. Bomba a 70 m de profundidad: suministra agua a La Mendieta. En esta parte del río, la ribera norte está muy cerca de la montaña y no existe una capa acuífera para utilizar. Entonces, el suministro de agua proviene de pozos en la orilla sur, donde el acuífero es enorme.

3. Santa Cruz: mayor de 50 años, profundidad de la bomba desconocida, bomba de 50 l/s + refuerzo de 10 l/s (180 a 216 m^3/hr) – Abastecimiento de agua al pueblo de San Pedro. Solía ser un pozo excavado y luego ↄ perforaron un pozo en el interior que es más profundo. El pozo está conectado a una cisterna. El refuerzo se activa cuando aumenta la demanda de agua, en las horas punta o durante el verano.

4. Chacarería – mayores de 50 años. La bomba solía estar a 90 m de profundidad; el pozo está abandonado. Hubo un problema de disminución del caudal, el equipo fue retirado para mantenimiento, el pozo ahora está bloqueado con roca, posiblemente vandalizado mientras se abría el pozo para mantenimiento.

En estos pozos, no se pudo medir conductividad eléctrica, ni pH o temperatura del agua en los pozos, debido a que no había grifos que permitieran el muestreo. Así mismo, tampoco se pudo conseguir información sobre su calidad posterior a la visita.

En esta zona, además se encuentran dos perforaciones más, que son utilizadas actualmente por la empresa Agua Potable de Jujuy SE para provisión de agua a la localidad de San Pedro:

1. Parapeti - mayores de 50 años Bombear a >100m de profundidad.

2. Soledad - mayor de 50 años Bomba a >100m de profundidad.

Planta potabilizadora Libertador General San Martín

La localidad Libertador General San Martín (LGSM) cuenta con dos plantas potabilizadoras ubicadas en un mismo predio y perforaciones distribuidas en la zona. Ambas plantas están en la región de las Yungas, a 300 msnm. El sistema conjunto abastece a LGSM y Calilegua.

Planta Mecanizada

La planta más grande, de 70-80 años de antigüedad, cuenta con dos tomas de agua provenientes del río San Lorenzo de 250 l/s, las cuales se utilizan de manera alterna de acuerdo a las características de la calidad de agua que ingresa. Ambas están situadas sobre canales de riego que han sido ejecutados y que actualmente son operados por la empresa Ingenio Ledesma.

Durante el verano, especialmente después de las lluvias, el agua es conducida a lagunas de decantación (figura 18) de unas 2 ha superficie y 2 m de profundidad. El agua puede llegar con unos 90000 NTU saliendo de las lagunas hacia la planta con unos 1000 NTU.

Figura 8.25: Lagunas de decantación de agua de lluvia.

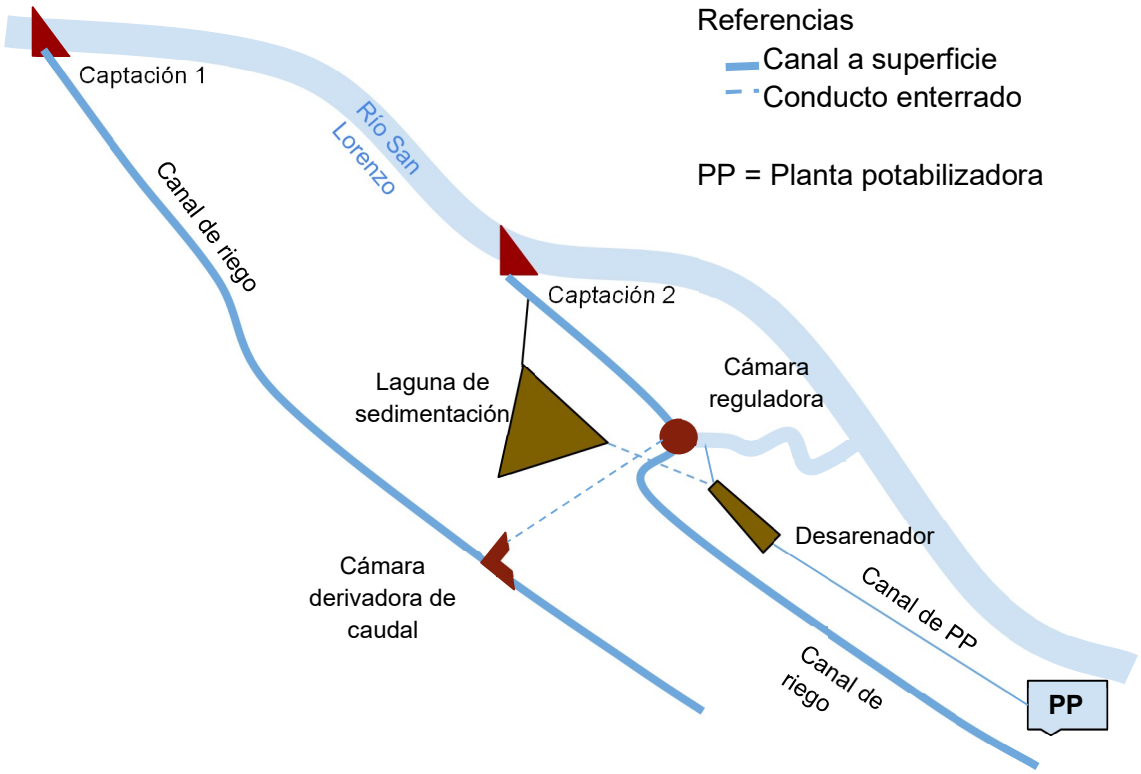


Figura 8.26: Esquema de referencia de distribución de la planta.

Durante el invierno, no se utilizan productos químicos en el tratamiento del agua. Sin embargo, en verano se emplean PAC (policloruro de aluminio) junto con un adyuvante de coagulación (PROCEDIN). El proceso de potabilización comienza en la cámara de carga, donde se incorporan los químicos, si es necesario. Luego, el agua es conducida a los decantadores y posteriormente a los filtros rápidos. Estos filtros se limpian mediante un lavado con agua y aire durante 10 minutos.

Figura 8.27: Módulos de filtración de la planta LGSM.

La cloración se realiza al final del proceso de filtración mediante hipoclorito de sodio, con una concentración de cloro libre entre 2 y 3 mg/l. En la red de distribución, se controla que este valor se mantenga alrededor de 1 mg/l. El agua tratada se almacena

en una cisterna con capacidad de 7500 m³, desde donde se distribuye a las localidades de Libertador General San Martín y Calilegua.

Planta Secundaria

Por otro lado, la planta más chica, también denominada “de vertientes” debido a su fuente, tiene un caudal de ingreso de 70 l/s y su proceso de potabilización se limita a la decantación.

Durante el invierno, el agua presenta una turbidez de 1 NTU, mientras que en verano la turbidez puede alcanzar hasta 60 NTU. Esta planta cuenta con dos cisternas con una capacidad total de 3500 m³ y abastece exclusivamente a la localidad de Libertador General San Martín.

En la planta trabajan 4 personas en forma rotativa. En verano se refuerza el equipo de trabajo con un operario más.

8.5.2 Descripción de los sistemas de tratamiento de efluentes

El nivel de cobertura de los servicios de cloaca es de 62%. Cabe señalar, que los sistemas de desagües cloacales son tratados en viviendas alejadas de zona urbana en la mayoría de los casos por pozo ciego.

Departamento	PTEC	Tratamiento	Caudal (m³/mes)	Punto de Descarga
LEDESMA	Fraile Pintado	LAGUNAS FACULTATIVAS	80.170	CANALES DE RIEGO CAÑA
SAN PEDRO	La Esperanza	LAGUNAS ANAEROBIAS FACULTATIVAS	221.909	CANALES DE RIEGO Y/O RIO LAVAYEN
SAN PEDRO	La Manga y La Esperanza	LAGUNAS ANAEROBIAS FACULTATIVAS	330.035	CANALES DE RIEGO
LA MENDIETA	La Mendieta	LAGUNAS FACULTATIVAS	26.647	CANALES RIEGO
SANTA BARBARA	Palma Sola	LAGUNAS FACULTATIVAS	14.332	CANALES DE RIEGO Y/O RIO SANTA RITA
LEDESMA	Yuto	LAGUNAS FACULTATIVAS	40.129	RIEGO Y/O RIO SAN FRANCISCO
SANTA BARBARA	El Piquete	CAMARA SEPTICA-FILTRO ANAEROBICO	23.996	RIO LAVAYEN
SANTA BARBARA	Vinilito	LAGUNA FACULTATIVA		CANALES DE RIEGO CAÑA

9 Descripción de la infraestructura hídrica

9.1 Introducción

A continuación, se describe la infraestructura existente en la provincia para el manejo del agua, donde se puede apreciar que la región Valles dada su capacidad productiva y disponibilidad de agua superficial condensa la infraestructura de mayor envergadura provincial en lo que se conoce como el “Sistema Regulado de Diques”. Quedando las otras regiones con poca y/o nula infraestructura relevante en términos de volumen de agua que se maneja a comparación del sistema mencionado.

9.2 Descripción general de la Puna

La región Puna se caracteriza por tener poca agua superficial disponible, ríos con poco caudal y entre otras características que hacen que la principal forma de abastecimiento sea mediante pozos o el aprovechamiento de los llamados “ojos de agua”, zonas donde el agua subterránea brota naturalmente hacia la superficie.

Debido a sus condiciones agroecológicas, el desarrollo de cultivo de hortalizas se ve limitado, sin embargo, se pueden encontrar pequeñas áreas donde se aplican cultivos con mayor tolerancia a bajas temperaturas y déficits hídricos, como ser la papa, haba y arvejas.

Es por lo anterior que la región no cuenta con infraestructura a destacar, más allá de ciertas obras realizadas en tierra con el fin de generar defensas en zonas estratégicas y/o mitigar el escurrimiento de ciertos ríos/arroyos en épocas de crecidas.

Como se mencionó anteriormente, la región se caracteriza por el uso del agua subterránea, desde el uso que se le da para la extracción de litio en las salinas por empresas como Exxar y Sales de Jujuy, hasta el uso para abastecimiento poblacional de la Quiaca, lo cual se logra mediante tomas subterráneas ubicada sobre el Río la Quiaca. Por otro lado, el riego que se realiza en la región se caracteriza en su mayoría por ser del tipo secano, es decir, utilizar el agua proveniente de lluvias, sin embargo, existe también superficie implantada que se alimenta de tomas no reguladas sobre arroyos y ríos.

9.2.1 Zonas Industriales y Perforaciones

Como se mencionó anteriormente, la Puna se caracteriza principalmente por contener explotaciones mineras y de extracción de litio, siendo estas últimas grandes consumidores del agua subterránea de la región a través de perforaciones.

Las principales empresas que realizan dicho trabajo son la minera Exar S.A. y Sales de Jujuy S.A., ambas extraen salmuera a través de perforaciones subterráneas y atraviesan la misma por un proceso productivo mediante el cual se obtiene el carbonato de litio, dicho proceso puede verse resumido en la figura siguiente:

Figura 9.1: Proceso de producción del carbonato de litio. Fuente: Exar.

La siguiente figura muestra la ubicación de tales empresas dentro de la región, destacando las localidades y cuencas hidrográficas.

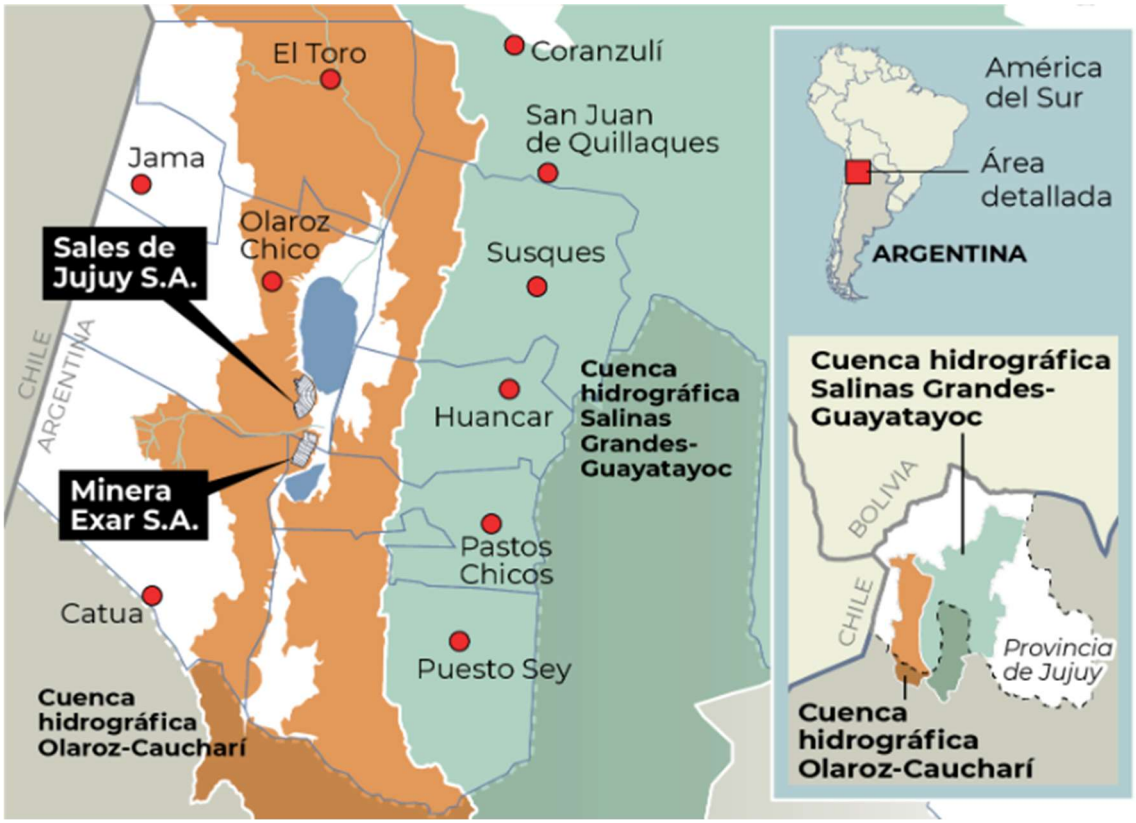
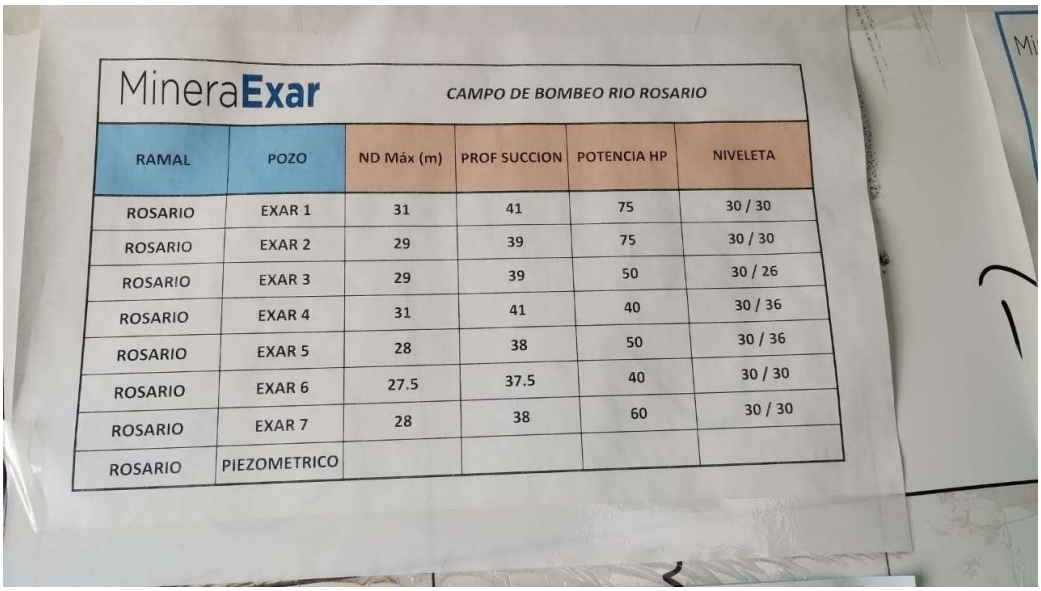


Figura 9.2: Empresas dedicadas a la extracción de litio en Jujuy. Fuente: Exar.

Se procede a explicar el proceso de extracción de agua salobre de la Minera Exar. dado que se visitó la misma con el equipo de especialistas de Mekorot y CFI, se hizo un recorrido por los diferentes pozos de extracción de salmuera que posee la misma.



MineraExar — CAMPO DE BOMBEO RIO ROSARIO

RAMAL	POZO	ND Máx (m)	PROF SUCCION	POTENCIA HP	NIVELETA
ROSARIO	EXAR 1	31	41	75	30 / 30
ROSARIO	EXAR 2	29	39	75	30 / 30
ROSARIO	EXAR 3	29	39	50	30 / 26
ROSARIO	EXAR 4	31	41	40	30 / 36
ROSARIO	EXAR 5	28	38	50	30 / 36
ROSARIO	EXAR 6	27.5	37.5	40	30 / 30
ROSARIO	EXAR 7	28	38	60	30 / 30
ROSARIO	PIEZOMETRICO				

Figura 9.3: Pozos de extracción Minera Exar. Fuente: Propia.

Exar cuenta con siete pozos de extracción cuya profundidad de succión oscila entre los 37 y 41 metros de profundidad. Cada uno tiene una bomba asociada con una potencia especifica como indica la figura anterior y funcionan de manera alternada entre los mismos, como mínimo siempre se tienen 2 pozos en funcionamiento y, según nos comentaron, nunca llegan a funcionar los 7 al mismo tiempo

Estos pozos se encuentran dentro de un área que se encuentra protegida por un alambrado cerrado con llave.

Figura 9.4: Pozo de extracción de salmuera. Fuente: Propia.

Figura 9.5: Vista Lateral del sistema extractor de salmuera. Fuente: Propia.

A su vez, todo el sistema extractor y de bombeo se encuentra cubierto en una estructura del tipo “contenedor” adaptada y dentro de la misma se tiene acceso al tablero de control del pozo que permite ponerlo en marcha, realizar parada de emergencia además de tener indicadores que sirven para señalizar el funcionamiento de este.

Figura 9.6: Tablero de control Pozo. Fuente: Propia.

A continuación, se muestra el interior de la estructura que contiene al sistema de extracción de salmuera.

Figura 9.7: Interior recamara pozo de bombeo. Fuente: Propia.

Los 7 pozos dirigen lo extraído a un tanque receptor, que contiene toda el agua “cruda” o salmuera, previo a su llegada a los piletones donde se deja la misma a que evapore naturalmente de manera que queden sales de sodio, sulfatos, boratos y potasio.

Figura 9.8: Tanque Reservorio de salmuera. Fuente: Propia.

Este tanque reservorio posee una capacidad de 2.000 m³ y por cuestiones de funcionamiento operativo debe mantenerse siempre aproximadamente a un 40% de su capacidad como mínimo. De aquí, el agua es bombeada a los “piletones”, donde una vez cumplido el ciclo de evaporación necesario la misma inicia su recorrido por el interior de la industria hasta terminar el proceso.

Figura 9.9: Piletones de evaporación. Fuente: Google imágenes.

9.3 Descripción general de la región Quebrada

La región de la Quebrada presenta una situación similar que la Puna, con la salvedad que al contener en su interior al Rio Grande existen sistemas de riego condensados en algunas zonas de esta, dichos sistemas si bien no contienen infraestructura de gran envergadura, consisten en un conjunto de tomas, pozos y canales que conducen el agua hacia los cultivos.

En esta región, la horticultura forma parte de sistemas de producción diversificados. Cada productor maneja en promedio una superficie de entre 1 y 1,5 Has., donde combina actividades agrícolas y ganaderas. Por lo general, las hortalizas se producen a campo y bajo riego por surcos. Se estima que en la Quebrada se destinan unas 2000 Has a la producción de hortalizas.

En la siguiente figura puede apreciarse a gran escala el sistema de riego, es decir, el conjunto de tomas y canales secundarios en la región Quebrada. Podemos, a primera vista, apreciar cómo está faltando información georreferenciada relevada en la localidad de Humahuaca, para la cual, según el área de Riego de la Dirección Provincial de Recursos Hídricos existen también canales y tomas de pequeña envergadura dedicados a proveer agua para riego a los pequeños productores de la zona.

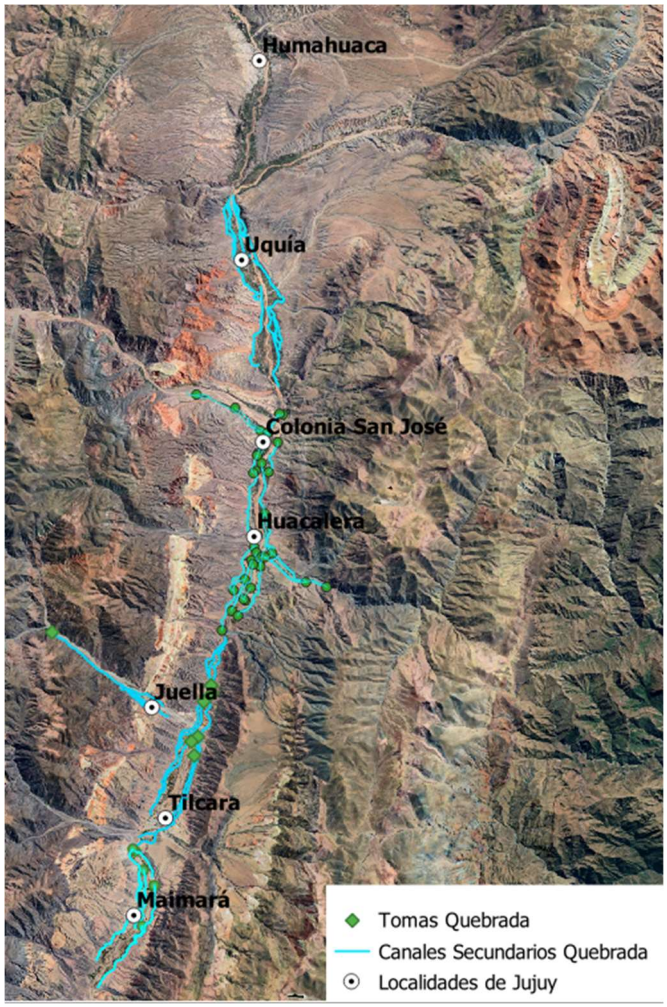


Figura 9.10: Tomas y Canales de Riego en Quebrada. Fuente: Propia.

9.3.1 Sistemas de Riego

Los principales sistemas de riego de los que se cuenta con información corresponden a los asociados a las localidades de Tilcara, Uquia y Huacalera.

Figura 9.11: Tomas y Canales de Riego en Tilcara y Juella. Fuente: Propia.

Podemos ver en la figura anterior, del sistema de riego en Tilcara, como las tomas aprovechan el agua del Rio Grande y la conducen a través de canales de tierra hacia las distintas zonas de cultivo.

Las tomas no están encauzadas y en caso de crecidas, escurre mucha agua sin poder aprovecharla. Los canales son de baja sección y con grandes pérdidas por infiltración. Tienen canales que corren en forma paralela con una longitud promedio de entre 7 y 10 kilómetros por canal y cuya distribución del agua no es equitativa dada también la variedad que existen en el tipo y calidad de tomas y canales.

A continuación, un ejemplo del sistema de riego en Huacalera, superpuesto sobre una imagen satelital de manera que se pueda apreciar con mayor claridad como se da el riego sobre el Rio Grande, en el interior de la quebrada. De nuevo se destacan las tomas y canales secundarios de riego.

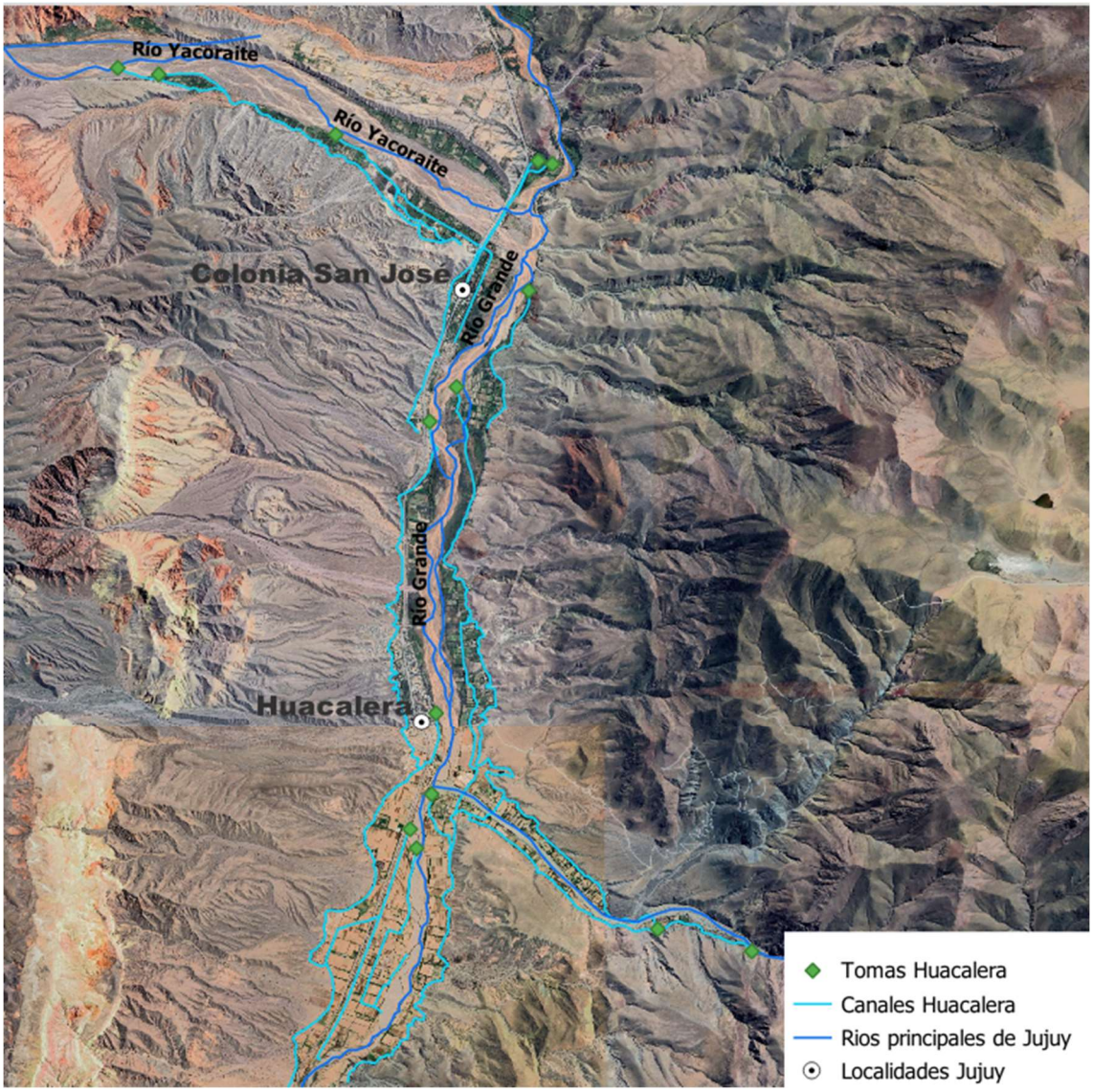


Figura 9.12: Tomas y Canales de Riego en Huacalera. Fuente: Propia.

En la siguiente figura, del sistema de Riego de Uquia, dada su distribución de canales secundarios de riego y parcelas con cultivo puede apreciarse aún más lo mencionado anteriormente respecto al riego en el margen del Rio Grande. Lamentablemente no se tiene información respecto a las tomas de dichos canales ni su ubicación especifica georreferenciada, aunque se supone que se encuentran al origen de cada canal secundario no se destacan debido a la falta de información certificada por la DPRH.

Figura 9.13 Canales de riego Uquia (Fuente: Propia)

Para mayor entendimiento del sistema estructural con el que se realiza el riego en la Quebrada, se realizó una visita a campo de ciertos canales y tomas que la persona a cargo de administrar los mismos consideró que representaban a la mayoría.

Figura 9.14: Toma de agua del Rio Grande en Uquia. Fuente: Propia.

Se visitaron cinco canales y sus tomas pero se muestra a continuación aquellos más representativos. Los mismos presentan una longitud promedio de entre 3 y 4km y son administrados por un “tomero” que se encarga de repartir el agua a través de las compuertas y controlar los turnos de riego cuando corresponde. Son los beneficiados por cada canal los que se encargan del mantenimiento de los mismos con la ayuda del administrador.

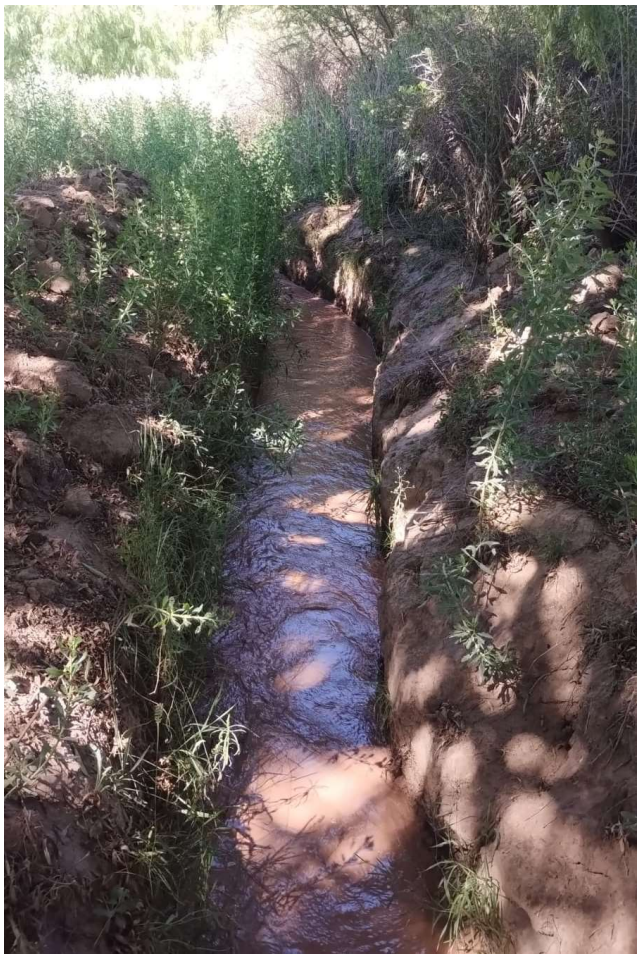


Figura 9.15: Canal de riego "Huasa-Durazno". Fuente: Propia.

Se realizaron también aforos en estos canales que se consideran representativos dentro de la región.

Figura 9.16: Compuertas derivadoras. Fuente: Propia.

El procedimiento consistió en marcar una distancia de 7 metros dentro del canal, buscando que sea una zona uniforme sin accidentes y se midió la velocidad media del pelo de agua del mismo, valor que se obtuvo de promediar el tiempo que le tomó en seis intentos a un material simil corcho (para que se mantenga a flote) en recorrer la distancia anteriormente marcada.

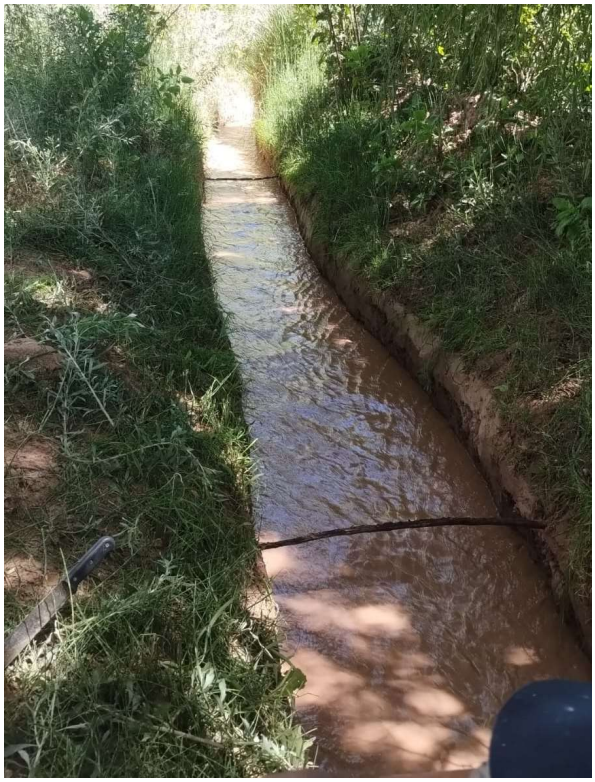


Figura 9.17: Aforo de caudal en canal Muyuna. Fuente: Propia.

Con este valor junto al de la sección del canal (sección que se dividió en 5 puntos internos para medir la profundidad), se puede tener un valor aproximado del caudal que recorre el mismo. A continuación, se dispone de la tabla con los resultados obtenidos en campo:

A					B			
DISTANCIA	PROFUNDIDAD		Sección Parcial		DISTANCIA	PROFUNDIDAD		Sección Parcial
	REGLA	Media				REGLA	Media	
0,00	0,17				0,00	0,18		
0,20	0,16	0,165	0,03		0,20	0,18	0,180	0,04
0,20	0,19	0,175	0,04		0,20	0,18	0,180	0,04
0,20	0,20	0,195	0,04		0,20	0,17	0,175	0,04
0,20	0,20	0,200	0,04		0,20	0,15	0,160	0,03
0,20	0,20	0,200	0,04		0,20	0,15	0,150	0,03
				1,00				
		SUBTOTAL "A"	0,187				SUBTOTAL "B"	0,169
Tiempos								
6,35	6,7	7	6,6	6,5	6,48			
							Promedio	6,6050

Vs=d/t	1,060		DISTANCIA A-B: m.	7,0
Vm=Vs.x.Coef.:	0,848		COEF:	0,8
CAUDAL Q = Vm * SM:	0,151	m3/s	SUP. MEDIA Sm = (A+B)/2	0,178

Figura 9.18 Ejemplo cálculos realizados para el Aforo. Fuente: DPRH.

Dicho caudal puede ser extrapolado al resto de canales de riego secundarios anteriormente mostrados ya que todos estos presentan características similares, variando principalmente el largo de estos, pero no así las dimensiones de su sección.

Existen también, al igual que se mencionó en la Puna, trabajos realizados sobre los ríos y arroyos de la región con el fin de generar defensas y/o mitigar desbordes de estos en épocas de crecidas.

9.3.2 Descripción de los sistemas de monitoreo hidrológico

La región no cuenta con sistemas de monitoreo hidrológico.

9.4 Descripción general de la región Valles Templados

Como se mencionó anteriormente, la zona de Valles Jujeños contiene el **Sistema Regulado de Diques,** cuya función es contener, derivar y regular el agua de la región tanto para uso agrícola e industrial como así también para abastecimiento poblacional.

El principal volumen de agua dentro de la región Valles se dirige hacia los sistemas de riego, para ser específicos los sistemas de “Las Maderas I y II” además del sistema de riego “La cienaga” y “El Tipal”.

Se adjunta en el anexo un diagrama del Sistema Regulado de Diques.

Figura 9.19: Diagrama del Sistema Regulado de Diques. Fuente: Batimetrías 2021 – Holdec. S.A.

El sistema integral de diques está conformado por un conjunto de obras hidráulicas interconectadas que permiten regular su funcionamiento y priorizar distintos usos según las necesidades de cada temporada. Siendo el objetivo primordial el aprovechamiento de los recursos hídricos de los ríos Perico, Grande y Los Alisos. Los usos finales son variados y van desde el consumo humano a riego, generación de energía eléctrica, turismo y recreación, es por esto que se considera un **Sistema de Usos Múltiples.**

Sus componentes principales son:

Diques Derivadores

- Los Molinos, sobre el Río Grande.
- El Tipal, sobre el Río Perico.
- Azud, sobre el Río Los Alisos.
- Las Pircas, sobre el arroyo Las Pircas.

Diques de Embalse

- Las Maderas y La Ciénaga, de tipo lateral.
- Los Alisos, de embalse frontal.

Canales de Alimentación:

- Canal Río Grande.
- Canal Río Perico.

Canales Derivadores

- Canal Las Pircas.
- Canal Restitución.
- Canal Sub Zona.
- Canal Provisorio.

Dique Compensador

- Dique Catamontaña.

Red de Riego

- Red de riego La Ciénaga.
- Red de riego Maderas I y II.

Central Hidroeléctricas

- Las Maderas.

9.4.1 Descripción de los sistemas de monitoreo hidrológico

Dentro de lo que es el monitoreo hidrológico del Sistema Regulado de Diques, se cuenta con el trabajo tercerizado que realiza la empresa “Metrix Sistemas”, quienes proveen de información en tiempo real sobre los niveles de los principales canales, tales como el Restitución, Perilago, Intervalles y El Tipal, además de mostrar también valores de nivel estático de los principales embalses del sistema, tales como Las Maderas, La Ciénaga y Catamontaña. La empresa ofrece una cuenta y usuario al personal de la Dirección Provincial de Recursos Hídricos, quienes pueden acceder al monitoreo y generar información como que se muestra en la siguiente figura:

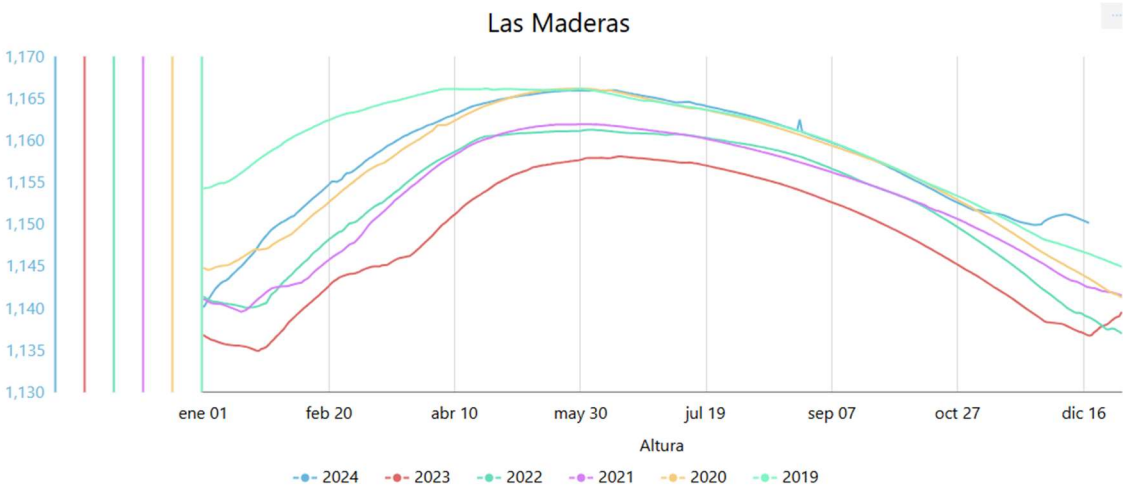


Figura 9.20: Comparativa de niveles interanual en Las Maderas. Fuente: Metrix Sistemas.

Podemos ver, como gracias a los datos de nivel aportados de los últimos 5 años se puede generar una comparativa entre dichos valores, además de, a través de las curvas de calibración asociadas a cada embalse, estimar los valores de volumen disponible en el mismo.

9.4.2 Descripción de las obras de regulación

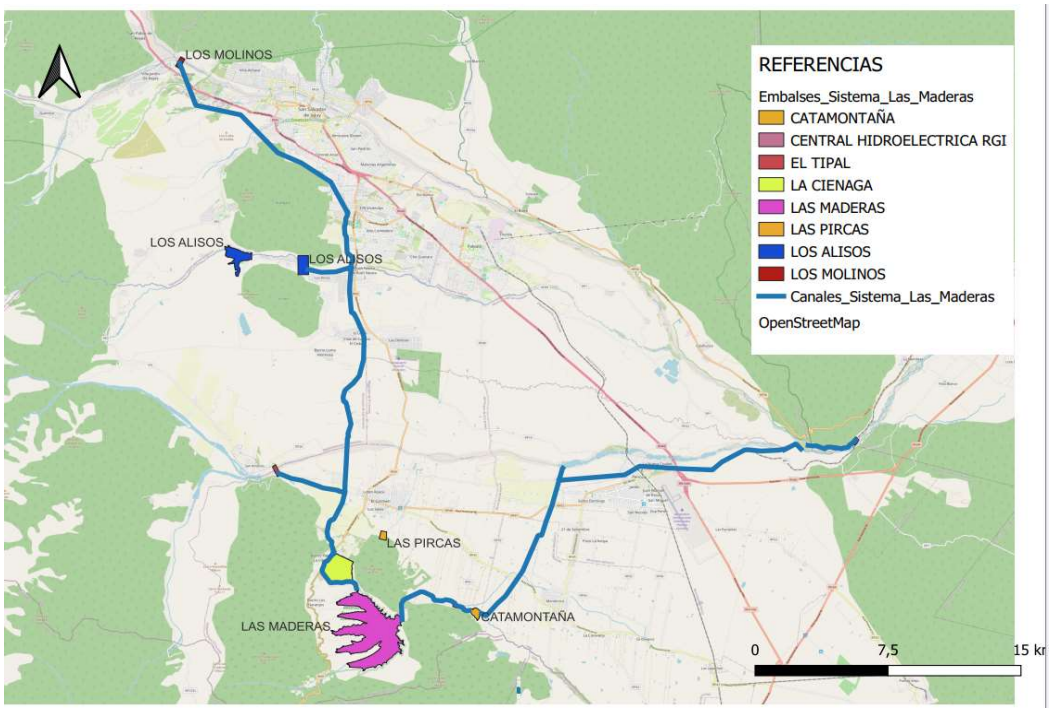


Figura 9.21: Diagrama del Sistema Regulado de Diques (Fuente: WSS CFI-Mekorot)

Las principales obras de regulación son:

Dique Las Maderas

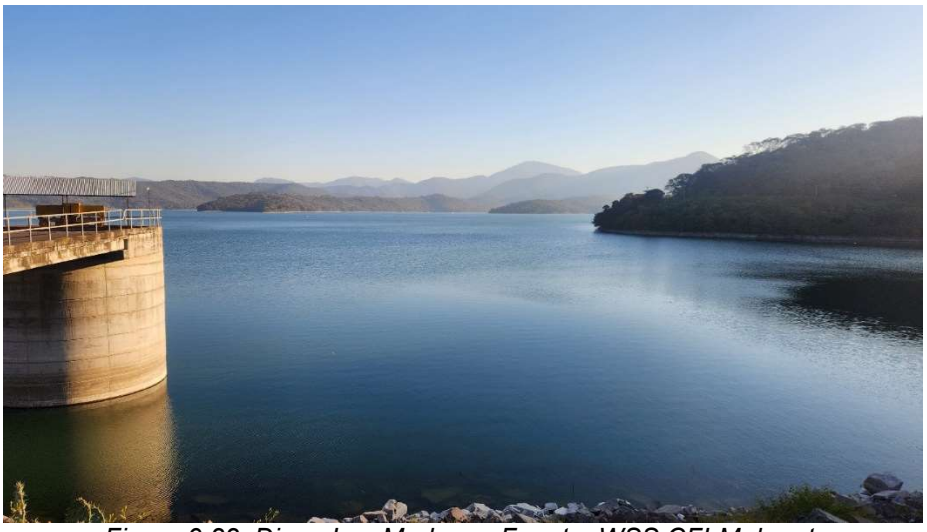


Figura 9.22: Dique Las Maderas. Fuente: WSS CFI-Mekorot.

El dique las maderas, del tipo embalse, arranco su funcionamiento en 1977 y es un dique lateral cuya alimentación la recibe a través del Canal Matriz y está destinado a regular los aportes a régimen natural de los ríos Perico y Grande para su aprovechamiento con fines de riego y generación de energía. Tiene una capacidad de embalse (de diseño) de 300 hm³, siendo el cierre un dique de tierra de 93 m de altura y 450 m. de longitud de coronamiento. El espejo de agua a cota de vertedero tiene una superficie de 950 ha. Tiene 2 descargadores de fondo con válvulas de servicio de chorro hueco y válvulas de mantenimiento tipo mariposa.

Su longitud de coronamiento es de 500 m, con 12 m de ancho y una altura máxima de 93m. Abastece aproximadamente 22.000 ha. La capacidad actual del embalse es de 258 hm³ y la máxima disponible de 195 hm³.

Figura 9.23: Dique Las Maderas vista satelital. Fuente: Google imágenes.

Dique La Ciénaga

Figura 9.24: Dique La Ciénaga. Fuente: WSS CFI-Mekorot.

El dique la ciénaga es un embalse con una capacidad de 22 hm³ y se encuentra en funcionamiento desde el año 1.925. Su espejo de agua es de 275 ha. Su llenado se produce con el agua del río Perico y eventualmente del río Grande, durante los meses de septiembre a diciembre. El agua embalsada es descargada por cañerías al canal de salida, de allí al Arroyo Las Pircas y, luego de ser desarenada, es entregada a la red de riego.

Su altura máxima es de 27,7 m sobre fundaciones y de 23,1 m sobre lecho, la longitud de coronamiento es de 1250 m con un ancho de calzada de 5,5 m. Actualmente abastece aproximadamente 4800 ha.

Figura 9.25 Dique La Ciénaga (Fuente: Google imágenes)

Dique Los Alisos

Figura 9.26: Dique los Alisos. Fuente: Google imágenes.

Iniciando su operación en 1.983, el dique Los Alisos presenta una presa frontal, alivianada con contrafuertes y ejecutada en hormigón. Tiene una altura de 42 m, longitud de 456 m y un ancho de calzada de 7,5 m. Cuenta con un azud, una pileta de almacenamiento, una dársena y un canal distribuidor con dotación máxima de 0,7 m³/s.

La capacidad máxima real del embalse es de 9hm³ (aunque su capacidad de diseño era de 19 hm³) y abastece a una planta potabilizadora de agua, parque industrial y unas 820 hectáreas de cultivo, aproximadamente beneficia a más de 65.000 habitantes.

9.4.3 Descripción de las obras de derivación

Las principales obras de derivación son:

Dique Derivador Los Molinos

Arrancando su operación en 1977, de tipología “Derivador” y enclavado en el Río Grande a la altura del paraje Reyes, la función del Dique Los Molinos es la de captar el agua del río y previa decantación entregarla al canal del Río Grande por donde es derivada a los Diques Las Maderas y La Ciénaga. Esta Obra consta de un vertedero fijo para evacuar crecientes de hasta 2.000 m³/s, un tramo de dique Móvil con 4 compuertas de sector, un canal de limpieza, una obra de toma que es la destinada a captar el agua, un desripiador y una batería de piletas desatadoras que cumplen la función de desarenadores.

La altura del vertedero con compuerta es de 22,7 m y la del vertedero libre 16 m. Su longitud de coronamiento es de 1.060 m.

Tiene una derivación máxima de 25 m/s y abastece aproximadamente 38.000 ha, destinadas principalmente a la provisión de agua del sistema Las Maderas.

Dique Derivador El Tipal

Figura 9.27 Dique Derivador el Tipal (Fuente: Google imágenes)

Emplazado sobre el Río Perico en el año 1.975, está destinado junto con sus obras complementarias, a captar el agua del río y luego de someterla a una decantación y entregarla al Canal del Río Perico para ser conducido a los Diques Las Maderas y La Ciénaga., con instalaciones adecuadas para derivar un máximo de 20 m³/s y capacidad para evacuar una creciente máxima de 21 m³/s. Su propósito consiste en la derivación al resto del sistema, es decir, que junto con sus obras complementarias captan agua y luego de someterla a una decantación, la entregan al canal del río Perico para ser conducidos a los diques La Ciénaga y Las Maderas. Abastece un total de 1200 ha aproximadamente.

La longitud de coronamiento del dique fijo es de 150 m y del dique móvil de 50 m.

Dique Compensador Catamontaña

Figura 9.28: Dique Compensador Catamontaña. Fuente: WSS CFI-Mekorot.

Arrancando su año operativo en 1989 y con una capacidad de 1,2 hm³, el dique Catamontaña es un embalse compensador recibe la descarga de las aguas turbinizadas por la Central Hidroeléctrica. Se encuentra sobre el río Las Pavas y su finalidad es compatibilizar e independizar los requerimientos de energía producida

hidroeléctricamente con las necesidades de caudal de la zona de riego, posibilitando el funcionamiento en “pico” de la central durante las horas que se requieran.

Tiene una altura máxima de 36,2 m y una longitud de coronamiento de 1700 m. Se deriva a través de Canal Restitución, con una capacidad de conducción de 30 m³/s esta obra tiene como objetivo regular diariamente el caudal erogado por la central hidroeléctrica de Las Maderas, diseñada como central de pico y distribuirlo uniformemente hacia la red de riego de la subzona Las Maderas.

9.4.4 Descripción de las obras de conducción y sistemas distribución

Figura 9.29: Aprovechamiento integral de los ríos Grande y Perico. Fuente: DPRH.

El sistema anteriormente mencionado cuenta con varias obras de conducción y distribución del agua entre sus componentes como así también hacia los sistemas de riego. Los mismos se dividen en:

Canales de Alimentación

Canal Rio Grande: del tipo alimentador nace en el Dique Los Molinos y llega hasta la Dársena de Unión donde se une con el Canal Río Perico para formar el Canal Matriz. Tiene un desarrollo de 36,6 km. Y una capacidad de conducción de 25 m³/s. Se trata de un canal revestido con distintas secciones según el sector que atraviesa y con numerosas obras de arte a lo largo de su recorrido.

Canal Rio Perico: del tipo alimentador tiene una longitud de 3,9 km. Y una capacidad de conducción de 20 m³/s., es de sección rectangular abierta con paredes y solera de hormigón armado. Su recorrido va desde el Dique El Tipal hasta la dársena de unión.

Canal Matriz: del tipo alimentador encargado de conducir el caudal procedente de los ríos Perico y Grande en conjunto hacia los embalses La Ciénaga y Las Maderas. Nace en la dársena de Unión con un recorrido de 4,3 km aproximadamente, con una capacidad de conducción de 45 m³/s hasta llegar a la Ciénaga.

Canal Perilago: del tipo alimentador y con un recorrido de 3,3 km, nace luego de la entrega al Dique La Ciénaga, con una capacidad de conducción de 40 m³/s con sección rectangular de H°A° para régimen rápido y trapecial para régimen para régimen tranquilo. Su finalidad es la conducción de las aguas hasta el embalse Las Maderas, sin alterar las condiciones de sedimentación sobre el embalse La Ciénaga.

Canales Derivadores

Canal Restitución: Es un canal revestido que arranca de la obra de riego del Dique Compensador y desemboca en el Río Perico, teniendo un desarrollo de 10,6 km. y una capacidad de conducción de 30 m³/s. Su finalidad es alimentar los cuatros canales secundarios que arrancan del mismo permitiendo regar las zonas de Maderas I y Maderas II.

Figura 9.30: Canal Restitución y sus derivaciones. Fuente: Propia.

Canal Intervalle: es un canal revestido que comienza desde la salida del Canal de Restitución y se desarrollar hasta las cercanías de la desembocadura del Río Perico con el Río Grande. El canal está ubicado sobre la margen derecha del Río Perico y tiene una longitud aproximada de 11 km., la capacidad de conducción de 10 m³/s, aproximadamente. En la figura siguiente se puede apreciar en rojo el canal propiamente dicho y su desembocadura en el Río Perico.

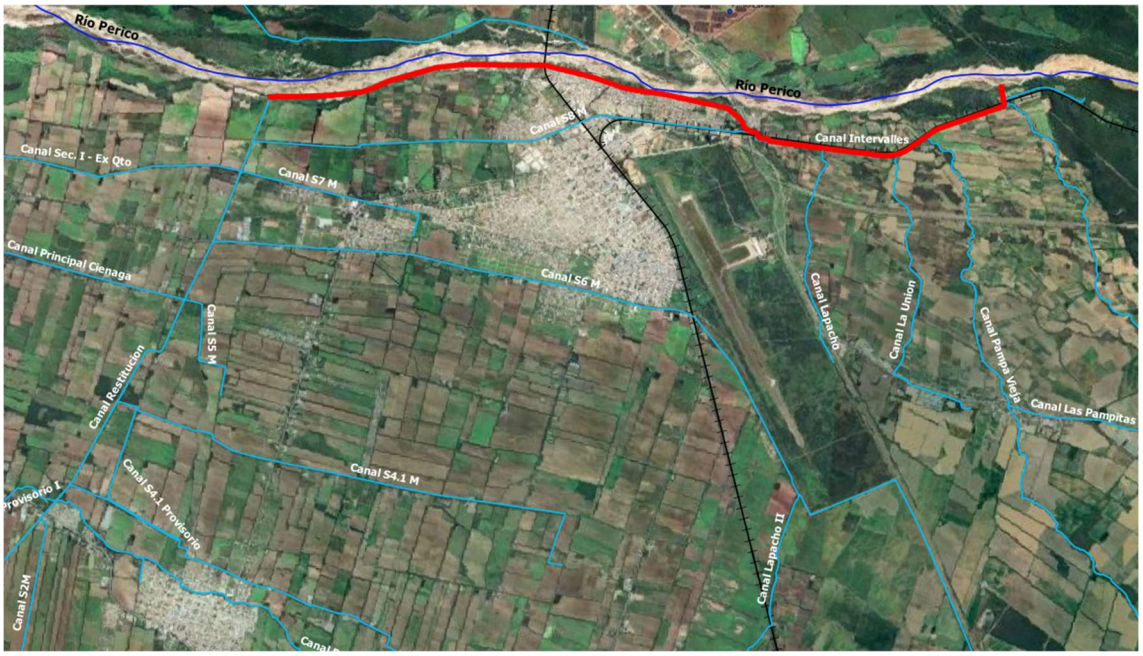


Figura 9.31 *Canal Intervalles. Fuente: Propia.*

Su función principal, es la de conducir minimizando las pérdidas las aguas provenientes de los excedentes de riego o generación del Canal de Restitución hasta el cauce del Río Grande, lo que resuelve el problema de desperdicio de hasta un 30-40% del agua que corría desde el inicio de Restitución hacia Rio Grande.

Los **beneficiarios** de este son:

- Agua potable de la Ciudad de San Pedro.
- Ingenio Río Grande.
- Ingenio La Esperanza
- Chaguaral
- La Mendieta.
- Consorcio de Riego del Valle de los Pericos
- El Pongo.

Figura 9.32: Desembocadura canal Intervalles en Río Grande. Fuente: Google Imágenes.

Por último, como resumen general, la red de riego a la que se abastece con el Sistema Regulado de Diques está dividida en 4 zonas: Maderas I, Maderas II , Las Ciénagas y El Tipal. Maderas I y Maderas II se abastecen desde el Canal de Restitución por medio de los Canales Secundarios 2 – 4 – 6 y 8. La zona de La Ciénaga está atendida por el Dique homónimo y la zona de El Tipal se abastece directamente desde el Dique Derivador El Tipal.

9.5 Descripción general de la región Yungas

Abarcando los departamentos de San Pedro, Ledesma, Santa Barbara y Valle Grande, se conoce que dentro de la región Yungas se dedica una importante superficie a la agricultura con fines productivos, abarcando **más del 60% de la superficie implantada total en la provincia** (respecto a la superficie implantada de todos los tipos de cultivo) y siendo aquí el cultivo más explotado el de la caña de azúcar (cubre más del 90% respecto a la provincia).

La región se caracteriza por hacer uso tanto del agua superficial disponible de los **ríos Grande y posterior Lavayen, río Negro, río Ledesma** y arroyos como el Colorado, Santa Clara, entre otros; como así también de utilizar el agua subterránea disponible mediante la explotación de pozos.

La misma no se encuentra regulada como sucede en la región de Valles templados mediante el Sistema Regulado de Diques por lo que la información que existe es escaza y faltan datos específicos sobre la infraestructura, tanto superficial como de pozos para

el riego. La información presentada es aquella que la DPRH relevó o fue compartida a la misma por diferentes actores privados.

Podemos ver en la figura siguiente, que de la zona actualmente explotable dentro de la región el cultivo de **caña de azúcar es el más difundido**.

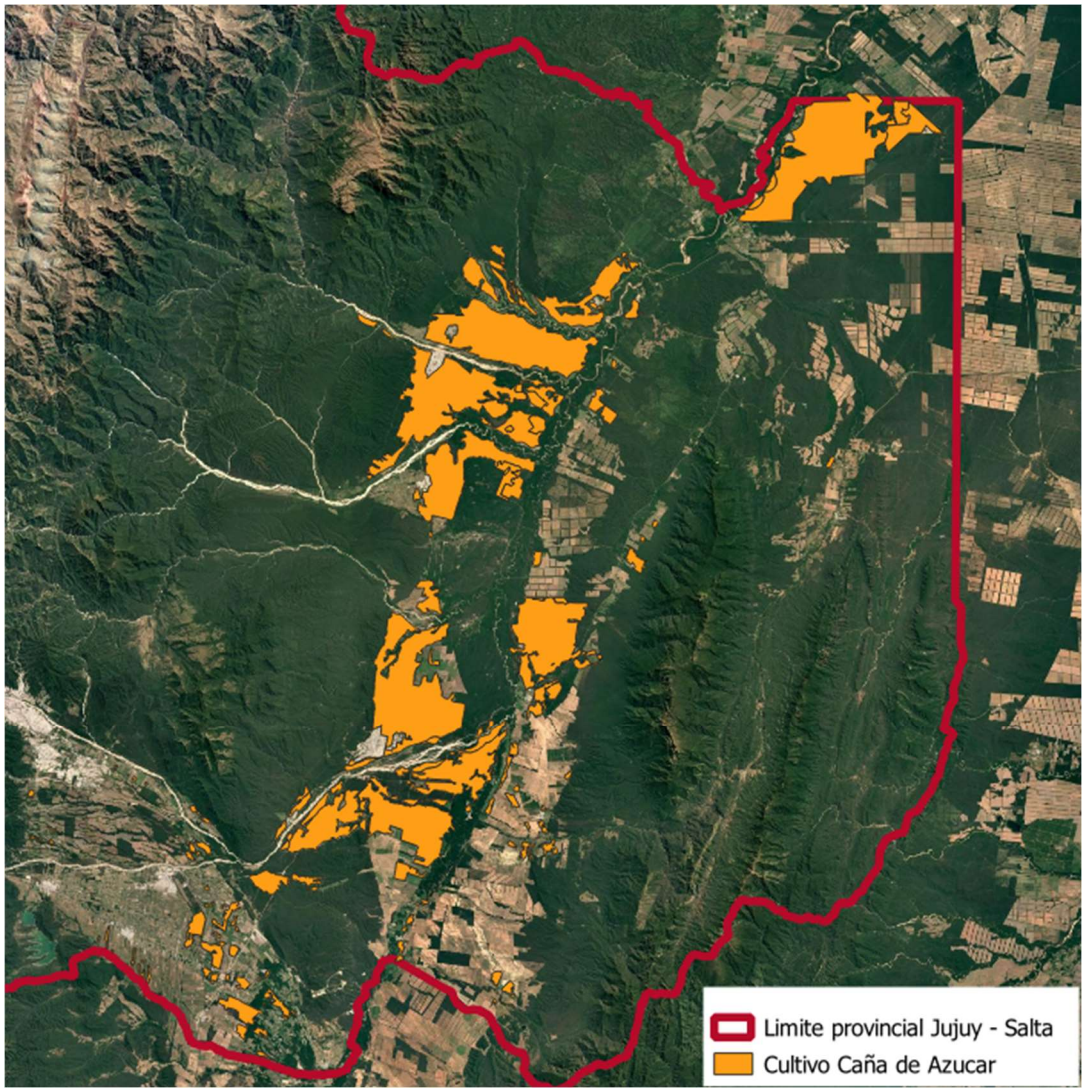


Figura 9.33 Superficie Caña de azúcar en Yungas según Min. de Producción año 2010. Fuente: Propia.

Otro tipo de cultivo que se presenta también con exclusividad en la región es el de **cítricos**, el cual se da en áreas concentradas de las localidades más al exterior de la provincia, véase las figuras siguientes de las parcelas de cultivo de cítricos tales como naranja, mandarina, banana, pomelo y limón.

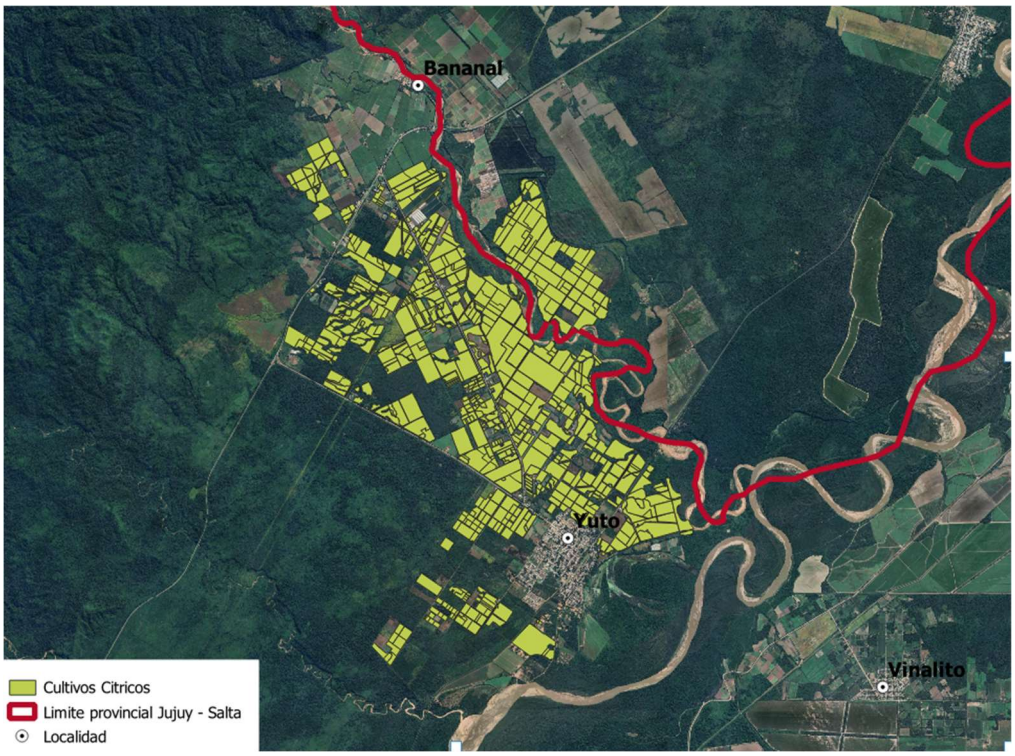


Figura 9.34 *Superficie Citrus en Yuto según Min de Producción año 2019. Fuente: Propia.*

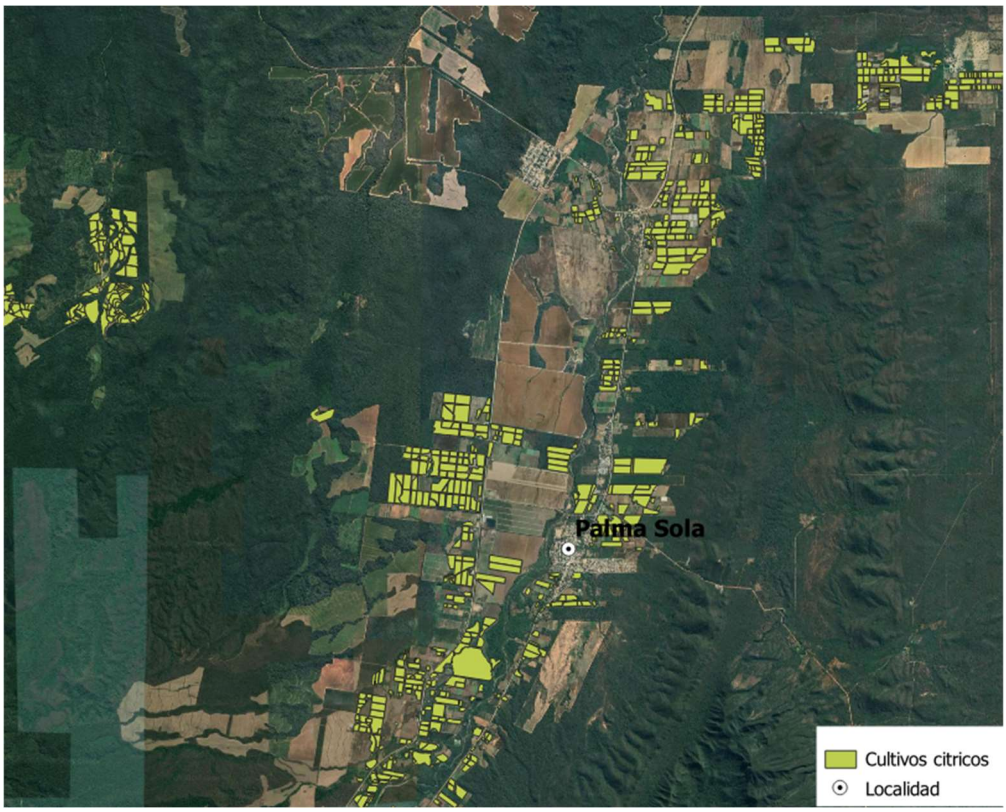


Figura 9.35 Superficie Citrus en Palma Sola según Min de Producción año 2019. Fuente: Propia.

9.5.1 Descripción de la infraestructura de riego

Podemos distinguir dos grandes áreas productivas y son aquellas que pertenecen a los diferentes ingenios.

Como se mencionó anteriormente la región posee casi la totalidad de la superficie implantada de caña de azúcar provincial y siendo esta un cultivo industrial que llega a cubrir un valor que ronda entre las 75.000 (según partidas comerciales de la DPRH y con cultivo declarado) y 110.000 Ha (según el CNA18).

La región cuenta con los siguientes consorcios en funcionamiento:

- Lavayén del Carmen
- El Acheral
- San José del Bordo
- Chaguaral
- A° Colorado y Santa Clara
- FuenteSanta de Murcia
- José Hernández El Palmar
- A° Santa Rita Palma Sola
- Yuto
- Fraile Pintado

Por su parte, los Ingenios son:

- Ingenio Ledesma
- Ingenio La Esperanza
- Ingenio Río Grande
- Productora del Noroeste

En la figura siguiente se puede apreciar la distribución superficial de los diferentes ingenios en colores transparentados, como así también en color solido la distribución según de donde se alimentan las parcelas del consorcio San José del Bordo.

Se puede apreciar como el sistema en general utiliza canales que toman el agua del Rio Grande para distribuirlos por los cultivos. De igual manera, como se mencionó, la región se caracteriza por hacer un importante uso del agua subterránea mediante la explotación de pozos.

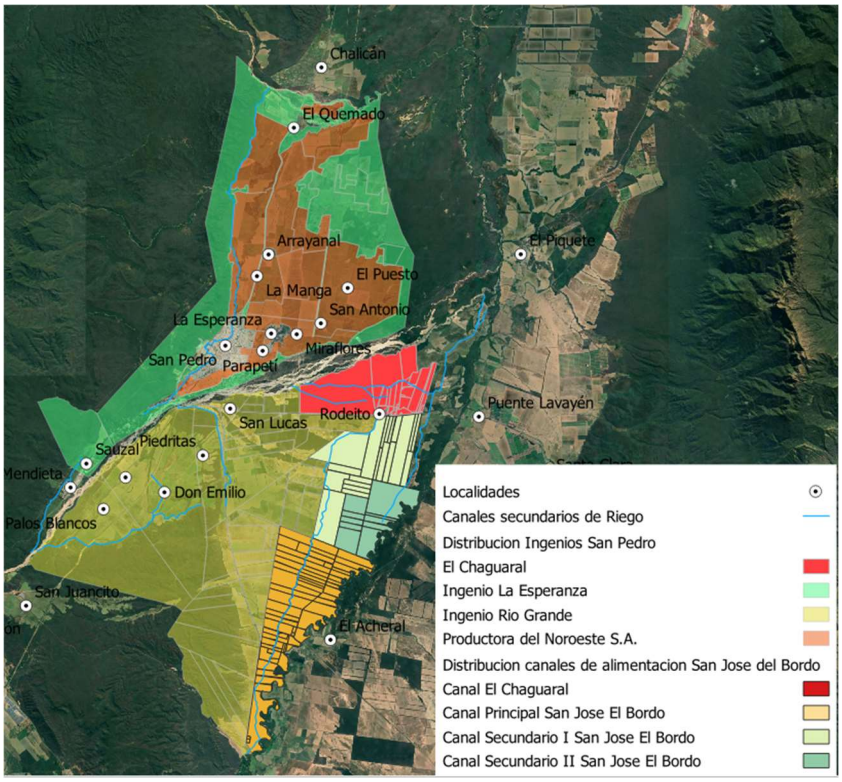


Figura 9.36: Distribución superficial Ingenios y consorcio San José del Bordo. Fuente: Propia.

En la figura siguiente se pueden apreciar los pozos de los cuales la DPRH tiene información histórica, si bien esta información no es precisa ya que faltan datos como diámetros, profundidad, si están en uso o no, etc.; nos sirve para tener referencia de la importancia del aporte subterráneo en la región.

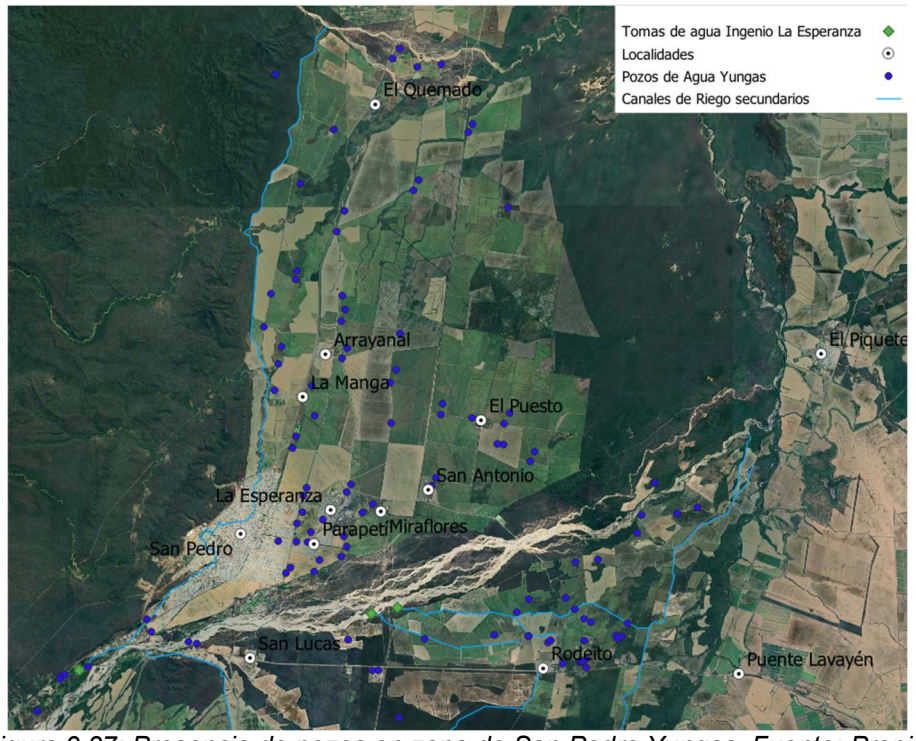


Figura 9.37: Presencia de pozos en zona de San Pedro Yungas. Fuente: Propia.

La figura siguiente pretende demostrar la misma conclusión con respecto al ingenio Ledesma, podemos ver como en la localidad de Fraile Pintado, si bien existen canales de riego que toman el agua del río Ledesma, existe también una gran cantidad de pozos.

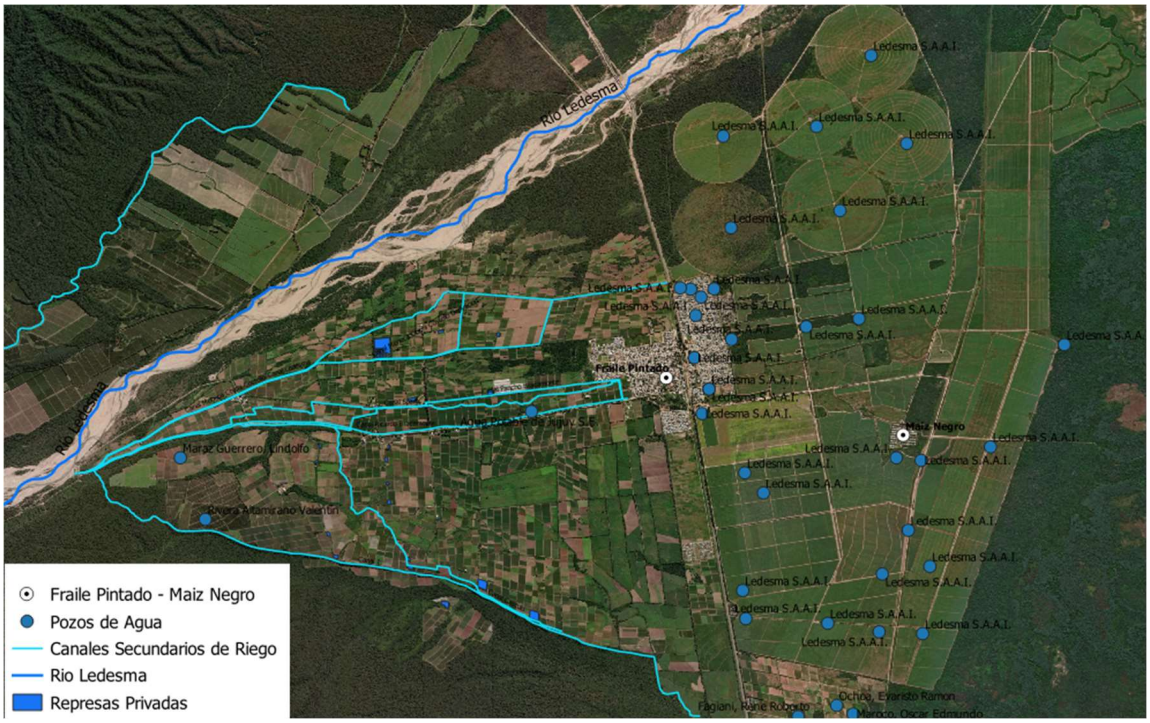


Figura 9.38: Infraestructura de Riego en Fraile Pintado. Fuente: Propia.

Los sistemas de riego generalmente poseen una sola toma sobre el río, puede ser una estructura de hormigón con compuertas para el manejo y entrega de caudales de riego, o rústica, donde se requieren trabajos de reparación de la toma y canal principal, luego de cada crecida. Como se trata de riego complementario, el principal problema se presenta en el periodo de estiaje por la escasez de agua. Las tomas laterales y de parcela en su mayoría son rústicas, de madera, palos, ramas y piedras. El riego que se practica en general es por gravedad, por surcos. Los ingenios tienen tomas fijas, y un gran porcentaje de canales principales revestidos.

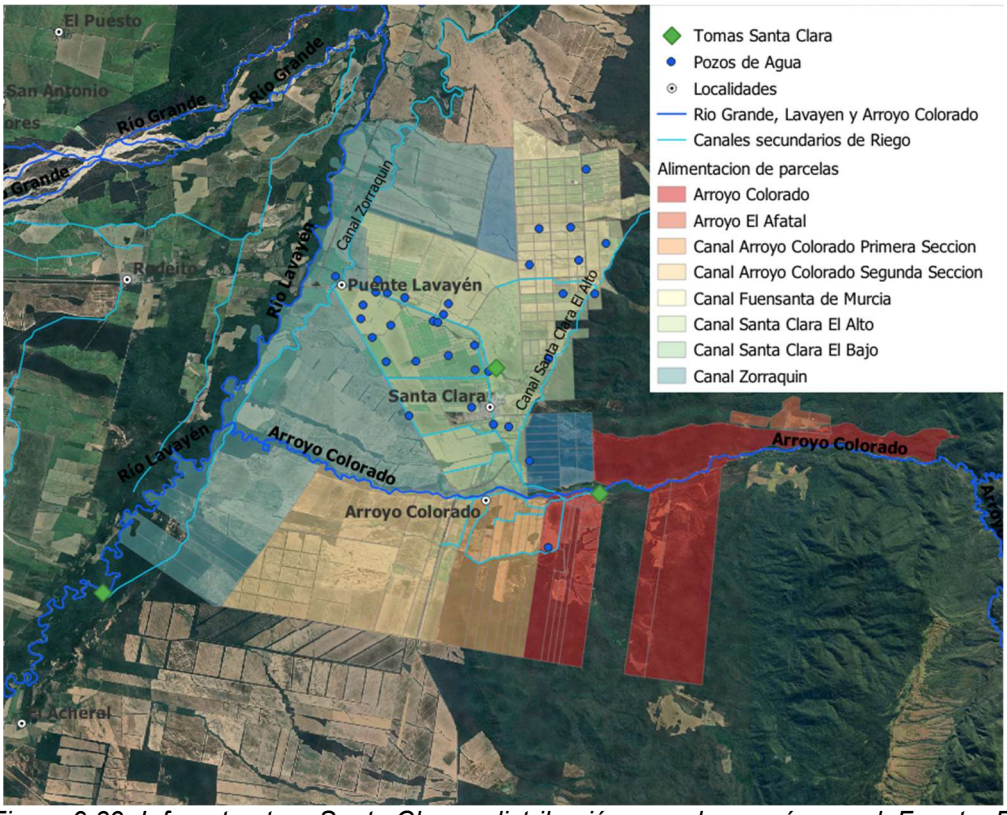


Figura 9.39: Infraestructura Santa Clara y distribución parcelas según canal. Fuente: Propia.

En la figura 1 y 2 se puede apreciar el mismo tipo de información para los consorcios de El Acheral y Santa Clara, dos consorcios con una superficie implantada también relevante en la región. Podemos ver como en ambos no solo se aprovecha el agua superficial sino también la subterránea.

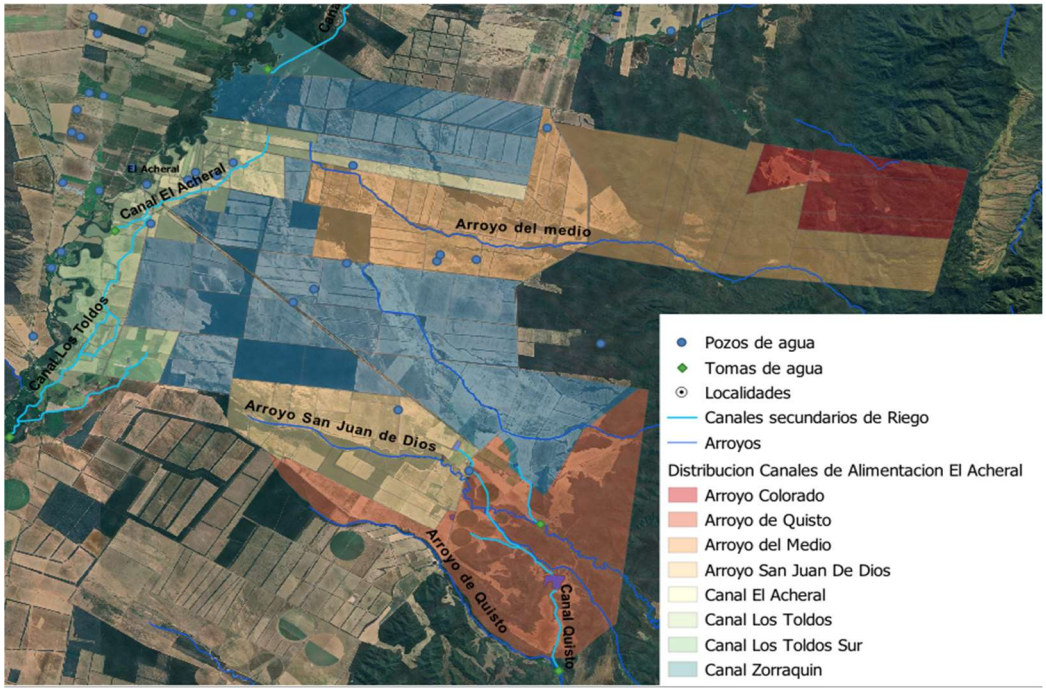


Figura 9.40: Infraestructura El Acheral y distribución parcelas según canal. Fuente: Propia.

Lamentablemente dada la escasez de datos y la falta de respuesta por parte de los consorcios a los que les hemos solicitado información no se puede describir en profundidad la infraestructura de la región de las Yungas.

10 Estimación de la demanda

El presente capítulo recopila la información referida a la demanda para los distintos usos y posteriormente, la integración de todos los resultados por región.

10.1 Uso doméstico

En el cálculo de la demanda, se consideran dos tipos:

- La demanda neta como aquella que los usuarios consumen
- La demanda bruta siendo la suma de la demanda neta más las pérdidas o agua no contabilizada.

10.1.1 Demanda neta

Para el cálculo de la demanda neta, se solicitó a la empresa Agua Potable S.E. los registros del periodo 2019-2024 inclusive de consumos medidos por localidad y periodo de facturación, así como también, la cantidad de clientes medidos y clientes totales. Esta información fue provista por el área de facturación.

En primer lugar, se procedió a analizar la cantidad de usuarios medidos para establecer el grado de representatividad que los valores de facturación tienen en relación con el total del departamento.

Departamento	Clientes medidos	Clientes totales	% Clientes medidos
Cochinoca	4880	8704	56%
Dr. Manuel Belgrano	84107	94577	89%
El Carmen	25144	30881	81%
Humahuaca	4983	7314	68%
Ledesma	13687	26249	52%
Palpalá	16306	18664	87%
Rinconada	s/d	s/d	s/d
San Antonio	s/d	s/d	s/d
San Pedro	18634	26936	69%
Santa Bárbara	2168	6629	33%
Santa Catalina	801	3183	25%
Susques	s/d	s/d	s/d
Tilcara	18980	25780	74%
Tumbaya	2726	3139	87%
Valle Grande	s/d	s/d	s/d
Yavi	7123	11665	61%

Tabla 10.1: Cantidad de clientes totales, clientes medidos y relación entre clientes medidos y totales. Fuente: Elaboración propia sobre información provista por Agua Potable de Jujuy SE.

En la Tabla 10.1: Cantidad de clientes totales, clientes medidos y relación entre clientes medidos y totales. Fuente: Elaboración propia sobre información provista por Agua Potable de Jujuy SE.

, se puede apreciar que:

- Hay departamentos sin micromedición, que en general corresponden con las áreas de servicios dispersos.
- En general en los departamentos más poblados el porcentaje de clientes medidos está por encima del 70%

Por otra parte, se procesó la información estacional referida al consumo facturado de la siguiente manera:

- Para el cálculo de la variación Interanual, se consideró de cada localidad los años extremos de medición de los datos brindados 2019 y 2024 y se realizó la variación porcentual con la siguiente formula:

$$\frac{(Vol\ Anual\ 2024\ (m^3) - Vol\ Anual\ 2019\ (m^3)}{Vol\ Anual\ 2024\ (m^3)} * 100$$

- Para el cálculo de la variación estacional, se consideró de cada localidad las estaciones y los meses más desfavorables Verano (Enero – Febrero) e Invierno (Julio - agosto) y de ellos se tomó el año más desfavorable en las variaciones mediante la siguiente formula.

$$\frac{Vol\ Promedio\ VERANO\ (m^3) - Vol\ Promedio\ INVIERNO\ (m^3)}{Vol\ Promedio\ VERANO\ (m^3)} * 100$$

Departamento	Consumo promedio anual 2019-2024 [m3/año]	Variación Interanual (2019-2024)	Variación Estacional (Verano Invierno)
Cochinoca	559436	15%	14%
Dr. Manuel Belgrano	10529062	15%	8%
El Carmen	3535256	18%	23%
Humahuaca	179876	15%	14%
Ledesma	2031978	15%	14%
Palpala	2239925	17%	21%
Rinconada	s/d	s/d	s/d
San Antonio	s/d	s/d	s/d
San Pedro	2565761	6%	11%
Santa Bárbara	363435	42%	71%
Santa Catalina	342667	42%	71%
Susques	s/d	s/d	s/d
Tilcara	48256	6%	11%
Tumbaya	15724	42%	71%
Valle Grande	s/d	s/d	s/d

Yavi	1004158	6%	11%

Tabla 10.2: Variación interanual y estacional de los consumos. Fuente: Elaboración propia sobre información provista por Agua Potable de Jujuy S

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 10.1, durante el periodo 2019-2024 en algunos departamentos hubo un fuerte crecimiento de los consumos medidos. Esto puede ser producto de una incorporación masiva de micromedidores. Mientras que, en los otros, el crecimiento fue menor al 20%. Por esta razón, para el cálculo de la demanda neta se consideran los valores facturados del último año completo disponible, que en este caso corresponde con 2023.

Localidad	Consumo 2023 [Hm3/año]	Promedio cuentas 2023
ABRA PAMPA	376104	3905
AGUAS CALIENTES	155972	791
ALTO COMEDERO	4873768	23230
ARRAYANAL	39158	169
ARROYO COLORADO	40	0
CALILEGUA	357360	1584
CIENEGUILLAS	5174	70
PERICO	3032438	12139
EL ACHERAL	13476	73
EL CARMEN	1118904	5027
EL CHALICAN	6492	22
EL FUERTE	312	3
EL PIQUETE	150048	676
EL REMATE	2022	3
EL SAUZAL	11532	53
FRAILE PINTADO	654656	2950
HUACALERA	238388	998
HUMAHUACA	957680	4598
LIBERTADOR GRAL SAN MARTÍN	1829548	7664
LA ALMONA	4870	17
LA ESPERANZA	108220	408
LA INTERMEDIA	5272	88
LA MENDIETA	178842	907
LA QUIACA	759732	5877
LEON	7118	54
LOBATON	10022	37
LOS AVALOS	226	1
LOS LAPACHOS	57140	162
LOTE DON EMILIO	76	1
LOZANO	131364	660
MAIMARÁ	314104	1916
MIRAFLORES	280	2
MONTERRICO	1123978	5135
PALMA SOLA	262202	1400
PALPALÁ	3676008	16051
PAMPA BLANCA	228916	838
PARAPETI	33244	224
PIEDRITAS	228	1
PUESTO DEL MARQUEZ	8962	127
PUESTO VIEJO	142948	567
PUMAHUASI	5344	120
PURMAMARCA	219856	533
RIO BLANCO	150218	580
RODEITO	62034	271

S S JUJUY		15862970	61604
SAN ANTONIO		371798	1755
SAN ANTONIO-LOTE		228	1
SAN JUAN DE DIOS		13690	42
SAN LUCAS		5866	31
SAN PEDRO DE JUJUY		3720612	16663
SANTA CATALINA	10458	179	
SANTA CLARA	630	5	
TILCARA	559732	2017	
TUMBAYA	39126	226	
VOLCÁN	94312	453	
YALA	301752	1028	
YAVI	13226	163	
YUTO	329902	1343	

10.1.2 Demanda bruta

Para estimación de la demanda bruta, se utiliza una estimación provista por Agua Potable de Jujuy SE de la producción mensual para cada pozo o planta activa en los servicios concentrados y dispersos.

Departamento	Producción agua superficial dispersos [m3/ mes]	Producción agua subterranea dispersos [m3/ mes]	Producción agua superficial concentrados [m3/ mes]	Producción agua subterránea concentrados [m3/ mes]
Rinconada	0	14.305	0	0
Cochinoca	7.750	20.720	0	33.660
Santa Catalina	6.739	23.058	5.702	0
Susques	15.941	15.941	0	0
Yavi	16.407	28.175	64.560	34.056
Humahuaca	16.239	16.239	36.288	54.000
Tilcara	1.555	1.555	69.936	55.866
Tumbaya	0	0	13.536	15.850
Dr. Manuel Belgrano	0	0	4.212.656	1.067.289
El Carmen	0	0	1.710.134	140.592
Palpalá	0	0	565.314	133.920
San Antonio	0	0	49.054	0
Valle Grande	10.394	2.792	0	0
Ledesma	0	1.244	1.034.532	211.540
San Pedro	0	0	1.062.720	304.884
Santa Bárbara	0	0	71.884	220.590

Tabla 10.3: Producción de fuente superficial y subterránea en servicios dispersos y concentrados. Fuente: elaboración propia.

Esta estimación considera una estimación de las horas de funcionamiento de las perforaciones, en función de los consumos energéticos mensuales.

10.2 Agricultura

10.2.1 Fuentes de información

A la hora de estimar la demanda total de la infraestructura de riego de la provincia, se trabajó con dos fuentes principales de información. Por un lado, se utilizó el Censo Nacional Agropecuario del año 2018 y por otro las Partidas Comerciales de regantes empadronados proveniente de la DPRH. También se utilizó como información de apoyo a lo anterior a las celdas de cultivo obtenida mediante imágenes satelitales, provistas por el Ministerio de Producción.

A partir de la recopilación de información, se procedió al análisis comparativo de la información obtenida de cada fuente y se procedió a la selección de la información más apropiada para el objeto del presente estudio.

Asimismo, ante la falta de registros locales de evapotranspiración, precipitación y coeficientes de cultivos, para el cálculo de la demanda neta se utilizó información satelital e información teórica de distintos organismos, tal como se detalla en el presente apartado.

10.2.2 Usuarios empadronados según Partidas Comerciales

La Dirección Provincial de Recursos Hídricos lleva un registro de usuarios donde se detalla el uso previsto para el agua y es la fuente de información para el cobro del canon de uso del agua. A este registro se lo denomina “Partidas Comerciales” y se plasma en una planilla de cálculo, a la cual se tuvo acceso. A partir de dicho documento, se procesaron los registros y se sintetizó la información en los siguientes cuadros.

Usuarios por categoría

Los usuarios clasifican por el tipo de demanda: riego, bebida, industria, energía. Además, del total de usuarios inscriptos, se discrimina como “habilitados” a aquellos que cumplen con las condiciones para ejercer su derecho a uso de agua pública, como el cumplimiento en el pago del canon.

Esta información está sintetizada en el siguiente cuadro:

Usuarios Inscriptos	3884
Usuarios Habilitados	3561
Demanda Riego Permanente	120807 Ha
Demanda Riego Eventual	7694 Ha
Bebida	670 lts/s
Industrial	35266 Mm3/año
Energía	12565 HP
Pozo (Industrial)	711 Ha

Tabla 10.4: Resumen Usuarios del agua según Partidas Comerciales. Fuente: DPRH.

Cabe aclarar que la información suministrada vinculada a las categorías de los usuarios se presenta de la siguiente manera:

- La demanda Permanente y Eventual para uso agrícola está expresada en "hectareas de riego", no hay información en relación con el volumen de agua utilizada.
- La demanda para Bebida no discrimina el tipo de uso final.
- La demanda para uso Industrial no discrimina para que tipo.
- La demanda para uso Energetico no discrimina para que tipo.
- Las partidas con pozos registrados no dan informacion de cuanto es el volumen de agua que utilizan, solo el diametro del pozo.

Demanda por departamento y por categoría de uso

La información en las Partidas Comerciales permite cruzar información entre demanda por departamento y demanda por categoría de uso.

Departamento	Demanda				
	Permanente [Ha]	Eventual [Ha]	Bebida [Lts/s]	Industrial [Mm3/año]	Energia [HP]
Dr. Manuel Belgrano	1174	11	39	285	6196
El Carmen	32185	921	18	23	9
Ledesma	36511	417	82,4	20374,96	6360
Palpalá	2614	265	278	4105	0
San Antonio	1352	371	5	0	0
San Pedro	25617	1952	151	10478	0
Santa Bárbara	21314	3758	86	0	0
Tumbaya	40	0	10	0	0

Tabla 10.5: Demanda por departamento y categoría de uso. Fuente: DPRH.

Se puede apreciar que la superficie implantada se encuentra principalmente en los departamentos de El Carmen, Ledesma, San Pedro y Santa Bárbara, donde se concentran los cultivos industriales como la caña de azúcar y el tabaco.

Usuarios por Consorcio

Según el artículo 98 del Código de Aguas: "*los consorcios son personas de derecho público, que tienen por finalidad asegurar la más racional y provechosa utilización del agua pública y el mejor ejercicio de los usos previstos en el art.5º mediante el mantenimiento y limpieza de los acueductos, la construcción de obras, la distribución del agua y la intervención como amigable componedor o árbitro en los conflictos entre regantes por aplicación de las normas de este Código.*"

En la Figura 10.1, se puede apreciar las áreas discriminadas por consorcio, destacándose por su extensión en celeste a aquellas que no están dentro de un consorcio y en color rojo al "**Consorcio Valle Los Pericos"**, siendo éste el más grande de la provincia con 20.000 Ha bajo su jurisdicción y más de 800 regantes inscriptos y habilitados para el uso del agua.

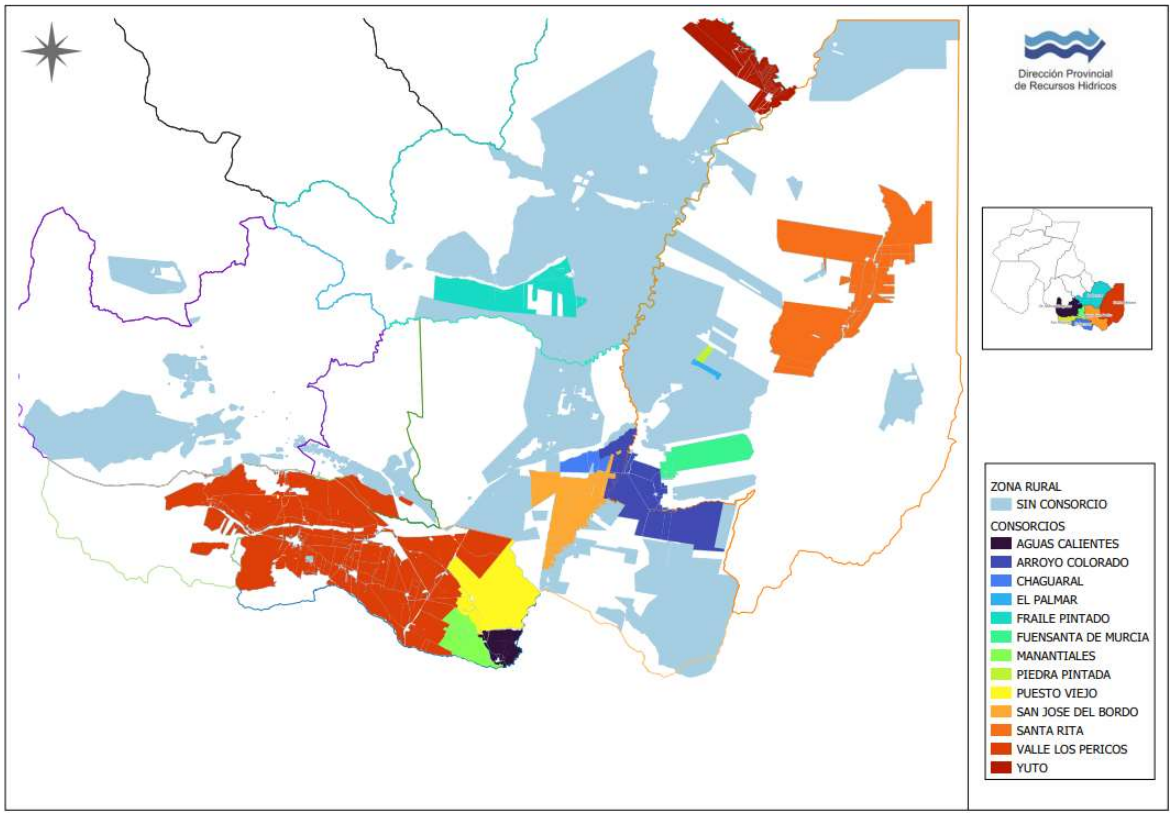


Figura 10.1: Mapa con las áreas de los consorcios registrados en la DPRH. Fuente: DPRH.

En orden de magnitud, le sigue al CVLP, el consorcio **"San José del Bordo",** con más de 4.000 Ha registradas entre permanentes y eventuales, además de una junta de 95 regantes inscriptos.

En la Tabla 10.6, se detalla el listado de consorcios, la cantidad de usuarios en cada uno y su distribución por categorías de uso.

Consorcio	Usuarios	Demanda				
		Permanente [Ha]	Eventual [Ha]	Bebida [Lts/s]	Industrial [Mm3/año]	Energia [HP]
Valle Los Pericos	836	14596	876	12	6	2
Cooperadora Tabac. Jujuy	685	13458	342	11	0	7
Sin Consorcio Asignado	599	59276	1392	516	29022	12556
Yuto	365	2014	333	0	0	0
Santa Rita	312	1888	2086	0	0	0
Aguas Calientes	130	1655	11	0	0	0
Fraile Pintado	116	1822	25	0	0	0
Arroyo Colorado	106	3029	1245	17	0	0
San Jose del Bordo	95	3615	610	3	0	0
Puesto Viejo	66	709	0	0	18	0
El Achelar	54	454	232	0	0	0
Productora del Noroeste	50	8090	192	63	6221	0

Fuensanta de Murcia	38	399	93	0	0	0
Mun. Yala	28	188	0	0	0	0
Unión Cañeros Independientes	23	938	220	0	0	0
Agua Potable	17	1940	0	47	0	0
Arroyo Piedra Pintada	16	135	0	0	0	0
Chaguaral	8	539	0	0	0	0
El Palmar	7	201	3	0	0	0
Finca El Pongo	6	1866	0	0	0	0
Ingenio Esperanza	4	3999	35	0	0	0
Total Regantes Habilitados	**3561**	**120807**	**7695**	**670**	**35266**	**12565**

Tabla 10.6: Usuarios y demandas por Consorcio. Fuente: DPRH.

Superficie por Cultivo

Otro aspecto que recopila esta planilla es el cultivo asociado a la demanda. No obstante, en el 17% de la superficie registrada se desconoce el tipo de cultivo, debido a la falta de declaración por parte del usuario.

En la Tabla 10.7, se presenta un cuadro que sintetiza la demanda y los principales cultivos declarados. Se puede apreciar que los tres tipos de cultivos más difundidos son el tabaco, citrus y caña (siendo este último el más representativo en términos de superficie). Existiendo también cultivos de alfalfa, hortaliza, maíz, soja, poroto, entre otros.

Cultivos	**Demanda**				
	Permanente [Ha]	**Eventual [Ha]**	**Bebida [Lts/s]**	**Industrial [Mm3/año]**	**Energía [HP]**
Sin Cultivo Declarado	18902	3345	434	8595	6196
Tabaco	23467	698	17	0	9
Citrus	3611,5	1686,5	6,94	0	0
Caña de azúcar	73832,5	1798,5	209,9	26653,76	6360
Otros Cultivos	1057,5	231,5	1,69	17,5	0
Total	120870,5	7759,5	670	36266	12565

Tabla 10.7: Demanda según tipo de cultivo. Fuente: DPRH.

Según las partidas comerciales de la DPRH, la distribución de la superficie implantada es como muestra la figura siguiente:

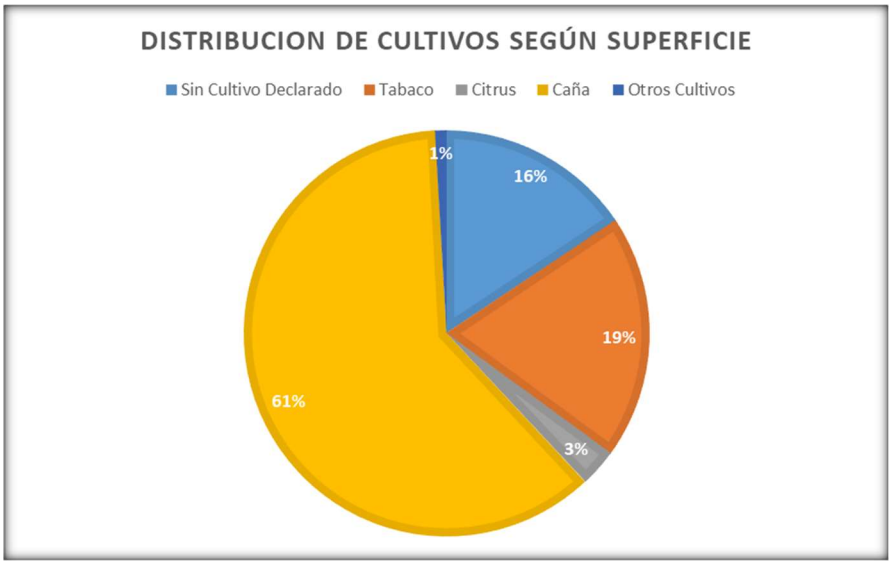


Figura 10.2: Distribución de cultivos según superficie para demanda permanente. Fuente: Partidas comerciales de la DPRH.

10.2.3 Superficie implantada según CNA 2018

Otra fuente oficial disponible es el resultado del Censo Nacional Agropecuario del año 2018 (CNA 2018), al cual también se accedió y se procesó información para su análisis.

Para empezar, se muestra un resumen de la superficie implantada según grupo de cultivos en la provincia.

Grupo de Cultivo	Superficie implantada [Ha]
Cereales	8.887,70
Oleaginosas	4.097,60
Cultivos industriales	127.598,80
Legumbres	10.341,20
Forrajeras	4.400,00
Hortalizas	4.588,80
Frutales	6.603,10
Otros	2.000,00
Total	**168.517,20**

Tabla 10.8 Superficie implantada. Fuente: CNA 2018

La información de la Tabla 10.8 se muestra en un gráfico de torta, a fin de visualizar la relación entre los distintos grupos de cultivos.

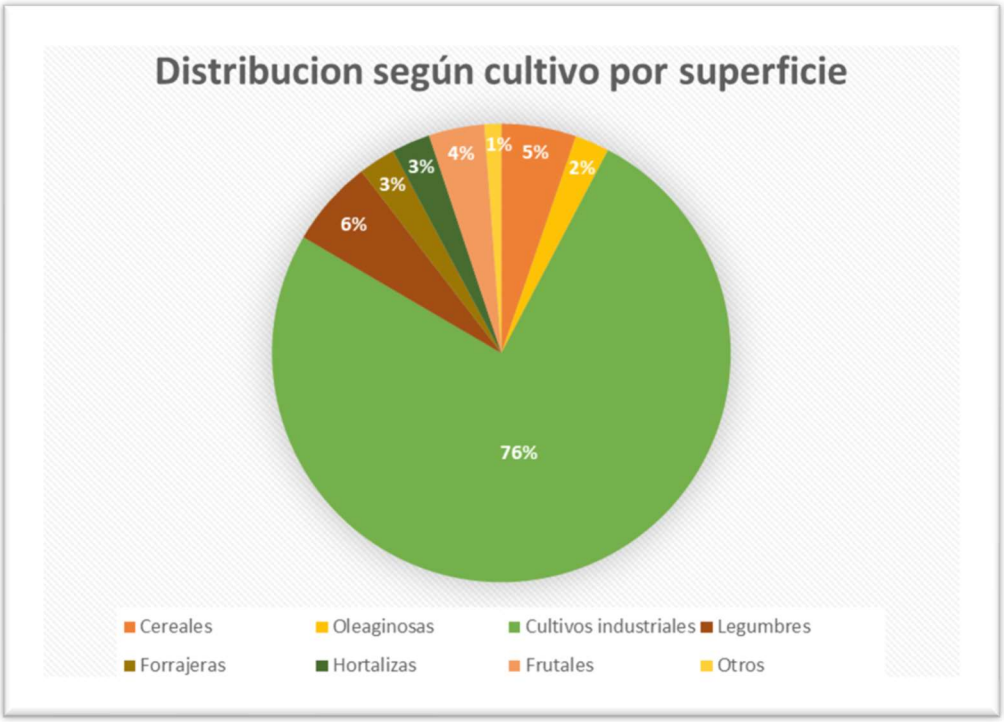


Figura 10.3 Distribución según cultivo por superficie. Fuente: CNA 2018.

Desglosando los principales grupos de cultivo, se aprecia cuáles son los cultivos con más superficie implantada en la provincia, tal como se visualiza en los gráficos de la Figura 10.4, Figura 10.5 y Figura 10.6.

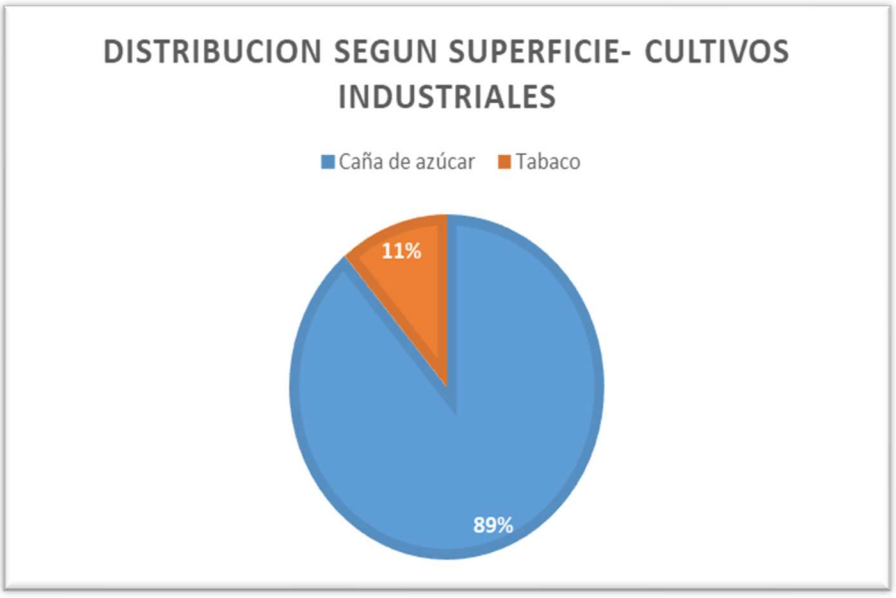


Figura 10.4 Distribución Cultivos Industriales. Fuente: CNA 2018

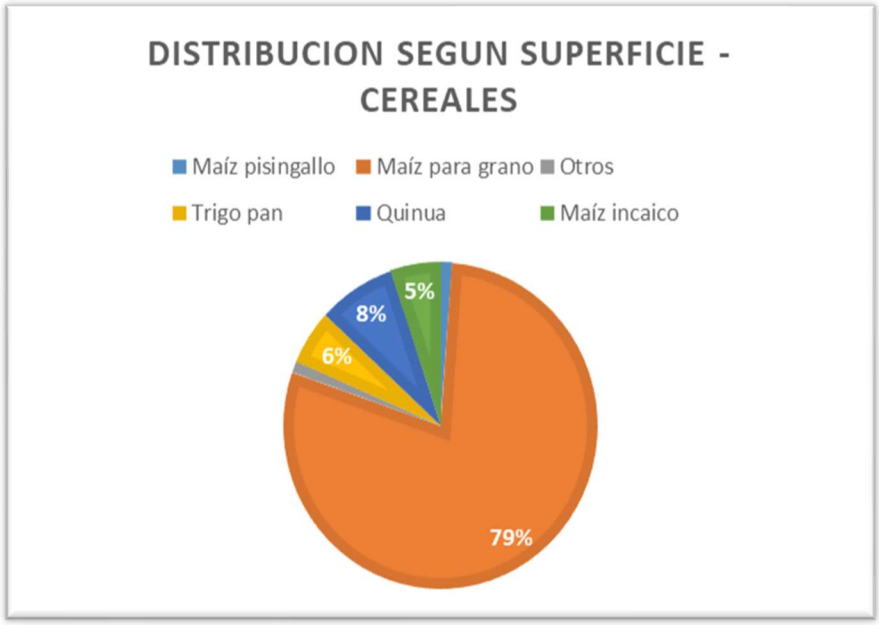


Figura 10.5 Distribución Cereales. Fuente: CNA 2018

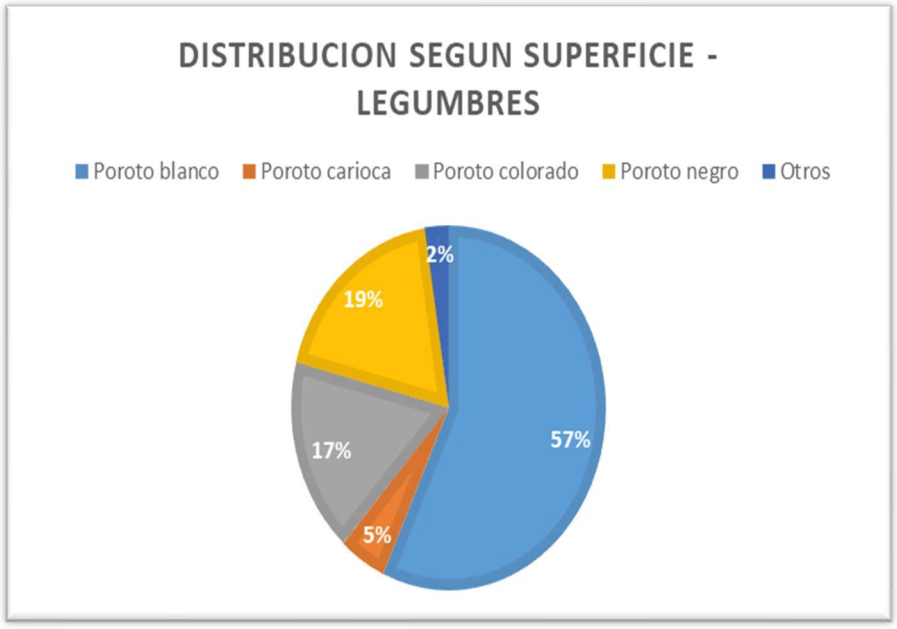


Figura 10.6 Distribución Legumbres. Fuente: CNA 2018

10.2.4 Análisis comparativo entre fuentes de información

A continuación, se realiza un análisis comparativo entre la superficie de riego empadronada de la DPRH y lo contabilizado según el CNA18 para encontrar donde puede estar esa diferencia y finalmente estimar la demanda con una aproximación más real de las superficies implantadas.

Comparativo **Superficie Implantada** CNA 2018 y Partidas comerciales al 2024					
Según CNA 2018			**Según Partidas Comerciales 08/24**		
Grupo de Cultivo	Cultivos Incluidos	Superficie implantada [Ha]	Grupo de Cultivo	Cultivos	Superficie implantada [Ha]
Cereales	Maíz	8.887,7	Cereales	Maíz	374,0
	Quinoa			Quinoa	
	Trigo			Trigo	
Oleaginosas	Soja	4.097,6	Oleaginosas	Soja	-
	Chía			Chía	
Cultivos industriales	Caña de Azúcar	127.598,8	Cultivos industriales	Caña de Azúcar	99796,0
	Tabaco			Tabaco	
Legumbres	Poroto Blanco	10.341,2	Legumbres	Poroto Blanco	257,0
	Poroto Negro			Poroto Negro	
	Poroto Colorado			Poroto Colorado	
Forrajeras	Maíz Forrajero	4.400,0	Forrajeras	Maíz Forrajero	63,0
	Alfalfa			Alfalfa	
	Avena			Avena	
Hortalizas		4.588,8	Hortalizas		561,0
Frutales	Naranjo	6.603,1	Frutales	Naranjo	5372,0
	Mandarino			Mandarino	
	Limonero			Limonero	
	Pomelo			Pomelo	
	VID			VID	
Otros		2.000,0	**Sin Cultivo Declarado**		22300
Total		168.517,2	**Total**		128.723,0

Tabla 10.9 Comparativo superficie implantada CNA 2018 y Partidas Comerciales DPRH. Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se aprecia una diferencia sustancial del **30%** en el total de superficie implantada. Cabe aclarar, que el CNA tiene en cuenta superficies de cultivo secano, es decir, que utiliza agua de lluvia como abastecimiento. Mientras que las partidas comerciales de la DPRH sólo consideran aquellas que riegan, ya sea con agua superficial o subterránea.

Debido a que el CNA 2018 presenta la información de manera más detallada por departamento y cultivo, además de estar contabilizando hasta un 30% más de superficie implantada se opta por trabajar con los datos obtenidos del mismo.

Cabe destacar que, teniendo en cuenta la escala provincial del presente trabajo, se realizó una selección en primer término de los grupos de cultivos más representativos y, posteriormente, de los cultivos propiamente. De esta manera, se seleccionaron 7 cultivos que representan un 91% de la superficie implantada según el CNA 2018.

Departamento	Cereales Maíz [Ha]	Soja [Ha]	Caña de Azúcar [Ha]	Tabaco [Ha]	Poroto [Ha]	Hortalizas [Ha]	Cítricos [Ha]	TOTAL [Ha]
Cochinoca	5	0		0	0	125	0	131
Dr. Manuel Belgrano	116	0	0	75	0	24	0	214
El Carmen	871	628	4296	12572	212	1628	147	20.353
Humahuaca	45	0	0	0	0	267	0	312
Ledesma	209	170	23420	0	0	914	3486	28.199
Palpalá	537	200	467	1660	19	55	0	2.937
Rinconada	8	0	0	0	0	13	0	21
San Antonio	132	593	0	50	240	89	0	1.104
San Pedro	365	400	75249	12	1257	229	66	77.577
Santa Bárbara	4980	1900	9809	6	2577	545	2138	21.955
Santa Catalina	15	0	0	0	0	13	0	27
Susques	0	0	0	0	0	5	0	5
Tilcara	22	0	0	0	0	293	0	315
Tumbaya	91	0	0	0	0	146	0	238
Valle Grande	43	0	0	0	0	59	0	102
Yavi	35	0	0	0	0	184	0	219
Total	**7474**	**3891**	**113241**	**14375**	**4304**	**4588**	**5837**	**153.710**

Tabla 10.10 Selección de superficie implantada por cultivo y departamento. Fuente: CNA 2018.

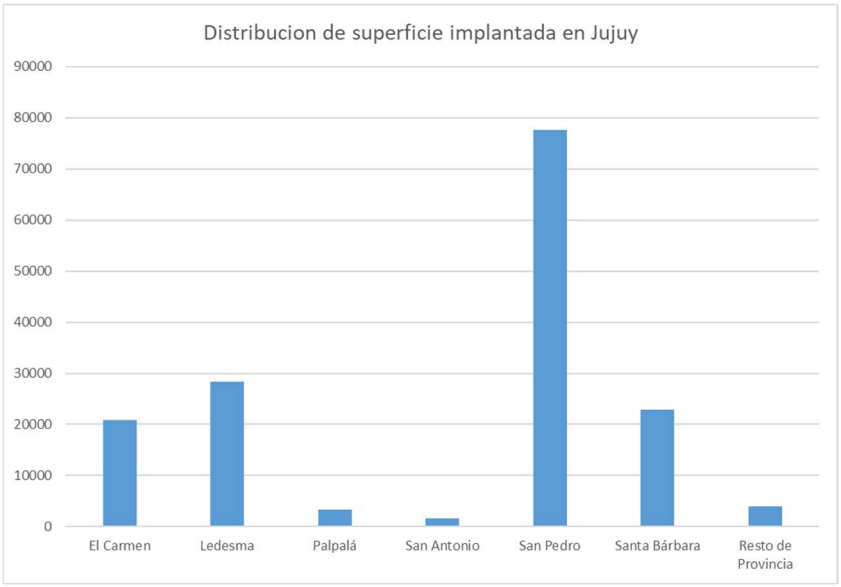


Figura 10.7 Distribución superficial de superficie implantada. Fuente: CNA 2018.

Por otra parte, se dispone de imágenes satelitales provistas por el **Ministerio de Producción**, cuyos los valores obtenidos se encuentran dentro del mismo orden de magnitud, por lo que se puede cerrar el análisis de la superficie implantada.

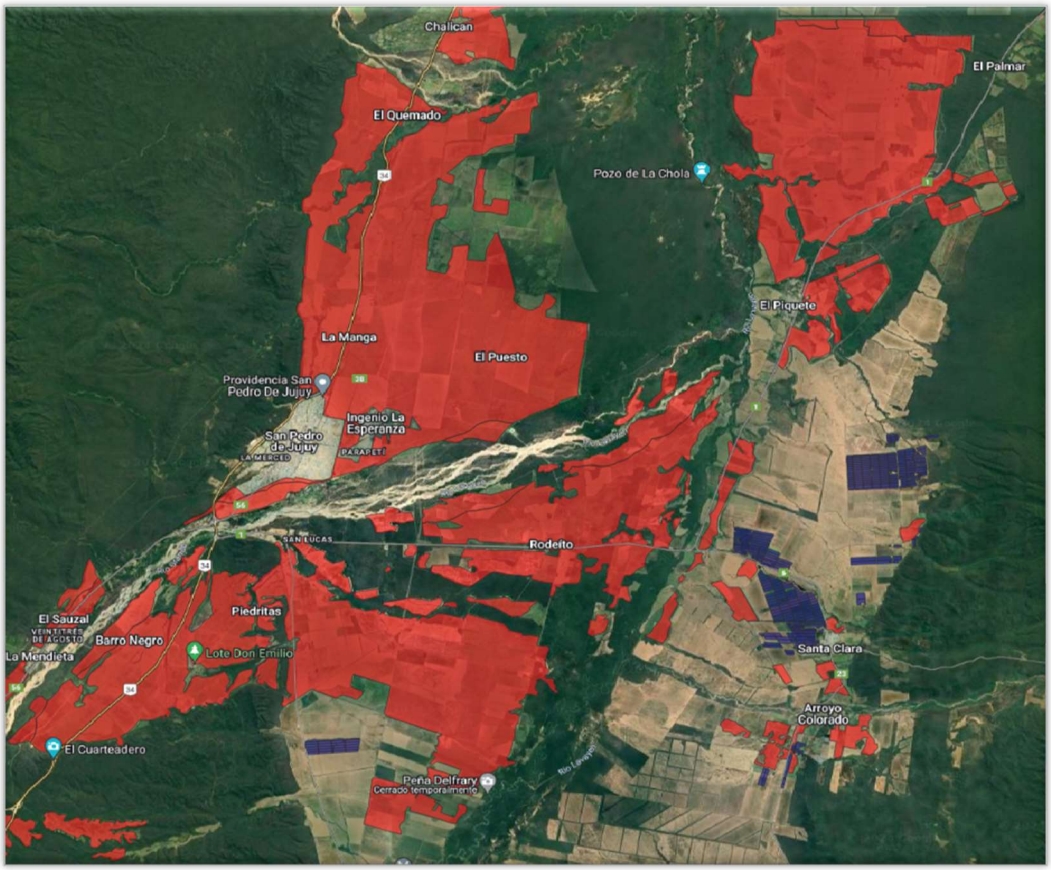


Figura 10.8 Cultivo Caña de Azúcar. Fuente: Min. De Producción.

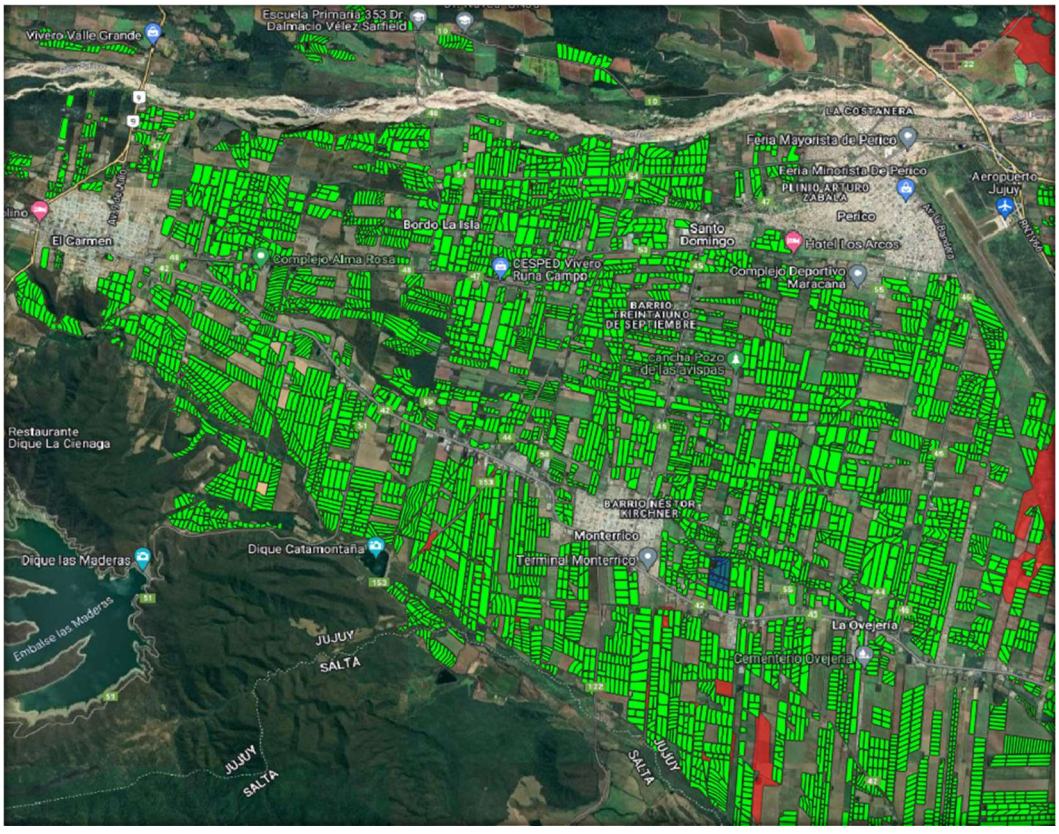


Figura 10.9 Cultivo de Tabaco. Fuente: Min. De Producción.

10.2.5 Estimación de demanda de cultivo

Para realizar el cálculo de estimación la demanda de cada cultivo, se requiere conocer los valores de: coeficiente de cultivo (Kc), evapotranspiración potencial (Eto) y la precipitación local, que en este caso se realiza a nivel de departamento.

Los valores de Eto se obtienen a partir de la aplicación de la ecuación Hargreaves y Samani para la provincia de Jujuy, que conforme a análisis realizados en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy, es la que mejor se ajusta a la provincia (Moreno, y otros, 2019).

A modo ilustrativo en la Figura 10.10, se presenta la evapotranspiración potencial media para los meses de enero y septiembre en la provincia de Jujuy.

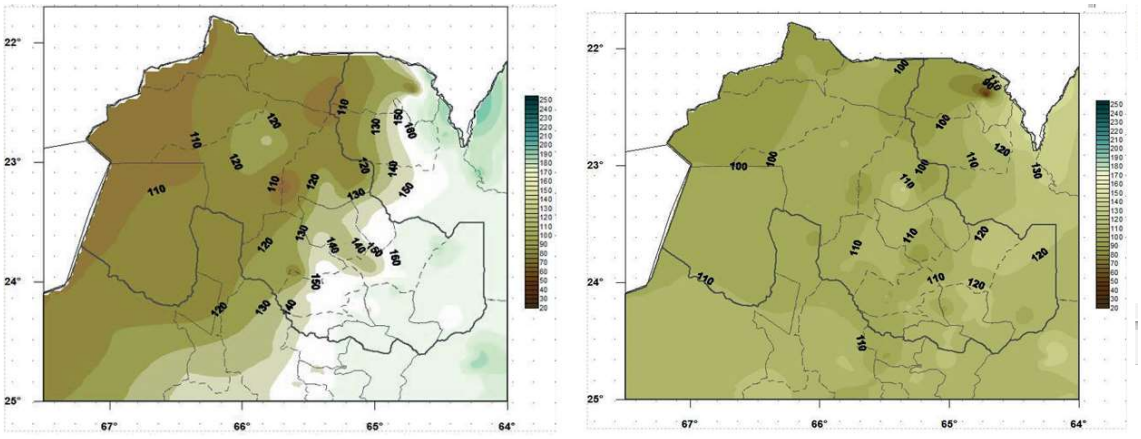


Figura 10.10 Evapotranspiración en enero y en septiembre en Jujuy. Fuente: Moreno, y otros, 2019.

Por otra parte, los valores de Kc se obtienen a partir de los valores que ofrece la **"Food and Agriculture Organization of te United Nations"** (FAO) que son las que sugiere el Ministerio de Producción atento a que no hay datos específicos para la provincia.

Tabla 10.11 Valores de coeficiente de cultivo. Fuente: FAO

Kc Cultivo							
Mes	Caña de azúcar	Cítricos	Oleaginosa (soja)	Tabaco	Hortalizas	Cereales (maiz)	Legumbres (Poroto)
ENERO	0,75	0,50	0,50	0,44	0,50	0,30	0,30
FEBRERO	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,30	0,40
MARZO	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,35	0,40
ABRIL	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,40	0,50
MAYO	0,40	0,50	0,50	0,50	0,70	0,50	0,50
JUNIO	0,40	0,50	0,50	0,50	0,70	0,60	0,70
JULIO	0,40	0,65	0,50	0,50	0,90	0,80	0,70
AGOSTO	1,25	0,70	0,50	0,47	0,90	0,90	0,90

SEPTIEMBRE	1,25	0,70	1,15	0,47	1,00	1,00	1,15
OCTUBRE	1,25	0,70	1,15	0,70	1,05	1,20	0,90
NOVIEMBRE	1,25	0,65	1,15	0,82	0,80	1,05	0,70
DICIEMBRE	0,75	0,65	0,75	0,76	0,80	0,70	0,55

10.2.6 Eficiencia en los sistemas de cultivo

Con respecto a los sistemas de riego, se posee muy poca información en las partidas comerciales. Por el contrario, el CNA18, como muestra la tabla siguiente, se provee de alguna información que permite estimar como se distribuyen los distintos sistemas de riego en la provincia.

Sistema de Riego	Gravitacional	Aspersión	Goteo	Microaspersión	Otros	Sin discriminación
Superficie [Ha]	50.109,3	8.845,7	3.668,9	1.811,1	4.982,4	1.181,4

Tabla 10.12 Sistemas de riego según CNA18. Fuente: CNA 2018.

Se puede apreciar que, del total de superficie implantada según el CNA 2018, que ronda las 168.000 Ha, solo se ha tomado el dato a unas 70.000 Ha. Sin embargo, esto permite tener una aproximación en forma relativa de los distintos métodos de riego utilizados.

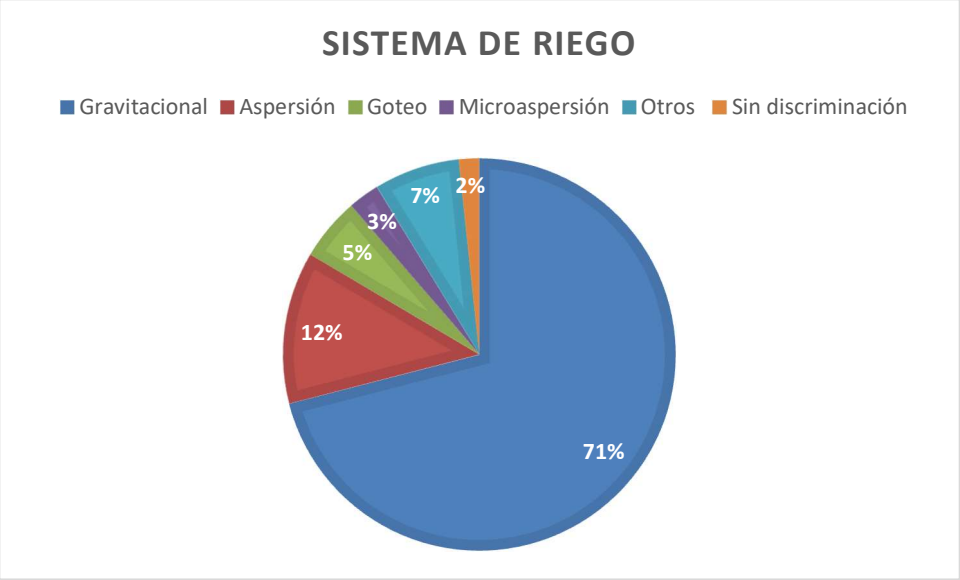


Figura 10.11 Distribución de los sistemas de riego. Fuente: Elaboración Propia.

Se puede apreciar en Figura 10.11 que el sistema más difundido es el **riego por gravedad, p**or lo que, para definir eficiencias dentro de los sistemas de riego, se considera principalmente este método.

Para definir la eficiencia del sistema de riego por gravedad nos apoyaremos en un trabajo realizado para el **INA** desde la Facultad de Ciencias Agrarias de Mendoza (2015), titulado **"DIAGNOSTICO PROSPECTIVO DEL DESEMPEÑO DE MÉTODOS DE RIEGO EN LA PROVINCIA DE MENDOZA. PUNTOS DE ATENCIÓN Y ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN".** En el mismo se realiza un análisis en profundidad

de la eficiencia de los sistemas de riego más difundidos en la provincia de manera que se pueda aumentar la misma.

Los resultados a los que se hacen referencia se resumen en la siguiente tabla extraída del mismo:

Tabla 1: Eficiencia de aplicación por método de riego

Método de Riego		N	% N	AE	SD	±E
Superficial	Sin Desagüe	185	60.7	64 b	27	6
	Con Desagüe	72	23.6	39 c	24	14
Goteo		42	13.8	90 a*	10*	3
Aspersión	Pivote Central	6	2	80 a*	12*	14
Total		**305**	**100**	**62**	-	-

* valores estimados por los autores, adaptado de Clemmens (2000)

La columna titulada “AE” hace referencia a la efectividad del método de riego. Establece que el método de riego superficial presenta una eficiencia que va del 39% al 64% dependiendo si posee o no desagüe, entre otras características.

Un fragmento extraído del trabajo que resume lo analizado de la tabla anterior dice:

> *“La Tabla 1 muestra que existen diferencias significativas entre las diferentes eficiencias de aplicación según método de riego. Los métodos de riego presurizados logran las mayores eficiencias de aplicación. Dentro de los riegos por gravedad los métodos de riego por surcos o melgas sin desagüe presentan las mayores eficiencias de aplicación. Los métodos de riego gravitacionales con desagüe al pie producen las eficiencias más bajas de los métodos de riego analizadas.”*

En otro trabajo del **INA,** específicamente **“EL RIEGO EN ARGENTINA”** de los ingenieros agrónomos Chambouleyron y Morabito (2005) se menciona:

*“..la eficiencia del uso del agua de riego a nivel nacional fue del **33%**. Este valor es bajo si se piensa que todas las zonas regadas cuentan con una infraestructura de aprovechamiento hídrico que en general es de un gran desarrollo relativo y con este nivel de desarrollo, la eficiencia del agua de riego tendría que estar entre un **45 al 50%**”*

Esto nos da la pauta que el valor de eficiencia que podríamos tomar para la provincia de Jujuy oscila entre un 33% y 50% en condiciones ideales, por lo que optaremos por tomar un término conservador de manera que podamos tener en cuenta toda la situación general en la que se pueda encontrar la provincia.

Dentro de la provincia, se puede analizar la situación particular del departamento de El Carmen, más precisamente del sistema de diques. Al comparar la demanda neta teórica estimada para el departamento de El Carmen y las erogaciones 2023 de acuerdo al registro del Canal de Restitución, Canal Las Pircas y descontando lo derivado al canal intervalles. Cabe aclarar para el cálculo de la demanda teórica neta se consideró el promedio de precipitaciones de la estación Jujuy Aero del Servicio Meteorológico Nacional.

Conforme se puede observar en la Tabla 10.13, los valores de eficiencia global el rondan 30%.

MES	Demanda teórica neta [Hm3]	Plan de erogaciones CVLP 2024 [Hm3]	Erogado 2023 [Hm3]	Eficiencia global
JUNIO	4,71	17,62	17,19	27%
JULIO	5,66	18,21	17,11	33%
AGOSTO	5,91	21,54	23,24	25%
SEPTIEMBRE	7,09	26,72	26,84	26%
OCTUBRE	9,64	30,94	28,75	34%
NOVIEMBRE	10,43	32,88	31,07	34%
DICIEMBRE	4,20	37,01	18,64	23%
Total [hm3/año]	47,64	184,92	162,85	29%

Tabla 10.13: Comparativa entre demanda teórica neta y valores erogados por el sistema de diques. Fuente: Elaboración propia.

Las MADERAS (total)								
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
DOT NORMAL	0,30	0,30	0,35	0,45	0,51	0,56	0,61	
litros \ seg	6798	6798	8043	10309	11553	12686	13819	
Hm^3 \ día	0,59	0,59	0,69	0,89	1,00	1,10	1,19	
Hm^3 \ mes	17,62	18,21	21,54	26,72	30,94	32,88	37,01	185
	36		149					Jun a Dic

Figura 10.12 Plan de erogaciones 2024 CVLP. Fuente: CVLP

En función de los antecedentes mencionados y las características de los sistemas, se adoptan las siguientes eficiencias:

- Caña de azúcar: 0,40
- Cítricos: 0,40
- Soja: 0,30
- Tabaco: 0,30
- Hortalizas: 0,20
- Maíz: 0,30
- Poroto: 0,30

10.2.7 Fuente de recurso utilizado

Para establecer la relación entre el uso de agua superficial y subterránea se utilizó en primer término la información disponible en las Partidas Comerciales de la DPRH en base a la declaración de los usuarios.

Por otra parte, en aquellos departamentos para los cuales no se disponía de información se consideró la relación de uso de fuentes que utiliza Agua Potable de Jujuy SE conforme a los cálculos de estimación de demanda realizados en el presente capitulo.

Departamento	Superficial	Subterraneo	Fuente de información
Cochinoca	**12%**	**88%**	Fuente de APJSE
Dr. Manuel Belgrano	**100%**	**0%**	Partidas Comerciales
El Carmen	**98%**	**2%**	Partidas Comerciales
Humahuaca	**43%**	**57%**	Fuente de APJSE
Ledesma	**90%**	**10%**	Partidas Comerciales
Palpalá	**100%**	**0%**	Partidas Comerciales
Rinconada	**0%**	**100%**	Fuente de APJSE
San Antonio	**100%**	**0%**	Partidas Comerciales
San Pedro	**88%**	**12%**	Partidas Comerciales
Santa Bárbara	**96%**	**4%**	Partidas Comerciales
Santa Catalina	**35%**	**65%**	Fuente de APJSE
Susques	**50%**	**50%**	Fuente de APJSE
Tilcara	**55%**	**45%**	Fuente de APJSE
Tumbaya	**100%**	**0%**	Partidas Comerciales
Valle Grande	**79%**	**21%**	Fuente de APJSE
Yavi	**57%**	**43%**	Fuente de APJSE

Tabla 10.14: Relación entre uso de fuente de agua superficial y subterránea. Fuente: elaboración propia.

10.3 Ganadería

Los datos sobre ganadería en la provincia provienen de dos fuentes, ambas facilitadas por el Ministerio de Producción.

La primera es de acuerdo con el registro de “Marcas y Señales” del año 2023, dicho registro nace de la **Ley Nacional N°22.939**, en donde se establece que:

- *La marca es la impresión que se efectúa sobre el animal de un dibujo o diseño, por medio de hierro candente, de marcación en frío, o de cualquier otro procedimiento que asegure la permanencia en forma clara e indeleble que autorice la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos del Ministerio de Economía y Producción.*

- *La señal es un corte, o incisión, o perforación, o grabación hecha a fuego, en la oreja del animal.*

- *Es obligatorio para todo propietario de ganado mayor o menor tener registrado a su nombre el diseño que empleare para marcar o señalar, conforme a lo dispuesto en la presente ley.*

El mismo, presenta registrado al año 2023 la siguiente distribución de ganadería en la provincia de Jujuy:

Distribución de acuerdo con Marcas y Señales 2023						
Departamento	**Vacunos**	**%**	**Asnales**	**%**	**Caprinos**	**%**
Cochinoca	14115	12,4	929	19,72	17795	21,59
DR M Belgrano	14903	13,1	112	2,38	4598	5,58
El Carmen	5733	5,0	1	0,02	988	1,20
Humahuaca	4992	4,4	680	14,44	13323	16,17
Ledesma	4060	3,6	4	0,08	91	0,11
Palpala	4095	3,6	9	0,19	264	0,32
Rinconada	475	0,4	313	6,65	4368	5,30
San Antonio	6996	6,2	5	0,11	481	0,58
San Pedro de Jujuy	4927	4,3	8	0,17	471	0,57
Santa Barbara	29094	25,6	13	0,28	1240	1,50
Santa Catalina	153	0,1	92	1,95	5939	7,21
Susques	979	0,9	1508	32,02	18053	21,91
Tilcara	4328	3,8	329	6,99	5111	6,20
Tumbaya	6074	5,3	351	7,45	7117	8,64
Valle Grande	9360	8,2	123	2,61	231	0,28
Yavi	3281	2,9	233	4,95	2339	2,84
Total	**113565**	**100**	**4710**	**100**	**82409**	**100**

Tabla 10.15 Distribución cabezas de ganado según Marcas y Señales 2023 (Fuente: Min. De Producción)

Distribución de acuerdo con Marcas y Señales 2023										
Departamento	**Equinos**	**%**	**Llamas**	**%**	**Mulares**	**%**	**Ovinos**	**%**	**Porcinos**	**%**
Cochinoca	47	0,42	49039	26,37	72	6,91	34690	17,93	39	0,18
DR M Belgrano	2745	24,34	28	0,02	214	20,54	6291	3,25	2250	10,50
El Carmen	682	6,05	8	0,00	72	6,91	487	0,25	9909	46,22
Humahuaca	263	2,33	2527	1,36	16	1,54	17559	9,07	60	0,28
Ledesma	745	6,61	0	0,00	52	4,99	183	0,09	149	0,70
Palpala	970	8,60	0	0,00	22	2,11	516	0,27	2498	11,65
Rinconada	7	0,06	39318	21,14	18	1,73	40885	21,13	0	0,00
San Antonio	910	8,07	800	0,43	21	2,02	1494	0,77	675	3,15
San Pedro de Jujuy	802	7,11	0	0,00	42	4,03	191	0,10	836	3,90
Santa Barbara	1859	16,49	27	0,01	127	12,19	1442	0,75	4531	21,14
Santa Catalina	0	0,00	29867	16,06	0	0,00	30632	15,83	97	0,45
Susques	15	0,13	22700	12,21	40	3,84	8889	4,59	116	0,54
Tilcara	691	6,13	11	0,01	161	15,45	4104	2,12	6	0,03
Tumbaya	736	6,53	1116	0,60	79	7,58	7405	3,83	155	0,72
Valle Grande	756	6,70	6	0,00	100	9,60	1118	0,58	86	0,40
Yavi	48	0,43	40499	21,78	6	0,58	37633	19,45	31	0,14
Total	**11276**	**100**	**185946**	**100**	**1042**	**100**	**193519**	**100**	**21438**	**100**

Tabla 10.16 Distribución cabezas de ganado según Marcas y Señales 2023 (Fuente: Min. De Producción)

Entonces, en total, la provincia cuenta con **613.905 cabezas de ganado** sin discriminar de que tipo.

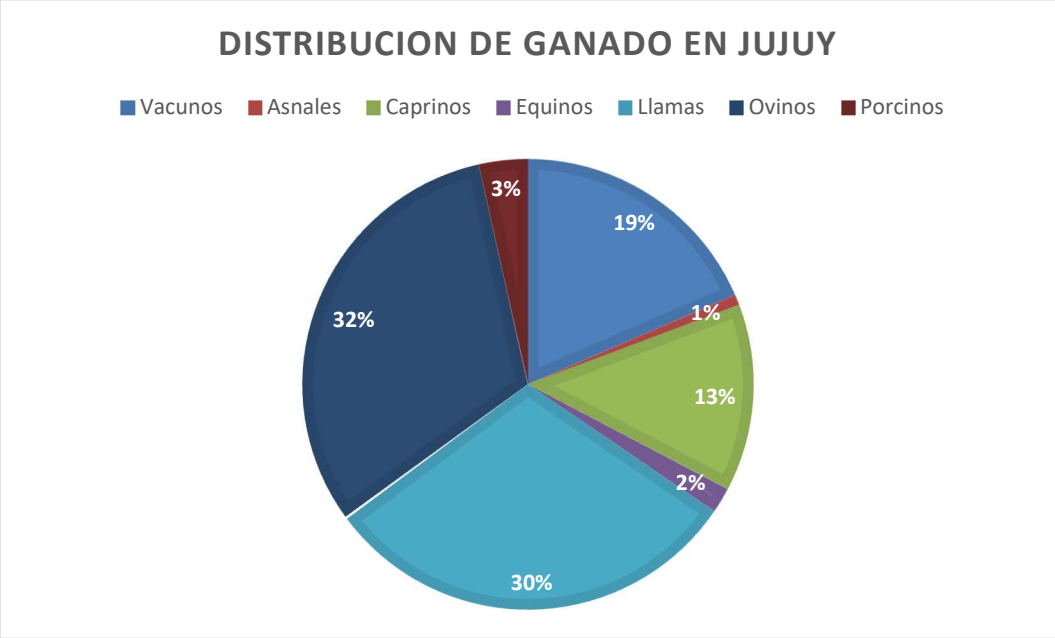


Figura 10.13 Distribución de ganado en Jujuy (Fuente: Propia)

Esta información se compara con los resultados a nivel provincial del CNA 2018, a fin de verificar los órdenes de magnitud y cuál mayor información.

Distribución de acuerdo con CNA 2018						
Tipo ganado	**Vacunos**	**Caprinos**	**Equinos**	**Llamas**	**Ovinos**	**Porcinos**
Total	83430	88641	8508	156422	230940	28655

Tabla 10.17 Distribución cabezas de ganado según CNA 2018. Fuente: CNA 2018.

Se puede observar que los órdenes de magnitud se corresponden y que considerando que el reporte de Marcas y Señales información más actual se utilizan éstos últimos para estimar la demanda.

10.4 Uso industrial-Minero

10.4.1 Fuentes de información

En la DPRH existen tres fuentes de información diferentes para calcular la demanda del uso minero-industrial. Por un lado, están los **permisos** otorgados al inicio de la actividad por parte de la Industria/Minera, el mismo es obligatorio para poder hacer consumo del agua y se expone tanto el uso que se le dará como así también el periodo y el volumen o caudal. Otra fuente de información son los **expedientes** que surgen posteriores a dichos permisos, en los cuales, el usuario declara periódicamente lo consumido. Por último, también existe información de consumo industrial para actividad no minera dentro de las **partidas comerciales**, acerca de las cuales se describió en el título 10.2.2 Usuarios empadronados según Partidas Comerciales.

La desventaja de las fuentes de información mencionadas es que lo único que se encuentra completamente digitalizado son las partidas comerciales, mientras que los permisos y expedientes de industrias/mineras se encuentran todos en formato papel y con mayor dificultad de acceso al dato de consumo.

10.4.2 Según Partidas Comerciales

En las partidas comerciales de riego se tienen registrados **35Hm3** de consumo industrial al año. De los cuales 20Hm3 pertenecen al ingenio Ledesma, 6Hm3 al ingenio La Esperanza y 4Hm3 al ingenio Rio Grande. El resto se encuentra repartido entre Holcim S.A., Papelera del NOA S.A., Aceros Zapla, entre otros.

Como al análisis de demanda lo estudiamos según los departamentos, la siguiente tabla resume el consumo según los mismos:

Tabla 10.18 Consumo anual Industrial según Partidas Comerciales (Fuente: DPRH)

Departamento	Hm3/año
Dr. Manuel Belgrano	0,285
Palpalá	4,1
San Pedro	10,5
Ledesma	20,3
El Carmen	0,0023

10.4.3 Según Permisos y Expedientes Industriales y Mineros

Estos datos salen de permisos y expedientes físicos, los cuales no se encuentran todos digitalizados. Sin embargo, se tienen los datos de uso de quizás los mayores actores en termino de consumo, por lo que es posible aproximarnos con certeza a la cifra real que se demanda en la provincia.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que en dichos permisos varia el tipo de dato de consumo que se provee, es decir, en algunos actores el dato es un caudal, expresando en Litros/Segundos o m3/Día, mientras que en otros el dato es un volumen, ya sea total, diario o mensual. Por lo que lo que se expone a continuación la información unificada de los mismos en Hm3/año.

- Según dichos datos, en la provincia se demanda por **Minería** un estimado de 0,015Hm3 al año de agua superficial y 4,43Hm3 anuales provenientes de agua subterránea.

- Mientras que, en materia de **Industria,** se consume 0,3Hm3/año proveniente de agua superficial y 0,45Hm3/año de agua subterránea.

Repitiendo el análisis con el que se viene trabajando, el consumo según departamento es de:

Departamento	Industrial [Hm3/año]		Minero [Hm3/año]	
	Superficial	Subterránea	Superficial	Subterránea
Dr. Manuel Belgrano	0,0019	-	0,0036	-
Susques	0,01	0,025	0,0156	4,43
Rinconada	0,005	-	1,1	0,3
Tumbaya	0,18	-	0,13	-
El Carmen	-	0,42	-	-
Santa Catalina	0,042	-	-	-
Ledesma	0,8	-	-	-

Tabla 10.19 Consumo anual Industrial/Minero (Fuente: DPRH)

10.5 Resultados

Los resultados de la estimación de la demanda se presentan en Tabla 10.20 y Tabla 10.21 para la demanda bruta y neta, respectivamente.

La demanda bruta estimada para toda la provincia es de 3400 Hm^3 anuales. En términos de uso, el 94% corresponde a la demanda agrícola. En segundo lugar, se ubica la demanda para uso poblacional con el 4,3%.

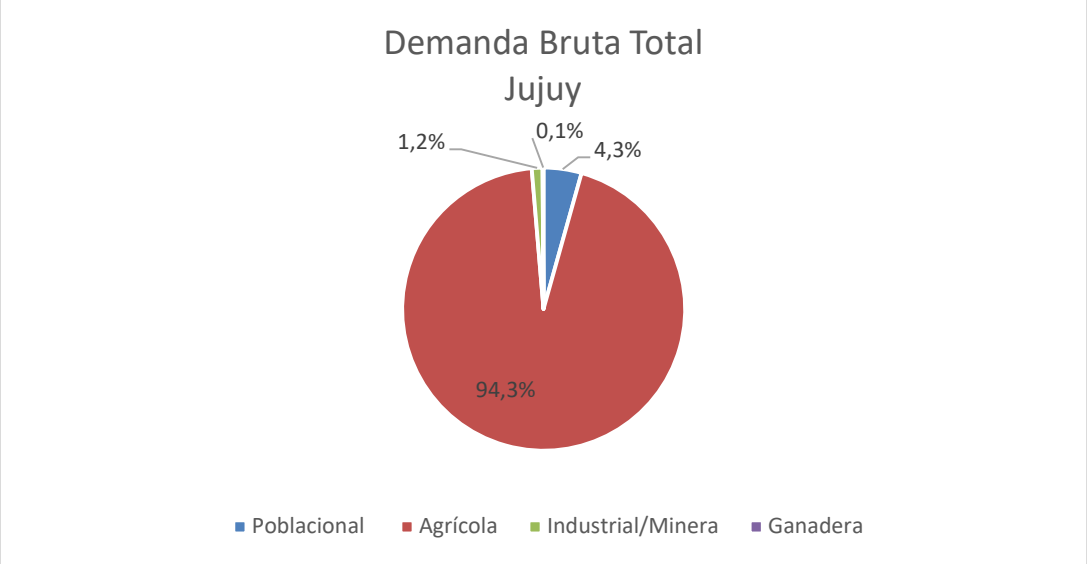


Figura 10.14: Demanda bruta total Jujuy.

En cuanto a la distribución geográfica, siendo la región de Yungas aquella con la mayor superficie implantada, el 82% de la demanda se concentra en esta área.

Dada la dispersión de los resultados, se presenta un análisis por región.

Demandas Brutas por uso [hm³/año]		Poblacional [hm³/año]		Agrícola [hm³/año]		Industrial/Minería [hm³/año]		Ganadería [hm³/año]	
Regiones	Departamentos	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sup
Puna	Rinconada	0,00	0,13	0,00	0,59	1,10	0,30	0,45	0,00
	Cochinoca	0,09	0,65	0,55	4,04	0,00	0,00	0,65	0,00
	Santa Catalina	0,10	0,19	0,23	0,43	0,04	0,00	0,35	0,00
	Susques	0,10	0,10	0,11	0,11	0,03	4,45	0,22	0,00
	Yavi	0,88	0,66	3,40	2,56	0,00	0,00	0,47	0,00
	Total por uso	**1,17**	**1,73**	**4,29**	**7,73**	**1,17**	**4,75**	**2,15**	**0,00**
	Total Puna				**22,99**				
Quebrada	Humahuaca	0,36	0,48	4,85	6,43	0,00	0,00	0,20	0,00
	Tilcara	0,85	0,69	6,24	5,10	0,00	0,00	0,09	0,00
	Tumbaya	0,30	0,36	7,06	0,00	0,31	0,00	0,14	0,00
	Total por uso	**1,51**	**1,53**	**18,15**	**11,54**	**0,31**	**0,00**	**0,42**	**0,00**
	Total Quebrada				**33,46**				
Valles	Dr. Manuel Belgrano	51,55	12,89	3,78	0,00	0,29	0,00	0,25	0,00
	El Carmen	20,71	1,80	359,37	7,33	0,00	0,42	0,16	0,00
	Palpalá	6,65	1,56	49,60	0,00	4,10	0,00	0,08	0,00
	San Antonio	0,60	0,00	20,92	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
	Total por uso	**79,50**	**16,25**	**433,67**	**7,33**	**4,39**	**0,42**	**0,60**	**0,00**
	Total Valles				**542,17**				
Yungas	Valle Grande	6,81	1,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00
	Ledesma	13,49	2,76	485,48	53,94	20,30	0,00	0,05	0,00
	San Pedro	13,62	3,84	1.569,72	214,05	10,50	0,00	0,07	0,00
	Santa Bárbara	0,95	2,84	385,79	16,07	0,00	0,00	0,39	0,00
	Total por uso	**34,86**	**11,36**	**2.440,99**	**284,07**	**30,80**	**0,00**	**0,63**	**0,00**
	Total Yungas				**2.802,70**				
Total por uso en la provincia			**147,92**		**3.207,76**		**41,84**		**3,80**
Total Jujuy					**3.401,32**				

Tabla 10.20: Demanda bruta por uso y departamento para la provincia de Jujuy. Fuente:Elaboración propia.

Demandas Netas por uso [hm³/año]		Poblacional [hm³/año]		Agrícola [hm³/año]		Industrial/Minería [hm³/año]		Ganadería [hm³/año]	
Regiones	Departamentos	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub
Puna	Rinconada	0,00	0,13	0,00	0,13	1,10	0,30	0,45	0,00
	Cochinoca	0,09	0,65	0,11	0,82	0,00	0,00	0,65	0,00
	Santa Catalina	0,10	0,19	0,06	0,10	0,04	0,00	0,35	0,00
	Susques	0,05	0,05	0,00	0,00	0,03	4,45	0,22	0,00
	Yavi	0,39	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00
	Total por uso	**0,63**	**1,31**	**0,17**	**1,06**	**1,17**	**4,75**	**2,15**	**0,00**
	Total Puna				**11,23**				
Quebrada	Humahuaca	0,36	0,48	1,01	1,34	0,00	0,00	0,20	0,00
	Tilcara	0,85	0,69	1,27	1,04	0,00	0,00	0,09	0,00
	Tumbaya	0,22	0,26	1,60	0,00	0,31	0,00	0,14	0,00
	Total por uso	**1,43**	**1,44**	**3,89**	**2,39**	**0,31**	**0,00**	**0,42**	**0,00**
	Total Quebrada				**9,88**				
Valles	Dr. Manuel Belgrano	20,62	5,16	1,06	0,00	0,29	0,00	0,25	0,00
	El Carmen	7,93	0,69	110,30	2,25	0,00	0,42	0,16	0,00
	Palpalá	3,85	0,90	15,54	0,00	4,10	0,00	0,08	0,00
	San Antonio	0,60	0,00	6,52	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
	Total por uso	**33,00**	**6,75**	**133,43**	**2,25**	**4,39**	**0,42**	**0,60**	**0,00**
	Total Valles				**180,84**				
Yungas	Valle Grande	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00
	Ledesma	5,85	1,20	187,35	20,82	20,30	0,00	0,05	0,00
	San Pedro	5,02	1,42	621,83	84,80	10,50	0,00	0,07	0,00
	Santa Bárbara	0,31	0,94	132,48	5,52	0,00	0,00	0,39	0,00
	Total por uso	**11,24**	**3,57**	**941,66**	**111,13**	**30,80**	**0,00**	**0,63**	**0,00**
	Total Yungas				**1.099,03**				
Total por uso en la provincia			**59,36**		**1.195,97**		**41,84**		**3,80**
Total Jujuy					**1.300,97**				

Tabla 10.21: Demanda bruta por uso y departamento para la provincia de Jujuy. Fuente: Elaboración propia.

10.5.1 Análisis por región

Puna

En esta región, la demanda bruta estimada es de 23 Hm^3. Prevalece la demanda agrícola con 52%, que se concentra en los departamentos de Yavi y Cochinoca. En segundo lugar, está la demanda industrial-minera con un 26%. En cuanto a los demás usos, se observa que la demanda ganadera y poblacional están en el mismo orden de magnitud (9 y 13%, respectivamente).

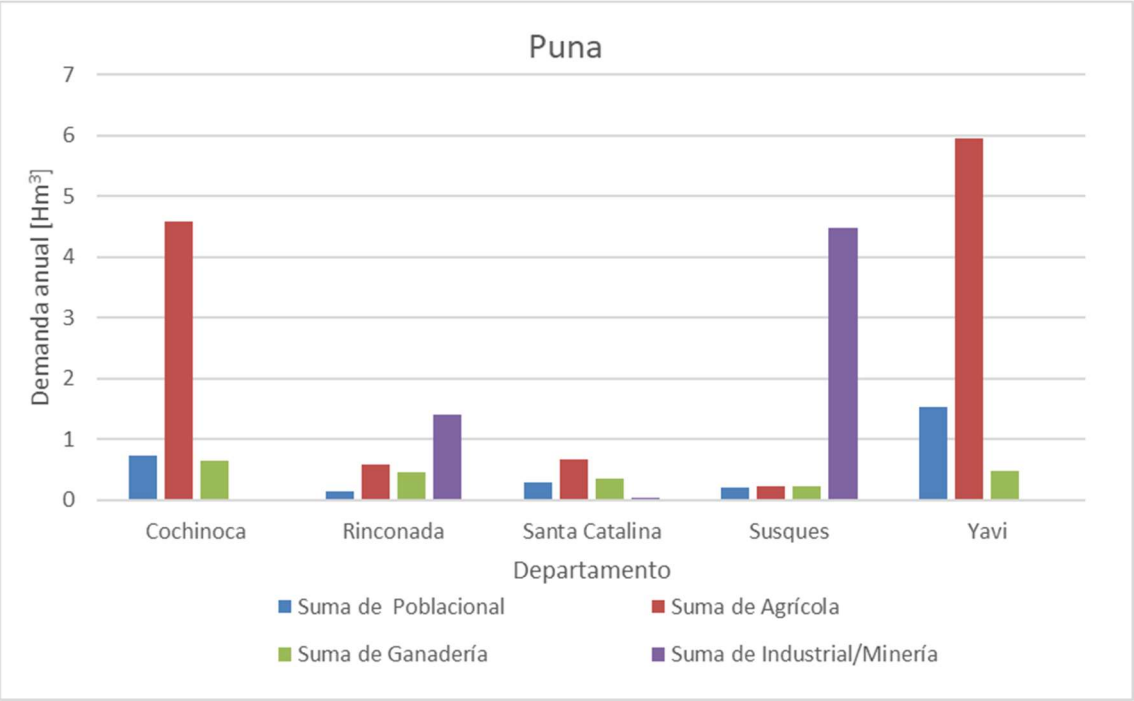


Figura 10.15: Demanda bruta para la región de la Puna discriminando por departamento y uso. Fuente: Elaboración propia.

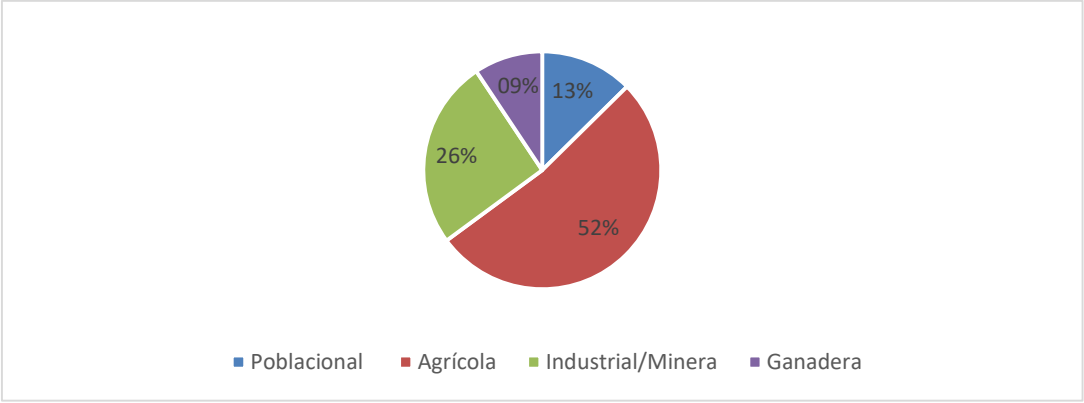


Figura 10.16: Distribución de los usos del recurso hídrico en la región de la Puna. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la fuente utilizada para abastecer estas demandas, el 62% de esta demanda se abastece con agua subterránea. Esta tendencia se repite en prácticamente todos los usos.

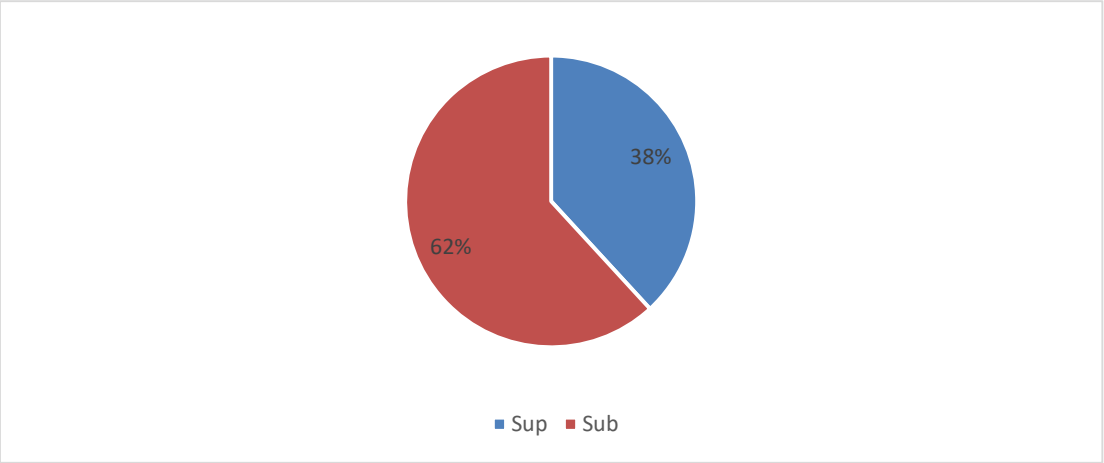


Figura 10.17: Uso de subterránea y superficial región Puna. Fuente: Elaboración Propia.

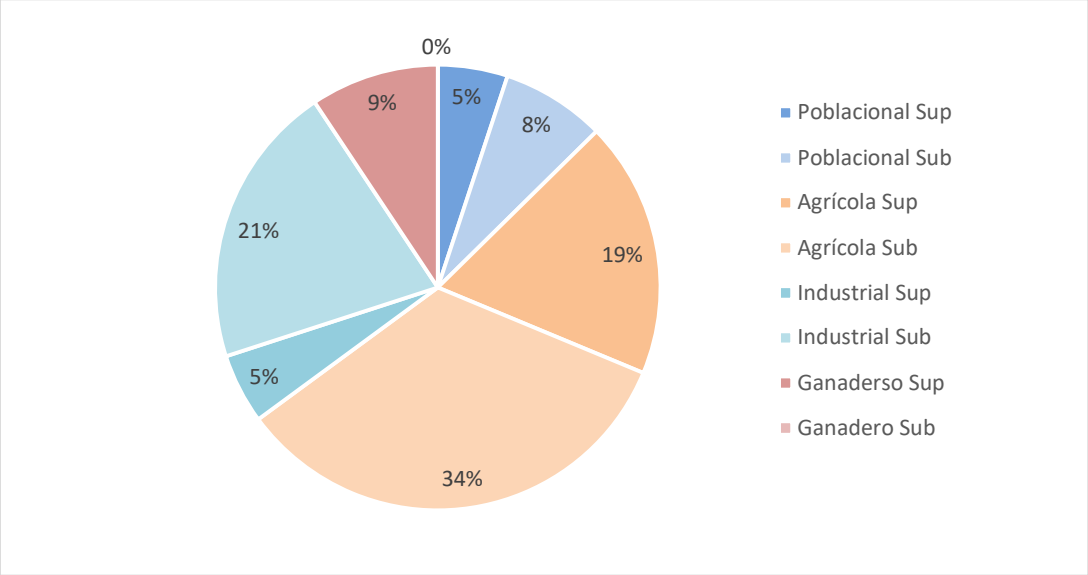


Figura 10.18: Uso de subterránea y superficial, discriminado por uso. Región Puna. Fuente: Elaboración Propia.

Quebrada

La demanda bruta estimada en la Quebrada es de 33 Hm^3. En cuanto a los usos, la demanda más alta es agrícola con 89% del total, en segundo lugar, está la demanda para uso poblacional con un 9%. Solo en el departamento de Tumbaya se registra demanda para uso industrial.

La demanda para uso agrícola está asociada a unas 250 a 350 ha de cultivos en cada departamento, principalmente hortalizas y, en segundo lugar, el maíz. Cabe destacar, que teniendo en cuenta el sistema de captación y distribución, la eficiencia adoptada es baja y, en consecuencia, la demanda bruta resulta alta para la cantidad de hectáreas.

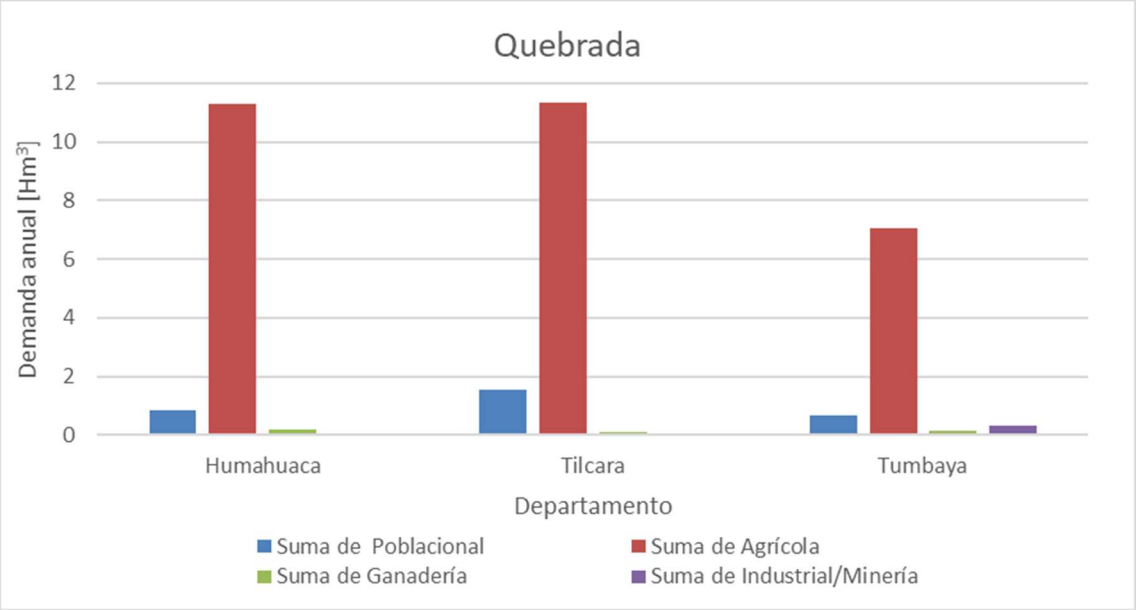


Figura 10.19: Demanda bruta para la región de la Quebrada discriminando por departamento y uso. Fuente: Elaboración propia.

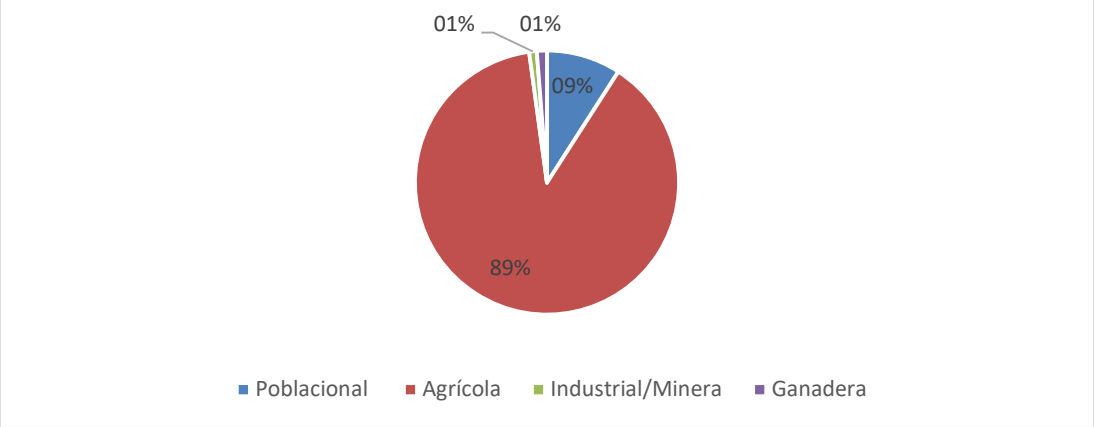


Figura 10.20: Distribución de los usos del recurso hídrico en la región de la Quebrada. Fuente: Elaboración propia.

En esta región, la fuente más utilizada es el agua superficial. Aproximadamente, el 60% de la demanda se abastece del río Grande y sus afluentes.

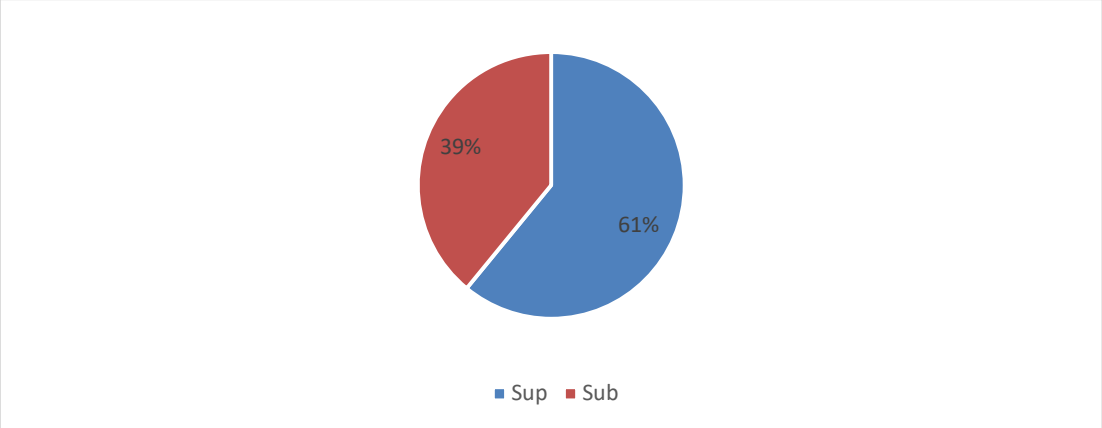


Figura 10.21: Uso de subterránea y superficial región Quebrada. Fuente: Elaboración Propia.

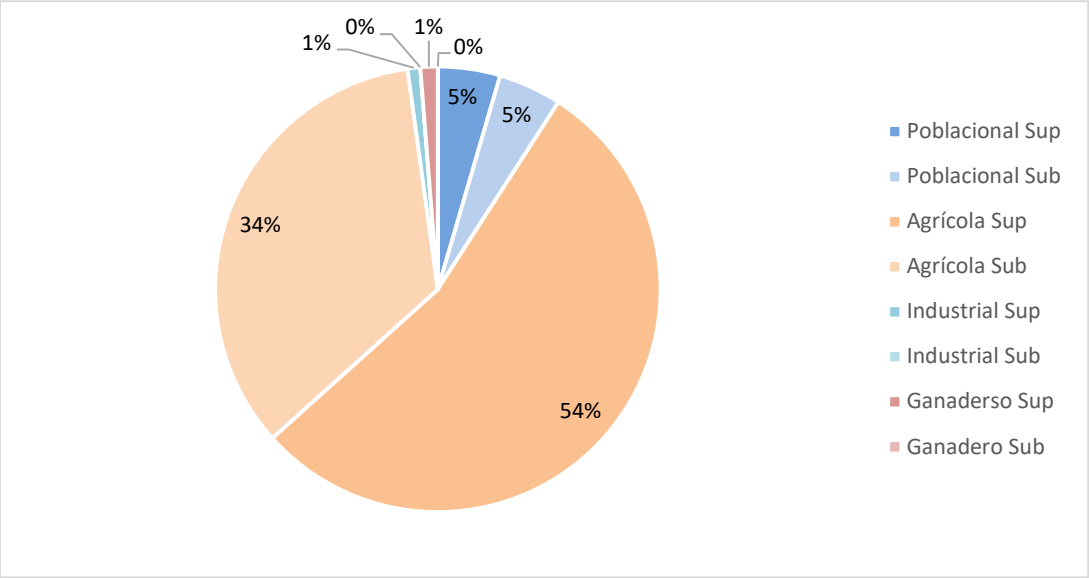


Figura 10.22: Uso de subterránea y superficial, discriminado por uso. Región Quebrada. Fuente: Elaboración Propia.

Valles

La demanda bruta en la región de Valles es de 541 Hm^3. Cabe destacar que dentro de este análisis se encuentra la demanda que distribuye el sistema de diques.

Por otro lado, se puede apreciar que en el departamento Dr. Manuel Belgrano la demanda de agua para uso población es alta, ronda los 65 Hm^3. Este volumen es comparable con la demanda agrícola de Palpalá y San Antonio.

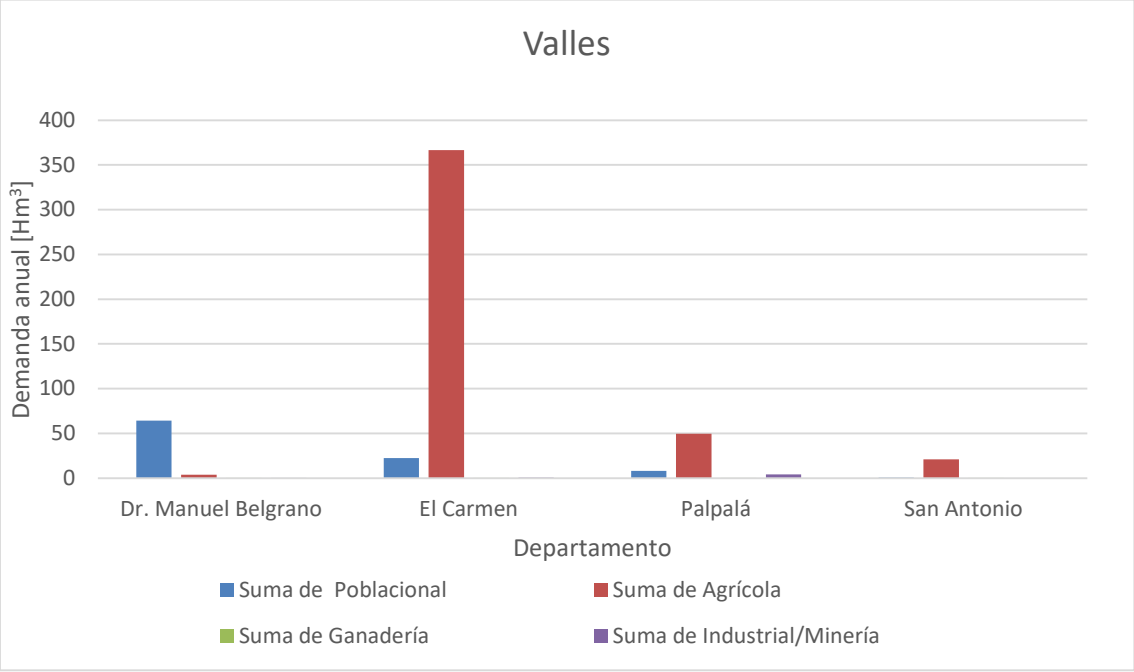


Figura 10.23: Demanda bruta para la región de Valles discriminando por departamento y uso. Fuente: Elaboración propia.

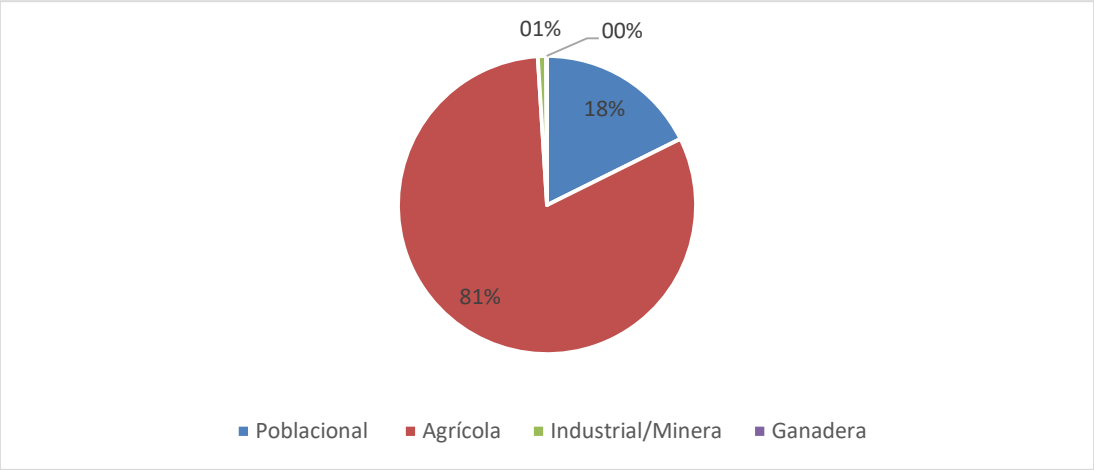


Figura 10.24: Distribución de los usos del recurso hídrico en la región de Valles. Fuente: Elaboración propia.

En relación con la fuente, la demanda se abastece prácticamente en tu totalidad de agua superficial. El uso de agua subterránea está asociado a la captación de vertientes para uso poblacional.

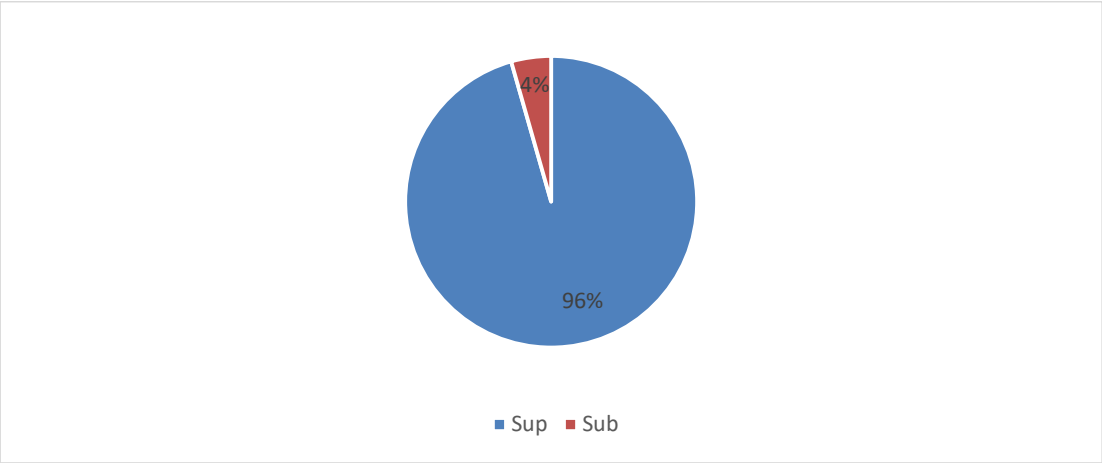


Figura 10.25: Uso de subterránea y superficial región Valles. Fuente: Elaboración Propia.

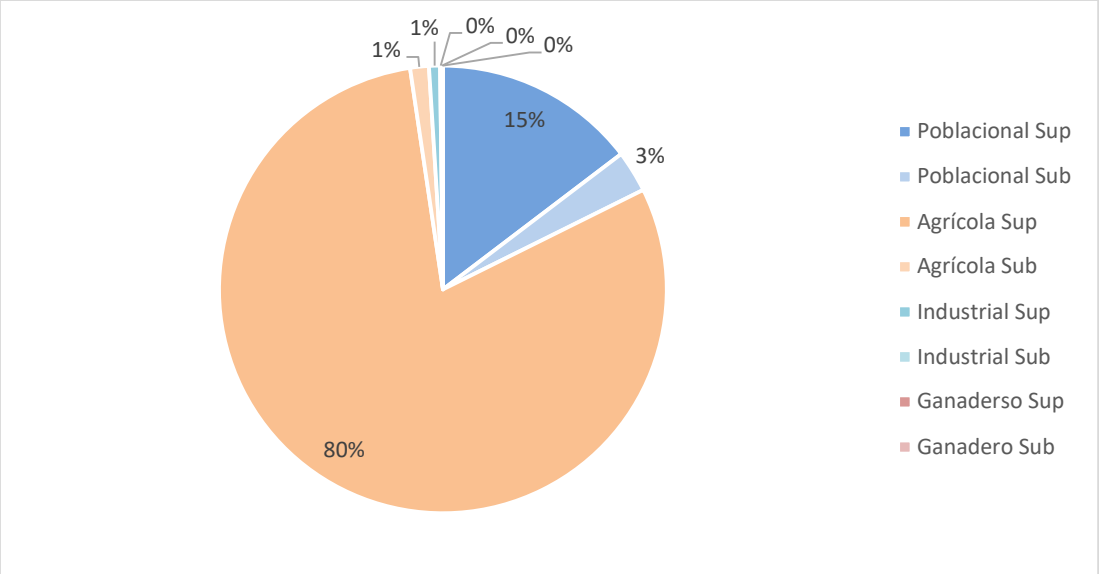


Figura 10.26: Uso de subterránea y superficial, discriminado por uso. Región Valles. Fuente: Elaboración Propia.

Yungas

Esta región tiene 127.000 ha implantadas de las cuales el 85% corresponden al cultivo de caña de azúcar, cultivo de gran requerimiento hídrico.
Si bien no se aprecia por la magnitud de la demanda hídrica, el consumo para uso poblacional e industrial también son importantes: 46 y 30 Hm^3 para toda la región.

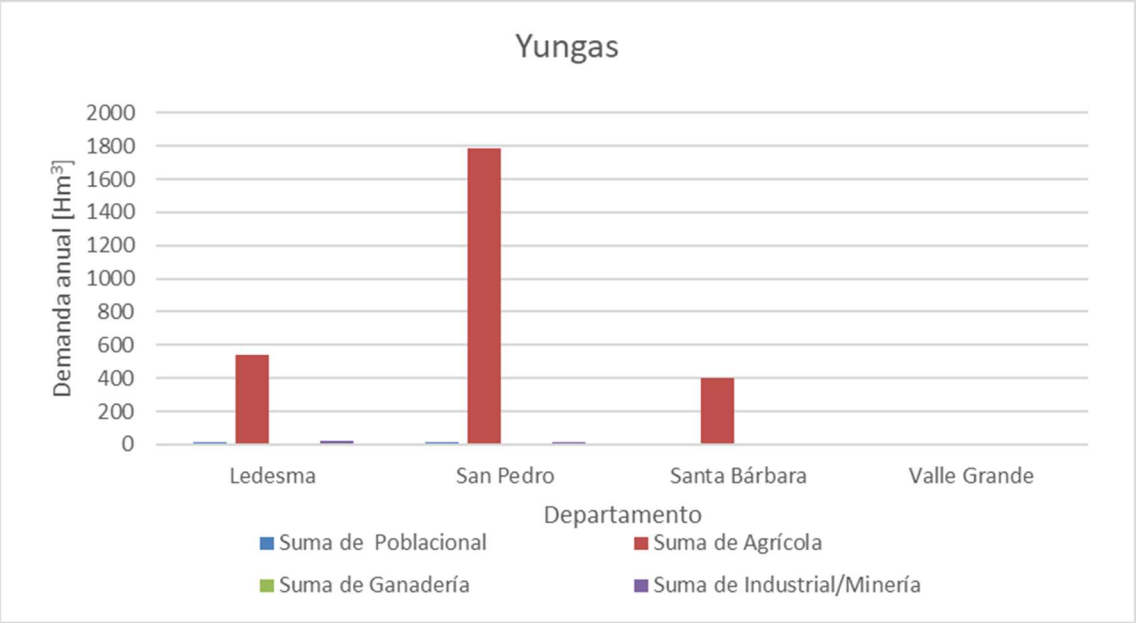


Figura 10.27: Demanda bruta para la región de Yungas discriminando por departamento y uso. Fuente: Elaboración propia.

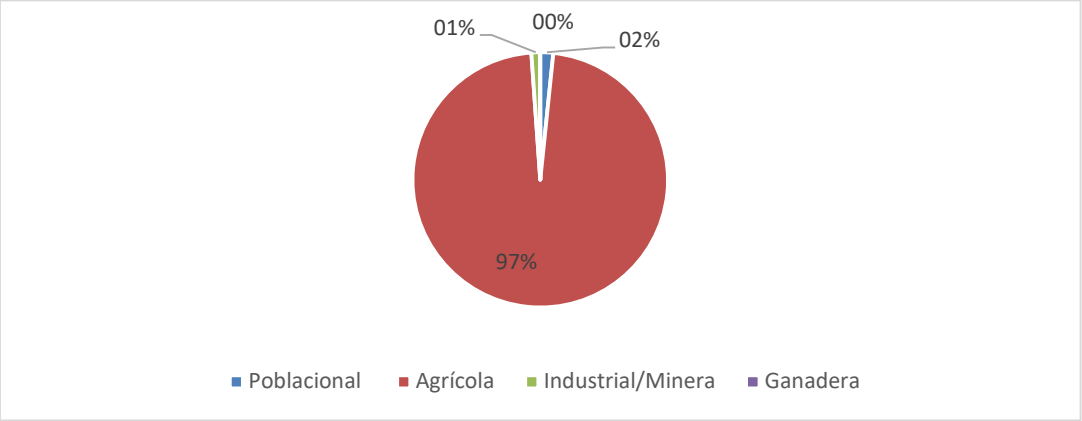


Figura 10.28: Distribución de los usos del recurso hídrico en la región de Yungas. Fuente: Elaboración propia.

En esta región, la fuente principal es el agua superficial. No obstante, es la región con mayor explotación del agua subterránea. De acuerdo a la información que se pudo recabar, se extraen al menos 295 Hm^3 al año.

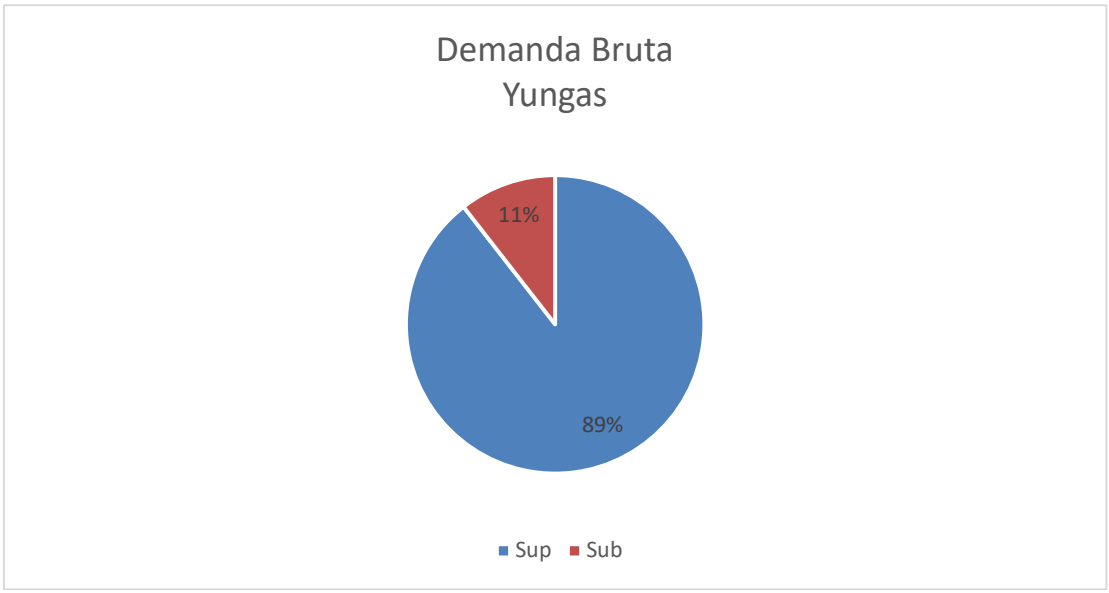


Figura 10.29: Uso de subterránea y superficial Región Yungas. Fuente: Elaboración Propia.

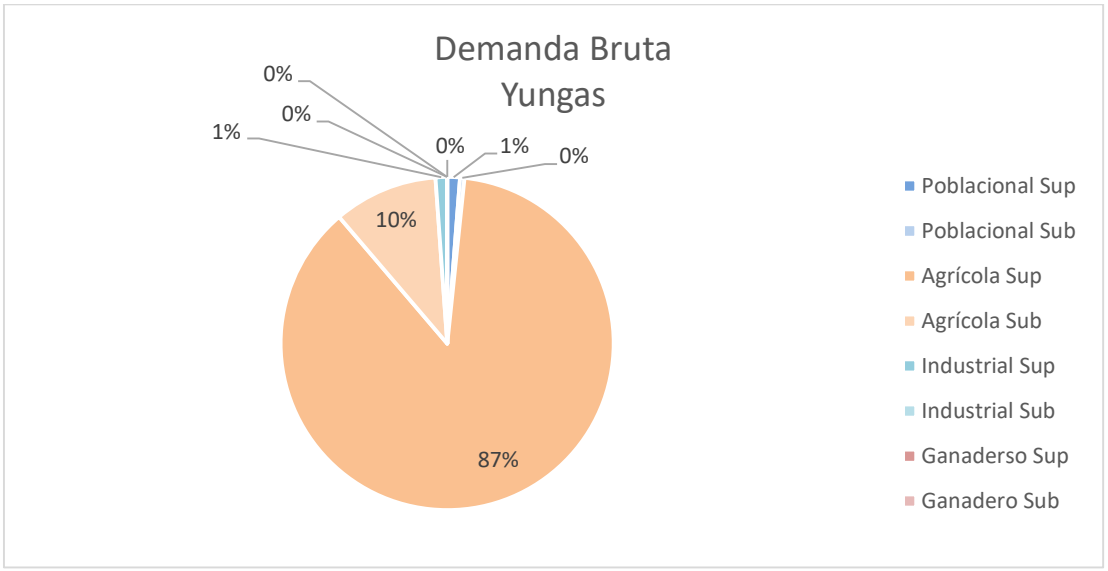


Figura 10.30: Uso de subterránea y superficial, discriminado por uso. Región Yungas. Fuente: Elaboración Propia.

11 Balances hídricos

11.1 Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo presentar los estudios antecedentes referidos a balances hídricos. El estudio más relevante en esta materia es el desarrollado por Casini & Romero, 2022 para la cuenca Olaroz-Cauchari. Al respecto, se presentará un resumen sobre la metodología empleada y sus principales resultados.

11.2 Balance hídrico para la cuenca de Olaroz Cauchari

El informe integra datos meteorológicos, de monitoreo, piezométricos y químicos de pozos freáticos proporcionados por las empresas Sales de Jujuy S.A. (SDJ), South American Salars S.A. (SAS) y Minera Exar S.A. (ME), con el objetivo de desarrollar un modelo conceptual que represente de manera integral la dinámica hidrológica de la cuenca Cauchari-Olaroz. Como parte del estudio, se elaboró un balance hídrico para cuantificar la recarga en la cuenca y estimar la disponibilidad de agua para uso industrial. Asimismo, se analizaron los efectos de la extracción de salmuera en los bordes del salar, evaluando su impacto en el sistema hidrogeológico.

Para alcanzar estos objetivos, se llevaron a cabo las siguientes tareas específicas sobre la cuenca:

1. **Modelo pluviométrico**: Análisis de la distribución espacial y temporal de las precipitaciones en la cuenca.
2. **Estimación de la recarga**: Cálculo de los volúmenes de agua que ingresan al sistema acuífero.
3. **Estimación de la descarga**: Determinación de los flujos de salida de agua del sistema.
4. **Recolección de datos**: Compilación de información histórica y actualizada sobre los niveles de aguas subterráneas, incluyendo mediciones piezométricas.
5. **Modelado conceptual**: Definición de las direcciones de flujo, extensión de los sistemas acuíferos y evaluación de la posible interconexión entre los distintos tipos de acuíferos en la cuenca endorreica.

11.2.1 Caracterización de la cuenca

La cuenca de Olaroz-Cauchari se localiza en el noroeste de Argentina, dentro de la región geológica de la Puna. Esta cuenca se divide en dos subcuencas principales: la de Cauchari, con una extensión de 2.550 km², y la de Olaroz, que abarca 3.250 km². Rodeada por montañas y volcanes, la zona presenta un clima árido, caracterizado por precipitaciones escasas y concentradas principalmente en el verano. La red hidrográfica de la cuenca es limitada, compuesta en su mayoría por cursos fluviales de régimen temporal que, al llegar a los conos aluviales que bordean los sedimentos salinos, se infiltran casi en su totalidad. El proceso hidrológico dominante es la evaporación, la cual favorece la formación de los salares que caracterizan a esta región.

Cuenca de Olaroz Cauchari	Área (km²)	Perímetro (km)	Altura máxima (msnm)	Altura media (msnm)	Desnivel (m)	Pendiente media (%)
	5758	765	6151	3761	2390	15

Tabla 11.1: Parámetros de la cuenca de Olaroz Cauchari. Fuente: Casini & Romero (2022).

11.2.2 Metodología

El método elegido se basa en el principio de conservación de masa, donde la diferencia entre las entradas y salidas de agua del sistema equivale al cambio en el almacenamiento. Se analizan todas las variables de entrada y salida por separado, lo que permite un cálculo preciso.

La elección de esta metodología se justifica por la amplia experiencia de las empresas en la cuenca, con más de 10 años de datos de monitoreo, estudios hidrológicos, registros de precipitaciones y estaciones meteorológicas, que garantizan un ajuste preciso de la recarga al sistema.

11.2.3 Entradas de agua (Recarga)

La recarga por precipitación se calculó como la suma de una recarga directa (R_D) dada por la precipitación que cae sobre los depósitos sedimentarios, y una recarga lateral o de piedemonte (R_L), producida por la precipitación que cae sobre la roca impermeable o semipermeable de la cuenca aportante. Los valores de recarga tanto directa como lateral se calcularon para las distintas subcuencas que conforman la totalidad de la cuenca.

Precipitaciones

Para el desarrollo del **modelo pluviométrico digital** de la cuenca se utilizó:

- Modelo pluviométrico desarrollado por ME y SDJ para la región.
- Datos provenientes de diversas estaciones meteorológicas. Estas incluyen estaciones operadas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA), la Dirección General de Aguas de Chile (DGA), así como aquellas gestionadas por las empresas que operan en la cuenca, como ME y SDJ (Tabla 2). La estación Vaisala fue reemplazada por la estación Davis.
- Datos de Bianchi (2010).

Este modelo ráster representa valores promedios de precipitaciones anuales, a partir de los cuales se generaron las isohietas de la cuenca (Figura 1). Al comparar estas isohietas con las generadas por Bianchi (2010) se observaron ligeras variaciones. El promedio pluviométrico para toda la cuenca fue de 101 mm anuales, variando en cada subcuenca.

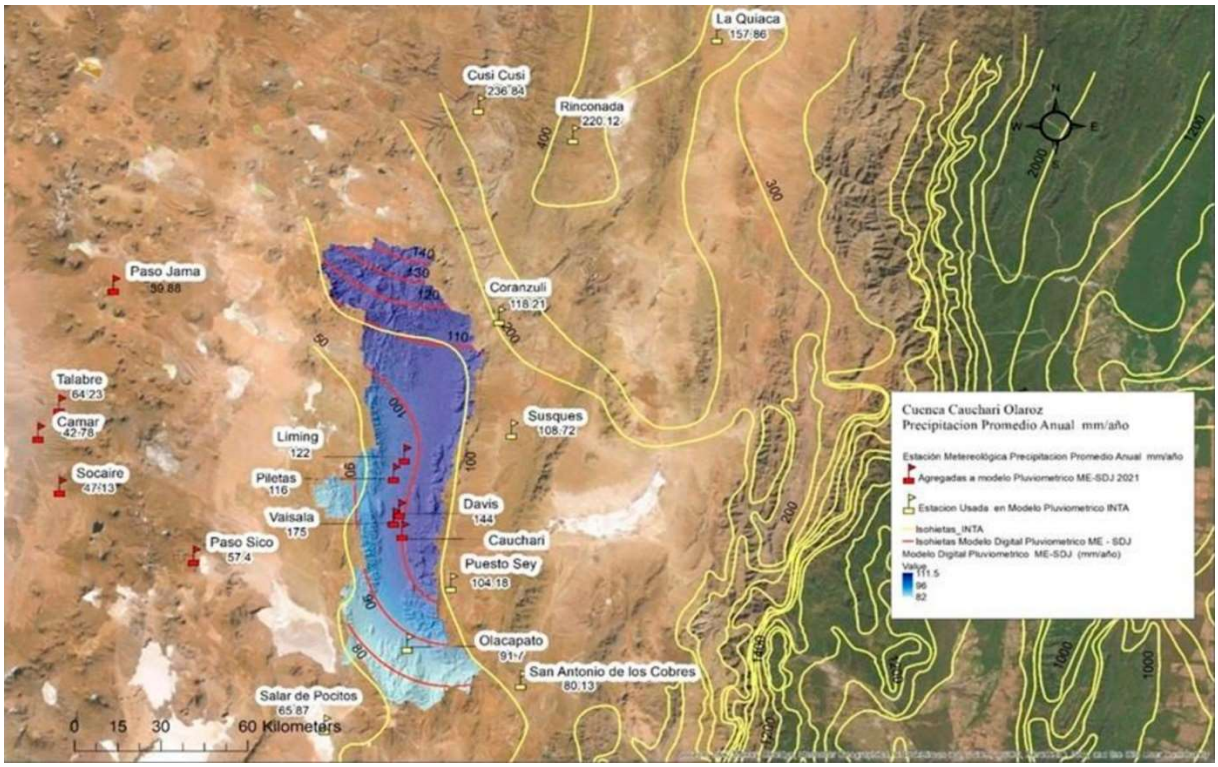


Figura 11.1: Modelo pluviométrico e isohietas (en rojo) generados para la cuenca de Olaroz Cauchari. Isohietas en amarillo para la provincia de Jujuy (Bianchi, 2010). Estaciones meteorológicas usadas. Fuente: Casini & Romero (2022).

Para asegurar la precisión del modelo pluviométrico, se validaron los datos de las estaciones meteorológicas mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Este coeficiente permite cuantificar la fuerza y dirección de la asociación lineal entre dos variables.

Recarga directa

La recarga directa por precipitación se calculó de la siguiente manera:

$$R_D = C_I * PP * A_{RD}$$

Siendo R_D la recarga directa, C_I el coeficiente de infiltración que varía en 0,05 y 0,3 dependiendo del grado de consolidación y permeabilidad de la unidad litológica, y A_{RD} su área de la unidad litológica en cuestión.

Se calcularon los valores de precipitación (PP) para cada subcuenca a partir del modelo pluviométrico digital anteriormente mencionado.

Recarga lateral

La recarga lateral se determinó utilizando la siguiente ecuación:

$$R_L = C_I * C_E * PP * A_{RL}$$

Siendo R_L la recarga lateral, C_E un coeficiente de escurrimiento (estimado en 0,13 para cuencas altiplánicas, según bibliografía) y A_{RL} el área de la unidad litológica.

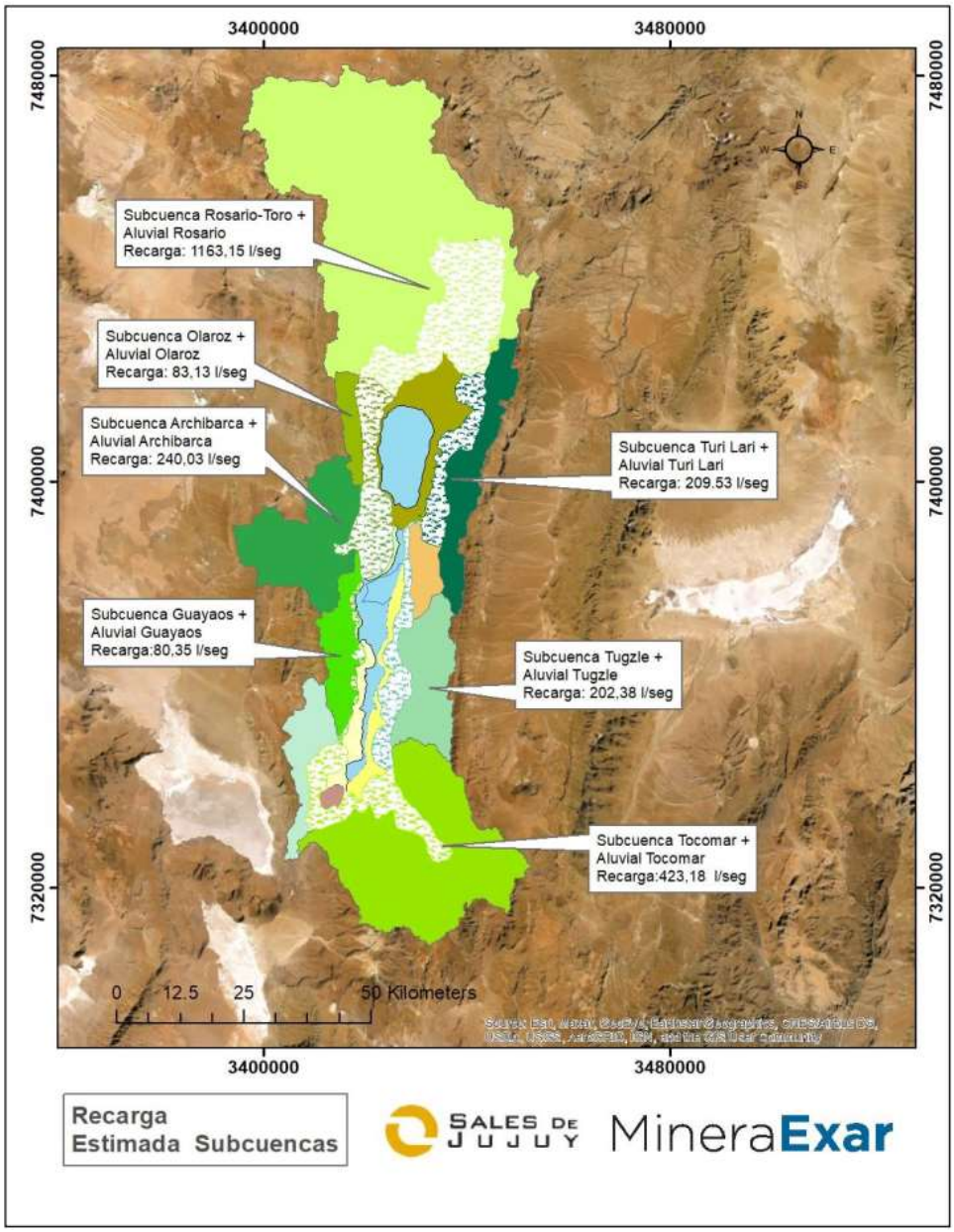


Figura 11.2: Valores de recarga por subcuenca. Fuente: Casini & Romero (2022).

11.2.4 Salidas de agua (Descarga)

Este balance se ha calculado en régimen natural del sistema, es decir, sin extracciones antrópicas.

Evaporación de lámina libre

En el contexto de los salares, este fenómeno se asocia a anegamientos permanentes o semipermanentes que se forman sobre el núcleo del salar, principalmente durante periodos de lluvia. La mayor evaporación en lámina libre se da en aquellos cuerpos de agua libre que se encuentran más o menos estáticos en la superficie del salar.

El análisis de imágenes satelitales de Google Earth permitió identificar dos zonas de inundación temporal en los depocentros de los salares de Olaroz y Cauchari. Estas zonas, que permanecen inundadas aproximadamente 4 meses al año, presentan variaciones en su tamaño a lo largo de este periodo. Se estima que la superficie de inundación en Olaroz es de **26,33 ha**, mientras que en Cauchari es de **4,13 ha**.

La evaporación desde láminas de agua libre se estima comparando las mediciones de tanques de evaporación con las de estaciones meteorológicas. Se aplican coeficientes de corrección para compensar la sobreestimación de la evaporación en los bordes de los tanques (K_T) y la salinidad del agua (K_S).

$$E_0 = E_T * K_T * K_S$$

E_0 y E_T se expresan en mm/día y, K_T y K_S son parámetros adimensionales.

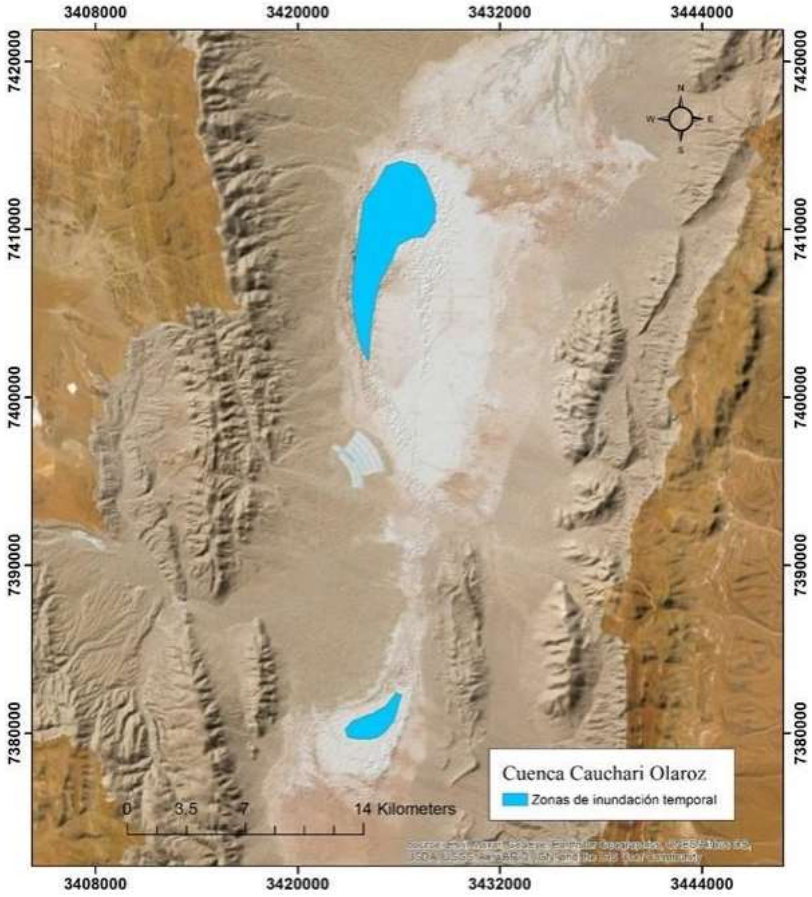


Figura 11.3: Evaporación de lámina libre. Fuente: Casini & Romero (2022).

Evaporación desde el suelo

La evaporación desde el suelo, también conocida como evaporación por capilaridad, ocurre cuando el nivel freático se encuentra cerca de la superficie del terreno. Se da principalmente en el núcleo del salar en periodos de lluvia en zonas en las que no ha ocurrido anegamiento.

Para evaluar este tipo de evaporación, se llevaron a cabo dos campañas de medición, mediante el método de domos, en la cuenca de Olaroz-Cauchari. La primera campaña fue realizada en 2017 por Minera Exar en el sector de las vegas de Archibarca, mientras que la segunda campaña fue realizada en 2018 por SAS como parte de su Estudio de Impacto Ambiental. Los datos recopilados se agruparon según su ubicación en las zonas aluvial, marginal o núcleo del salar. Con esta información, se construyeron tres curvas de evaporación versus profundidad para cada área del salar, utilizando un ajuste exponencial. Estas curvas permiten estimar la evaporación desde el suelo en función de la profundidad del nivel freático.

Para evaluar la evaporación desde el suelo, se dividió el área de estudio en distintas zonas según su geología y geomorfología. Se calculó una tasa de evaporación para cada zona en función de la profundidad del nivel freático.

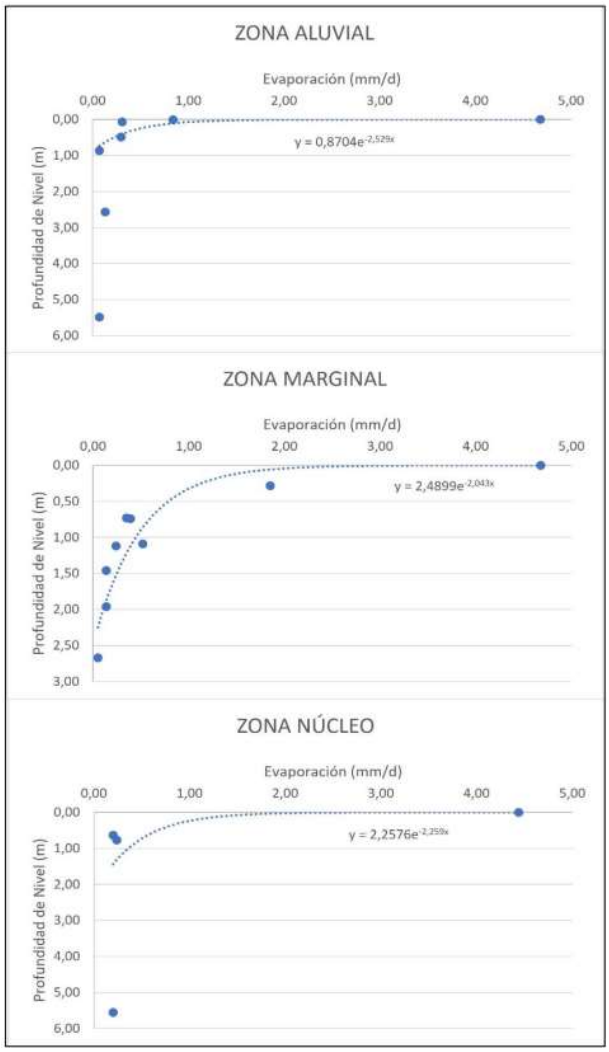


Figura 11.4: Curvas de evaporación vs profundidad del nivel freático para distintas zonas de la cuenca. Fuente: Casini & Romero (2022).

Evapotranspiración

Para la delimitación de las zonas de vegetación, se utilizó la información proporcionada por el informe de actualización del Estudio de Impacto Ambiental de Sales de Jujuy (2014). Dicho informe contiene un mapa detallado que clasifica y delimita los diferentes

tipos de vegetación. Tras aplicar correcciones por la naturaleza de las imágenes satelitales, las superficies donde se produce la evapotranspiración se visualizan en la Figura 11.5:

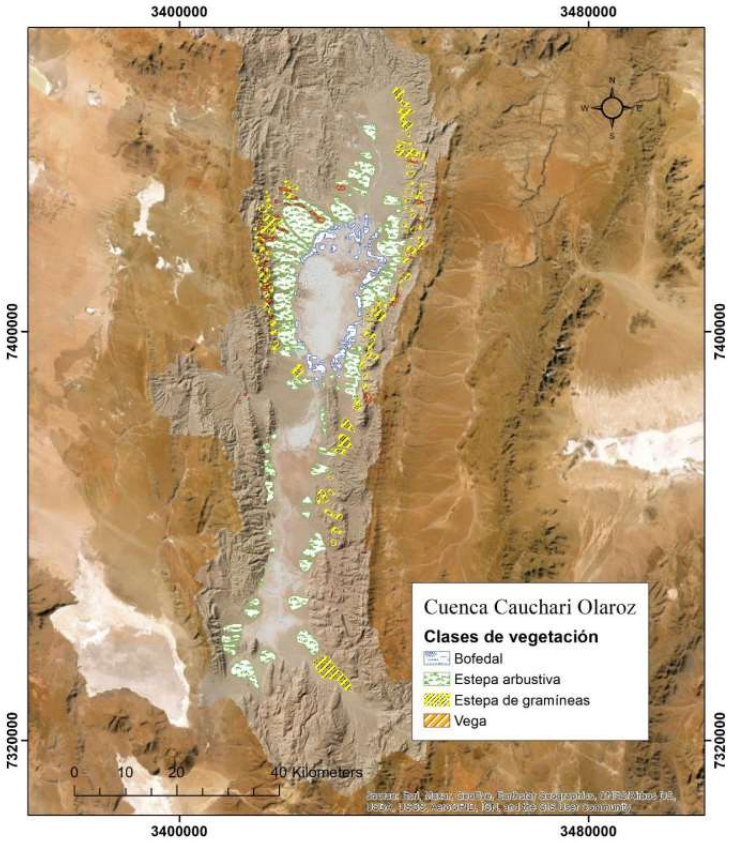


Figura 11.5: Unidades vegetacionales de la cuenca. Fuente: Casini & Romero (2022).

En la cuenca se han identificado diversas formaciones vegetales, principalmente en zonas de nacimiento de vertientes y en áreas con escurrimientos superficiales. Para determinar la evapotranspiración asociada a estas formaciones, se emplea la tasa medida en tanques de evaporación (ET), a la cual se le aplica un coeficiente de corrección de tanque (KT) para obtener la evapotranspiración de un cultivo de referencia (ECr). Esta relación se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$E_{cr} = K_T * E_T$$

La evapotranspiración de referencia (ECr) se mide en una estación específica ubicada a una altitud determinada. Sin embargo, las formaciones vegetales se encuentran distribuidas en la cuenca a diferentes altitudes.

Para este estudio, se analizó la variación de la evaporación con la altitud en varias estaciones, determinándose que:

- La evaporación aumenta hasta los 1000 msnm.
- Se mantiene constante entre los 1000 y 3000 msnm.
- Disminuye a partir de los 3000 msnm.

A partir de estos datos, se establecieron los gradientes de variación en función de la altitud.

Dado que la cuenca en estudio se encuentra por encima de los 3000 msnm, se aplicó un gradiente de disminución de la evaporación con la altitud de 0,933 mm/año por metro. En consecuencia, la tasa de evaporación de un cultivo de referencia a una altitud i se calcula con la siguiente ecuación:

$$E_{T(i)} = \frac{(C_{ref} - C_i) * 0{,}933}{365} + E_{T(ref)}$$

Donde:

- $E_{T(i)}$ = tasa de evaporación de un cultivo de referencia a la altitud i (mm/día).
- $E_{T(ref)}$ = tasa de evaporación del tanque en la estación de referencia (mm/día).
- C_{ref}= cota de la estación de referencia (msnm).
- C_i = cota del cultivo (msnm).

La relación entre la evapotranspiración de referencia y la evapotranspiración real en un suelo con vegetación se determina mediante un factor de corrección denominado coeficiente de cultivo (K_C), el cual depende del tipo y estado de desarrollo del cultivo. Así, la tasa de evapotranspiración (E_{TC}) de las formaciones vegetales se obtiene con la siguiente ecuación:

$$E_{TC} = K_C * E_{cr}$$

Donde:

- E_{cr} = tasa de evaporación del tanque en la estación de referencia, ajustada a la cota del cultivo (mm/día).
- K_C = coeficiente de cultivo.

Se utilizaron coeficientes de cultivo (K_C) para vegas, bofedales y estepa, siguiendo valores obtenidos de la bibliografía. A partir de la tasa de evaporación y los coeficientes asignados, se calculó la evapotranspiración considerando las superficies vegetales definidas en el mapa de vegetación, obteniendo un resultado de 954,35 L/s.

11.2.5 Balance hídrico

El resultado del cálculo del balance para un periodo previo a las operaciones mineras es el siguiente:

ENTRADA (L/s)	Recarga directa	1011,14	**2809,06**
	Recarga indirecta	1797,92	
SALIDA (L/s)	Evaporación en lámina libre	581,11	**2827,2**
	Evapotranspiración	954,35	
	Evaporación del suelo	1291,74	
BALANCE HÍDRICO TOTAL (L/s)		**-63,14**	**-63,14**

Tabla 11.2 Balance hidrológico de la cuenca de Olaroz Cauchari. Fuente: Casini & Romero (2022)

12 Calidad del agua

12.1 Introducción

En este capítulo de Calidad del Agua, se describen las medidas implementadas por la Provincia de Jujuy en términos de conservación del recurso hídrico. Se presenta la legislación que brinda el marco legal para su control y regulación, así también como el laboratorio a cargo de las mediciones para el control del recurso hídrico.

Se presentan los controles de calidad realizados para el agua de uso doméstico y muestras de agua en diversos ríos de la provincia.

Estos controles están a cargo del Laboratorio de Agua Potable de Jujuy SE y de SUNIBROM.

12.2 Laboratorio de Agua Potable de Jujuy SE

12.2.1 Normativa de calidad de aguas

El marco regulatorio establecido en el Decreto Nº1166/2016 presenta los siguientes apartados vinculados al monitoreo de calidad de agua:

- Anexo I “Normas de calidad de agua”
- Anexo II ”Normas para descarga de efluentes cloacales a cursos receptores”
- Anexo III “Normas de vertido al sistema colector del prestador”

Dentro del Anexo I se encuentran las siguientes tablas en materia de calidad de agua:

- Cuadro N°1: Valores límite para los componentes microbiológicos básicos tolerables.
- Cuadro N° 2: Componentes inorgánicos con acción directa sobre la salud - límites tolerables.
- Cuadro N° 3: Componentes o características que pueden afectar la aceptabilidad o la estética - valores límite.
- Cuadro Nº4: Componentes microbiológicos y biológicos a monitorear- límites recomendados.
- Cuadro Nº5: Componentes orgánicos con acción directa sobre la salud.
- Cuadro Nº6 Componentes orgánicos e inorgánicos recomendados de monitoreo
- Cuadro Nº7: Frecuencia mínima de análisis de los parámetros básicos de operación del agua que ingresa al sistema de distribución
- Cuadro Nº8: Frecuencia mínima de análisis de los componentes/características del agua que ingresa al sistema de distribución (a).
- Cuadro Nº9: Frecuencia mínima de análisis de los componentes del agua tratada en el sistema de distribución.
- Cuadro Nº10: Concentraciones límite de flúor en función de la temperatura
- Cuadro Nº11: Valores límite tolerables para los componentes microbiológicos básicos.

- Cuadro Nº12: Componentes inorgánicos con acción directa sobre la salud-límites tolerables.
- Cuadro Nº13: Componentes o características que pueden afectar la aceptabilidad o la estética-valores límites.
- Cuadro Nº14: Componentes microbiológicos y biológicos a monitorear límites recomendados (no obligatorios).
- Cuadro Nº15: Componentes orgánicos con acción directa sobre la salud límites tolerables.
- Cuadro Nº16: Frecuencia mínima de análisis a realizar.
- Cuadro Nº17: Número de muestras y frecuencia mínima de muestreo para análisis bacteriológicos.

Estos cuadros toman como referencia los valores guías de la Organización Mundial de la Salud "Guías para la calidad del agua para bebida" (4° edición, año 2011, ISBN 978 92 4 1548151) adaptados a la realidad socio-cultural y tecnológica propia de la región; Código Alimentario Argentino (Art. 982 Cap. 12) adaptado a las situaciones típicas que se presentan en los servicios en particular.

Asimismo, este anexo está dividido en dos partes: Parte I- Parámetros de Calidad de Agua para Servicios Concentrados y Parte II- Parámetros de Calidad de Agua para Servicios Dispersos.

Por otra parte, el Anexo II se refiere a las NORMAS PARA DESCARGAS DE EFLUENTES CLOACALES A CURSOS RECEPTORES, donde se plantean los valores de descargas del ***Cuadro C-1***, para plantas existentes. Distinguiendo salida de tratamiento de lagunas de otros tipos de tratamiento y establece parámetros para salida a receptores que se usan en el riego de cultivos industriales.

Dicho anexo sobre nuevas plantas depuradoras se fija como objetivo el cumplimiento de la ley Provincial de Gestión Ambiental y/o acuerdos acuerdos escritos con la autoridad de aplicación.

El Anexo II contempla el cuadro “Cuadro C-I: Límites de parámetros de descarga de efluentes cloacales”.

El Anexo III contempla las “Normas de vertido al sistema colector del prestador”, contempla un cuadro con parámetros los cuales los prestadores realizan el control de calidad de los efluentes vertidos en el sistema de colectoras bajo su jurisdicción que estime pertinentes

12.2.2 Calidad de agua natural para uso doméstico

Este apartado se refiere a la calidad de agua cruda que utiliza Agua Potable de Jujuy S.E., los valores que muestran fueron determinados por el análisis de muestras de las distintas localidades de las Unidades Operativas. Dichas determinaciones fueron realizadas en el laboratorio de la Empresa Agua Potable S.E. quien realiza controles de calidad del agua de consumo de forma regular de acuerdo con la frecuencia mínima de muestreo en relación con la población servida.

Los valores plasmados en las siguientes tablas son valores promedios exportados del sistema informático formal-autorizado (GINEXUS) de la empresa, de los últimos tres años.

En la Tabla Nº1 A, B, C Y D se representan los resultados de análisis de agua natural subterránea o de vertientes, según los datos brindados por el laboratorio de Agua Potable Jujuy S.E.

Localidad	ABRA PAMPA	ABRA PAMPA
Fuente	Pozo bombeo Nº5	Pozo bombeo Nº4
Color [Unid. de color]	4	4
Turbiedad [NTU]	2,3	0,9
PH	8,2	8
Conduc. [µS]	455	367
Dureza Total [ppm]	162	144
Ca [ppm]	49,7	38,5
Mg [ppm]	9,2	11,7
Alcalinidad Bicarbonatos [ppm]	96	84
Alcalinidad Carbonatos [ppm]	16	12
Cloruros [ppm]	35	22
Sulfatos	113,8	86,9
Cobre [ppm]	ND	ND
Hierro Total [ppm]	ND	ND
SDT [ppm]	227,5	183,5
Boro [ppm]	0,51	0,5
Arsénico [ppm]	10,7	4,8
Flúor [ppm]	0,229	0,38
Plomo [ppm]	ND	ND
Nitrato [ppm]	5,65	5,22
Nitrito [ppm]	ND	ND

Tabla 12.1: Tabla 1A - Resultados de Análisis de Muestras de agua natural subterránea o de vertiente para la región Puna. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E.

Localidad	PURMAMARCA	TUMBAYA	TILCARA	MAIMARA	VOLCAN
Fuente	Vertiente El Molino	Vert. Agua Bendita	Vert. Florida por bombeo	Vert.Florida por bombeo desde Tilcara	Vert.Agua bendita por cañeria desde Tumbaya
Color [Unid. de color]	4	4	6	4	4
Turbiedad [NTU]	2,35	1,4	3	2,6	2
PH	7,5	7,8	7,5	7,8	8
Conduc. [µS]	893	1311	244	2840	1200
Dureza Total [ppm]	237	430	81	336	400
Ca [ppm]	69,4	-	22	71,5	100
Mg [ppm]	22,75	-	6,25	38,2	30

Alcalinidad Bicarbonatos [ppm]	143	-	76	228,9	255
Alcalinidad Carbonatos [ppm]	7,25	-	9	10,5	8,2
Cloruros [ppm]	80,8	-	26	93,6	120
Sulfatos	130	-	43,3	147	198
Cobre [ppm]	ND	-	ND	0,04	ND
Hierro Total [ppm]	ND	-	ND	0,09	ND
SDT [ppm]	423,5	-	122	1420	640
Boro [ppm]	1,2	-	0,7	0,77	0,1
Arsénico [ppm]	32	-	7	13,2	2,9
Flúor [ppm]	0,487	-	0,5	0,2	-
Plomo [ppm]	ND	-	ND	0,009	ND
Nitrato [ppm]	5	-	4	8	6
Nitrito [ppm]	ND	-	ND	0,004	0,02

Tabla 12.2: Tabla 1B - Resultados de Análisis de Muestras de agua natural subterránea o de vertiente para la región Quebrada. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E.

Localidad	SS. DE JUJUY – ALTO REYES
Fuente	Vertiente de Lozano- rio Yala a planta nueva
Color [Unid. de color]	4
Turbiedad [NTU]	2,77
PH	7,8
Conduc. [µS]	145,6
Dureza Total [ppm]	60
Ca [ppm]	18,4
Mg [ppm]	3,4
Alcalinidad Bicarbonatos [ppm]	58
Alcalinidad Carbonatos [ppm]	0
Cloruros [ppm]	10
Sulfatos	14,8
Cobre [ppm]	0,04
Hierro Total [ppm]	0,09
SDT [ppm]	72,8
Boro [ppm]	0,08
Arsénico [ppm]	1,8
Flúor [ppm]	0,198
Plomo [ppm]	0,009
Nitrato [ppm]	2
Nitrito [ppm]	0,004

Tabla 12.3: Tabla 1C - Resultados de Análisis de Muestras de agua natural subterránea o de vertiente para la región Valle. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E.

Localidad	VINALITO	TALAR	TALAR	Libertador G.S.M.
Fuente	POZO Nº 7	POZO Nº2	POZO Nº 3	-
Color [Unid. de color]	6	4	25	4
Turbiedad [NTU]	7,6	1,1	1,56	4,6
PH	8	7	7,9	7,9
Conduc. [µS]	1000	429	450	2670
Dureza Total [ppm]	350	142	144	319,2
Ca [ppm]	100	44	41,7	95,1
Mg [ppm]	30	7,7	9,7	17,3
Alcalinidad Bicarbonatos [ppm]	200	78	180	320,3
Alcalinidad Carbonatos [ppm]	0	0	0	10,4
Cloruros [ppm]	60	15	18	26
Sulfatos	100	35,8	65,5	24,1
Cobre [ppm]	ND	ND	ND	ND
Hierro Total [ppm]	0,27	ND	ND	ND
SDT [ppm]	500	214	225	1335
Boro [ppm]	0,85	0,2	0,1	0,44
Arsénico [ppm]	7	4	3	2,3
Flúor [ppm]	0,37	0,497	0,3	0,602
Plomo [ppm]	ND	ND	ND	ND
Nitrato [ppm]	4	4	2	12
Nitrito [ppm]	ND	ND	ND	ND

Tabla 12.4: Tabla 1D - Resultados de Análisis de Muestras de agua natural subterránea o de vertiente para la región Yungas. Fuente: Agua Potable de Jujuy S.E.

En la Tabla Nº2 A, B, C y D se representan los resultados de análisis de muestras en aguas natural superficiales, según los datos brindados por el laboratorio de Agua Potable J.S.E.

Localidad	Santa Catalina	La Quiaca	Yavi
Fuente	Rio Sta. Catalina por bombeo	Rio Toro Ara por bombeo	Rio Yavi por acequia
Color [Unid. de color]	4	4	6
Turbiedad [NTU]	2,2	3,66	4,3
PH	7,8	8	7,8
Conduc. [µS]	704	730,5	1146
Dureza Total [ppm]	60,9	131,8	76,9
Ca [ppm]	19,3	35,9	26,6
Mg [ppm]	3	10,4	2,5
Alcalinidad Bicarbonatos [ppm]	35,4	74	48
Alcalinidad Carbonatos [ppm]	4,2	6,2	0
Cloruros [ppm]	17,6	39,9	38
Sulfatos	48,4	90,8	53,8

Cobre [ppm]	ND	ND	ND
Hierro Total [ppm]	ND	ND	ND
SDT [ppm]	352	367	573
Boro [ppm]	0,9	0,7	0,41
Arsénico [ppm]	3,8	14,4	11,15
Flúor [ppm]	0,576	0,6	0,263
Plomo [ppm]	ND	ND	ND
Nitrato [ppm]	2	7,1	4
Nitrito [ppm]	ND	0,04	ND

Tabla 12.5: Tabla Nº 2A –resultados de Análisis de Muestras de agua natural superficial para la región Puna. Fuente: Agua Potable S.E.

Localidad	Humahuaca	Tilcara
Fuente	Rio Grande por dren hasta casa encantada	Rio Huasamayo
Color [Unid. de color]	4	5
Turbiedad [NTU]	3	15
PH	8	7,8
Conduc. [µS]	796	962
Dureza Total [ppm]	271	193
Ca [ppm]	75	56
Mg [ppm]	20,4	12
Alcalinidad Bicarbonatos [ppm]	172,66	110
Alcalinidad Carbonatos [ppm]	6,66	6,3
Cloruros [ppm]	50,3	45
Sulfatos	187,3	127,6
Cobre [ppm]	ND	ND
Hierro Total [ppm]	ND	ND
SDT [ppm]	398	481
Boro [ppm]	0,88	0,7
Arsénico [ppm]	15,1	6,68
Flúor [ppm]	0,36	0,37
Plomo [ppm]	ND	ND
Nitrato [ppm]	2,6	5
Nitrito [ppm]	0,03	ND

Tabla 12.6: Tabla Nº 2B –resultados de Análisis de Muestras de agua natural superficial para la región Quebrada. Fuente: Agua Potable S.E.

Localidad	S.S. de Jujuy	Ocloya	Guerrero	Yala	León	Juan Galán	Palpalá	Planta	San Antonio	El Carmen	Perico	Monterrico
Fuente	Rio Guerrero-rio reyes a Planta Vieja	ARROTO SALVIAR	RIO GUERRERO	Rio Yala	Rio León		Planta Snopek	Rio Grande por dren	Rio LOS MORADOS	SALIDA DE LOS DIQUES	AGUA NATURAL/REPRESA	DEPOSITO Nº 1
Color [Unid. de color]	4	4	4	4	4	8	18	4	6	6	8	6
Turbiedad [NTU]	1,62	14	3	4	2	23,4	0,7	3,98	6,2	14	10	38
PH	8,2	7,6	7,6	7,7	6,9	7,7	8	6,71	7,4	7,6	7,9	7,8
Conduc. [µS]	162,3	911	151,9	138,4	412	244	500	644	155,8	289	276	196,8
Dureza Total [ppm]	64	386	78	78,9	120,3	76	200	302	100	132	134	120
Ca [ppm]	16	134,6	21,6	21,8	32,7	22,4	80	85,8	20	36,1	33,7	32
Mg [ppm]	5,8	12,1	5,8	5,9	9,4	4,9	10	21,4	8	10,2	12,2	9,7
Alcalinidad Bicarbonatos [ppm]	58	256	72	52	105	70	200	196	48	102	92	102
Alcalinidad Carbonatos [ppm]	12	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Cloruros [ppm]	10	18	5	4,9	13,1	23	40	38	18	15	15	16
Sulfatos	14,5	234,5	23,3	15,7	36,1	35,6	5	35,3	100	35,8	30	49
Cobre [ppm]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hierro Total [ppm]	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SDT [ppm]	81,15	455,5	75,95	69,2	206	122	300	322	100	144,5	138	140
Boro [ppm]	0,14	0,21		0,1	0	0,1	1	0,98	0,1	0,2	0,1	0,15
Arsénico [ppm]	0,7	7,5	0,6	1,2	14,9	4,3	5	8,4	5	0,2	2,3	3
Flúor [ppm]	0,318	0,424	-		0,536	0,793	0,2	0,235	0,153	0,9	0,127	0,103
Plomo [ppm]	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrato [ppm]	2	2	0,689	4	2,096	14	15	17,33	4	2	2	2
Nitrito [ppm]	0,004	2	0,004	0,004	0,004	0,097	ND	0,156	ND	ND	ND	ND

Tabla 12.7: Tabla Nº 2C –resultados de Análisis de Muestras de agua natural superficial para la región Valles. Fuente: Agua Potable S.E.

Localidad	San Pedro	Palma Sola	L.G.S.M.	Fraile Pintado
Fuente	Rio Grande	-	-	-
Color [Unid. de color]	35	50	8	6
Turbiedad [NTU]	34,3	1,24	45	3,6
PH	7,8	8,2	8	8
Conduc. [µS]	429	918	1685	995
Dureza Total [ppm]	138	318	182,7	115,5
Ca [ppm]	41	90	58	31,1
Mg [ppm]	8,7	22,8	9,1	9,1
Alcalinidad Bicarbonatos [ppm]	138	276	104	72,8
Alcalinidad Carbonatos [ppm]	0	40	12,4	14,5
Cloruros [ppm]	28	50	15	8

Sulfatos	50	156	137,7	59,2
Cobre [ppm]	ND	ND	ND	ND
Hierro Total [ppm]	ND	ND	ND	ND
SDT [ppm]	214,5	459	842,5	497,5
Boro [ppm]	0,6	0,22	0,2	0,1
Arsénico [ppm]	3,6	10	4	3
Flúor [ppm]	0,2	0,466	0,424	0,193
Plomo [ppm]	ND	ND	ND	ND
Nitrato [ppm]	5,54	2	4	4
Nitrito [ppm]	ND	ND	0,01	ND

Tabla 12.8: Tabla Nº 2D –resultados de Análisis de Muestras de agua natural superficial para la región Yungas. Fuente: Agua Potable S.E.

12.2.3 Calidad de agua afluente a plantas de tratamiento de efluentes cloacales

Los valores de los análisis fisicoquímicos de muestras de efluentes mostrados en la Tabla Nº3 A, B, C y D, fueron determinados por los resultados de análisis de los años 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 inclusive de las distintas regiones. Dichas determinaciones fueron realizadas en Laboratorio de la Empresa Agua Potable S.E. quien realiza controles.

Localidad	Planta	Fecha	SS 10' (ml/l)	H_2S (P/A)	Detergente (p/a)	DBO_5 Bruta (mg/l)	O.C. (mg/l)	Temp. (°C)
ABRA PAMPA	Abra Pampa	8/08/2019	0,2	P	P	251,0	66,0	11,0
	Abra Pampa	26/11/2020	0,3	P	P	248,9	62,0	20,0
	Abra Pampa	11/02/2021	0,2	P	P	289,0	70,0	20,0
	Abra Pampa	21/04/2022	0,2	P	P	250,0	61,0	13,0
	Abra Pampa	1/2/2023	0,3	p	p	300	60	21
	Abra Pampa	1/2/2023	0,4	p	p	241	59	20
	Abra Pampa	1/2/2024	0,2	p	p	250	62	17
LA QUIACA	La Quiaca	25/04/2019	0,2	P	P	204,0	54,0	16,0
	La Quiaca	17/10/2019	0,2	P	--	239,0	60,0	20,0
	La Quiaca	28/12/2020	0,2	P	P	250,0	62,0	20,0
	La Quiaca	8/04/2021	0,6	P	P	224,0	55,0	18,0
	La Quiaca	16/02/2022	0,2	P	P	232,0	58,0	22,0
	La Quiaca	1/1/2023	0,3	p	p	402	100	16
	La Quiaca	1/9/2023	0,4	p	p	263	66	15
	La Quiaca	1/1/2024	0,4	p	p	252	61	19
	La Quiaca	1/4/2024	0,2	p	p	240	68	21

Tabla 12.9: Tabla 3A– Resultados de Análisis Fisicoquímicos de Muestras de afluentes año 2019 a 2024 Región Puna. Fuente: Agua Potable S.E.

Localidad	Planta	Fecha	SS 10' (ml/l)	H_2S (P/A)	Detergente (p/a)	DBO_5 Bruta (mg/l)	O.C. (mg/l)	Temp. (°C)
HUMAHUACA	Humahuaca	23/05/2019	0,2	P	P	202,0	52,0	18,0
	Humahuaca	17/12/2020	0,2	P	P	220,0	18,0	18,0
	Humahuaca	24/06/2021	0,3	p	P	203,5	52,8	12,0
	Humahuaca	15/12/2022	0,3	P	P	214,0	53,0	19,8
	Humahuaca	1/2/2023	0,3	p	p	235	58	20
	Humahuaca	1/11/2023	0,3	p	a	230	58,6	20
	Humahuaca	1/1/2024	0,2	p	p	228	57	21
	Humahuaca	1/4/2024	0,2	p	p	250	62	18
MAIMARA	Maimará	8/04/2019	0,2	--	--	228,0	60,0	17,0
	Maimará	23/05/2019	0,2	--	--	191,0	50,1	17,0
	Maimará	25/06/2019	0,4	P	P	185,0	49,0	17,0
	Maimará	15/10/2020	0,2	P	P	168,0	44,0	18,0
	Maimará	19/11/2020	0,2	--	--	184,0	46,0	20,0
	Maimará	10/12/2020	0,2	--	--	176,0	18,0	18,0
	Maimará	25/02/2021	0,2	P	P	193,0	48,0	20,0
	Maimará	11/05/2021	0,2	P	P	212,0	54,0	17,0
	Maimará	9/09/2021	0,2	p	p	241	60,0	21
	Maimará	14/10/2021	0,2	p	p	225,7	58,00	19
	Maimará	10/02/2022	0,3	P	P	249,0	65,0	20,0
	Maimará	4/08/2022	0,3	P	P	---	49,0	19,0
	Maimará	6/12/2022	0,4	P	P	227,0	58,0	20,0
	Maimará	1/1/2023	0,5	p	p	208	51	20
	Maimará	1/7/2023	0,4	p	a	265	64	13
	Maimará	1/1/2024	0,3	p	p	189	49	20
	Maimará	1/6/2024	0,4	p	p	230	61	17
PURMAMARCA	Purmamarca	15/01/2019	0,3	--	--	200,0	52,0	21,0
	Purmamarca	18/07/2019	0,4	--	--	236,0	61,0	15,0
	Purmamarca	13/08/2019	0,2	--	--	221,0	60,0	13,0
	Purmamarca	9/01/2020	0,4	--	--	215,2	57,0	22,0
	Purmamarca	4/08/2020	0,3	--	--	210,0	55,0	20,0
	Purmamarca	10/12/2020	0,2	--	--	186,0	21,0	21,0
	Purmamarca	7/01/2021	0,2	P	P	199,0	50,0	21,0
	Purmamarca	17/06/2021	0,2	P	P	241,0	64,0	18,0

	Purmamarca	14/10/2021	0,3	p	p	253,2	63,00	19
	Purmamarca	10/02/2022	0,4	P	P	230,0	70,0	19,0
	Purmamarca	9/06/2022	0,2	P	P	227,0	58,0	14,0
	Purmamarca	6/12/2022	0,6	P	P	266,0	66,0	21,0
	Purmamarca	1/1/2023	2	p	p	226	60	19
	Purmamarca	1/9/2023	0,3	p	p	242	61	20
	Purmamarca	1/1/2024	0,2	p	p	197	50	21
	Purmamarca	1/6/2024	0,3	p	p	260	63	15
VOLCAN	Volcán	15/01/2019	0,2	--	--	194,0	50,0	23,0
	Volcán	25/06/2019	0,3	P	P	192,0	51,0	16,0
	Volcán	5/12/2019	0,2	--	--	177,0	47,0	20
	Volcán	9/01/2020	0,2	--	--	187,5	49,0	21,6
	Volcán	4/08/2020	0,2	--	--	210,0	50,0	19,0
	Volcán	10/12/2020	0,2	--	--	199,0	22,0	22,0
	Volcán	7/01/2021	0,2	P	P	172,0	45,0	20,0
	Volcán	17/06/2021	0,2	P	P	192,0	51,0	17,0
	Volcán	14/10/2021	0,2	p	p	236,7	61,0	18
	Volcán	24/01/2022	0,3	P	P	246,0	62,0	20,0
	Volcán	9/06/2022	0,3	P	P	344,0	84,0	13,0
	Volcán	6/12/2022	0,3	P	P	238,0	60,0	20,00
	Volcán	1/1/2023	0,4	p	p	213	53	18
	Volcán	1/7/2023	0,3	p	p	230	53	16

Tabla 12.10: Tabla 3B– Resultados de Análisis Fisicoquímicos de Muestras de afluentes año 2019 a 2024 Región Quebrada-Fuente Agua Potable S.E.

Localidad	Planta	Fecha	SS 10' (ml/l)	H_2S (P/A)	Detergente (p/a)	DBO_5 Bruta (mg/l)	O.C. (mg/l)	Temp. (°C)
PERICO	El Cadillal	27/08/2019	0,1	P	P	214,0	55,0	19,0
	El Cadillal	13/02/2020	0,2	P	P	212,0	55,0	24,5
	El Cadillal	8/10/2020	0,1	P	P	202,0	54,0	24,0
	El Cadillal	20/04/2021	0,2	P	P	225,0	56,0	22,0
	El Cadillal	27/05/2021	0,2	p	p	270,0	63,0	19,0
	El Cadillal	1/12/2023	0,8	p	p	380	61	24
	El Cadillal	1/2/2024	0,3	p	p	269	66	24
	El Cadillal	1/5/2024	0,2	p	p	240	61	19

EL CARMEN	El Carmen	17/04/2019	0,2	P	P	230,0	61,0	23,0
	El Carmen	13/02/2020	0,2	P	P	227,0	60,0	24,0
	El Carmen	18/02/2021	0,3	P	P	223,0	57,0	24,0
	El Carmen	29/03/2022	0,2	P	P	232,0	57,0	22,0
SAN SALVADOR DE JUJUY – PALPALA- RIO BLANCO	El Pongo	8/01/2019	0,3	P	P	163,0	42,0	24,6
	El Pongo	21/05/2019	0,2	P	P	144,0	40,0	18,2
	El Pongo	21/10/2019	0,2	P	P	156,0	40,0	22
	El Pongo	14/11/2019	0,2	P	P	168,0	44,0	24
	El Pongo	7/01/2020	0,2	P	P	175,0	46,0	24,0
	El Pongo	5/03/2020	0,2	P	P	179,0	47,0	24,5
	El Pongo	11/06/2020	0,2	P	P	162,0	43,0	18,0
	El Pongo	24/11/2020	0,2	P	P	147,5	38,0	24,0
	El Pongo	19/01/2021	0,2	P	P	185,0	47,0	24,0
	El Pongo	27/04/2021	0,2	P	P	160,0	42,0	21,0
	El Pongo	22/07/2021	0,2	p	p	170,0	42,0	21,0
	El Pongo	30/09/2021	0,2	p	p	125	35,0	22
	El Pongo	11/01/2022	0,2	P	P	177,0	48,0	24,0
	El Pongo	17/05/2022	0,2	P	P	166,0	42,0	18,0
	El Pongo	30/08/2022	0,2	P	P	---	39,0	21,0
	El Pongo	21/12/2022	0,2	P	P	140,0	38,0	24,0
	El Pongo	1/1/2023	0,2	p	p	154	41	23
AGUAS CALIENTES	Manantiales	21/05/2019	0,2	P	P	165,0	43,0	20,0
	Manantiales	27/08/2019	0,1	P	P	180,0	46,0	19,0
	Manantiales	13/02/2020	0,2	P	P	174,0	47,0	23,8
	Manantiales	30/06/2020	0,2	P	P	166,0	43,0	19,0
	Manantiales	18/02/2021	0,2	P	P	185,0	48,0	23,0
	Manantiales	20/04/2021	0,2	P	P	192,0	49,0	23,0
PUESTO VIEJO	Puesto Viejo - Lagunas	13/09/2022	0,2	P	P	---	46,0	21,0
	Puesto Viejo	1/3/2023	0,2	p	p	223	51	23
	Puesto Viejo	1/12/2023	0,3	p	p	202	50	24
	Puesto Viejo	1/1/2024	0,2	p	p	205	52	24

Tabla 12.11: Tabla 3C– Resultados de Análisis Fisicoquímicos de Muestras de afluentes año 2019 a 2024 Región Valles. Fuente: Agua Potable S.E.

Localidad	Planta	FECHA	SS 10' (ml/l)	H2S (P/A)	Detergent (P/A)	DBO5 Bruta (mg/l)	O.C. (mg/l)	Temp. (°C)
SAN PEDRO 1 + LA EZPERANZA	La Esperanza	17/01/2019	0,2	P	P	187,0	50,0	24,0
	La Esperanza	11/06/2019	0,2	P	P	160,0	42,0	18,0
	La Esperanza	23/01/2020	0,2	P	P	185,0	49,0	24,0
	La Esperanza	21/05/2020	0,2	P	P	150,0	40,0	22,0
	La Esperanza	21/01/2021	0,2	P	P	188,0	48,0	25,0
	La Esperanza	2/09/2021	0,2	p	p	190	49,0	23
SAN PEDRO 2	La Manga	17/01/2019	0,3	P	P	209,0	57,0	25,0
	La Manga	28/05/2019	0,4	P	P	201,0	53,0	20,8
	La Manga	23/01/2020	0,2	P	P	223,0	58,0	24,0
	La Manga	21/05/2020	0,2	P	P	185,0	49,0	21,0
	La Manga	12/11/2020	0,4	P	P	205,0	53,0	24,0
	La Manga	21/01/2021	0,2	P	P	220,0	56,0	24,0
	La Manga	2/09/2021	0,3	p	p	250	63,0	22
	La Manga	22/03/2022	0,2	P	P	243,0	62,0	23,0
	La Manga	5/10/2022	0,3	P	P	---	56,0	22,0
	La Manga	1/1/2023	0,2	p	p	226	56	24
	La Manga	1/3/2024	0,2	p	p	236	60	26
LA MENDIETA	La Mendieta	16/07/2019	0,4	P	P	251,0	68,0	19,0
	La Mendieta	28/11/2019	0,2	P	P	201,0	53,0	24
	La Mendieta	21/05/2020	0,2	P	P	182,0	48,0	22,0
	La Mendieta	14/07/2020	0,2	P	P	182,0	47,0	20,0
	La Mendieta	14/05/2021	0,3	P	P	250,0	63,0	20,0
	La Mendieta	2/09/2021	0,2	p	p	235	62,0	23
	La Mendieta	10/05/2022	0,2	P	P	145,0	38,0	17,0
	La Mendieta	5/10/2022	0,2	P	P	---	50,0	22,0
AGUAS CALIENTES	Manantiales	21/05/2019	0,2	P	P	165,0	43,0	20,0
	Manantiales	27/08/2019	0,1	P	P	180,0	46,0	19,0
	Manantiales	13/02/2020	0,2	P	P	174,0	47,0	23,8
	Manantiales	30/06/2020	0,2	P	P	166,0	43,0	19,0
	Manantiales	18/02/2021	0,2	P	P	185,0	48,0	23,0
	Manantiales	20/04/2021	0,2	P	P	192,0	49,0	23,0

Tabla 12.12: Tabla 3D– Resultados de Análisis Fisicoquímicos de Muestras de afluentes año 2019 a 2024 Región Yungas. Fuente: Agua Potable S.E.

12.3 Control de contaminación en el agua

La SUNIBROM es la es la Autoridad Sanitaria Jurisdiccional de la Provincia de Jujuy encargada de aplicar y hacer cumplir el Código Alimentario Argentino. Esta institución cuenta con una unidad de “Servicio de Control Hídrico” dónde se realizan controles a diversos parámetros del agua. Esta dependencia realiza controles de DQO (demanda química de oxígeno) y DBO (demanda biológica de oxígeno), parámetros que miden la contaminación orgánica en el agua.

Se ha tenido acceso a registros de dichos parámetros que datan del año 2017 al 2024. Los análisis provistos corresponden a análisis puntuales, realizados a partir de solicitudes específicas y no representan un programa de monitoreo sistemático. Así mismo, los datos recepcionados no presentan la ubicación georreferenciada del lugar donde se realizó el muestreo ni tampoco acerca del requerimiento por el cual se solicitó la muestra.

Las mediciones se han realizado sobre los siguientes ríos de la provincia: Río Xibi-Xibi, Río Blanco, Río Grande, Río Perico y Río San Francisco. También se analizan puntos de descarga de plantas cloacales como San Pedro, La esperanza y La Manga. Otros sitios de interés incluyen puntos claves en diferentes departamentos, como Localidad Catua en Susques, Localidad Juan Galán en Dr. Manuel Belgrano entre otros.

13 Conclusiones y recomendaciones preliminares

13.1 Introducción

La escasez de agua en Jujuy requiere un enfoque holístico que combine conservación, inversión en infraestructura y políticas equitativas para garantizar el uso sustentable del agua para las diversas necesidades de la provincia.

13.2 Acerca de la información disponible

Se brindó mucha información general sobre las estructuras de los sistemas de agua de abastecimiento e incluso se dispone de una descripción general de los pequeños sistemas locales que existen en la provincia. Asimismo, se tuvo acceso a algunos datos operacionales del sistema de diques y a registros de consumo de agua doméstico sobre usuarios medidos (micromedición facturada).

No obstante, para procesar y analizar estos datos se ha requerido un intercambio continuo con quienes disponen de esta información, quienes han presentado sin dudas la mejor predisposición para trabajar.

Es conveniente que desde un principio la información recopilada se encuentre de forma ordenada y clara para que sea posible producir un análisis integral y completo de los sistemas de abastecimiento como una etapa inicial de descripción de la situación existente.

Por otro lado, cabe destacar, la falta de registros operativos, principalmente de caudales. Se recomienda construir sistemas de medición en la salida de cada presa, punto de suministro de agua para uso doméstico (planta potabilizadora, pozo o cisterna) y planta de tratamiento o lagunas. Como así también, complementar la medición en los canales principales y acueductos. Al mismo tiempo, se recomienda recopilar y concentrar todos los datos existentes de un mismo sistema en un solo programa, donde será posible construir una base de datos que contendrá todos los datos necesarios que ayudarán a procesar la información.

Recomendaciones generales para mejorar sobre este aspecto:

- Filtrar el exceso de información
- Disponer de una biblioteca digital de planos e informes técnicos indexada
- Integrar registros históricos y recientes en una sola base de datos de operaciones

13.3 Acerca de los sistemas de provisión de agua para consumo doméstico y de tratamiento de efluentes cloacales

En términos generales, se puede resumir que las plantas se encuentran bien operadas, produciendo una calidad de efluente acorde a la reglamentación local, tanto para las potabilizadoras y las depuradoras. El personal de trabajo se ve bien capacitado, teniendo claro cuáles son las funciones de operación.

Por otra parte, se pudo notar durante la visita la ausencia de reservorios significativos en el sistema principal de abastecimiento para el embalse diario cerca de la red principal de consumo de agua y los centros urbanos y para el respaldo en caso de emergencias, como la contaminación o cualquier otra razón que obligue a detener el suministro directo.

Asimismo, se observa la falta de sistemas de control y monitoreo continuo en todas las plantas. Los procesos se controlan de acuerdo con el criterio del operador, pudiéndose realizar modificaciones en función de las percepciones visuales u olfativas de éste.

Por otra parte, el problema de la falta de mantenimiento en las plantas es un aspecto que se ha presentado en todas las instalaciones, especialmente en relación con sistemas mecánicos como: compra de repuestos, reparación de equipos, entre otros. Como consecuencia, los operarios deben realizar modificaciones a los procesos, en algunos casos, demandando más horas de trabajo y las instalaciones terminan siendo sobre exigidas causando un deterioro de su vida útil.

13.4 Acerca del monitoreo de calidad de agua

La empresa Agua Potable de Jujuy SE realiza muestreos químicos en forma periódica de acuerdo a la normativa establecida en los Anexos I, II y III del decreto 1166/2016. El fin de estos muestreos se remite estrictamente a controlar el cumplimiento de la norma. Dado que los resultados se disponen, en general, con posterioridad al momento de la toma de la muestra, no se utilizan para operar los sistemas, como así tampoco, para analizar variaciones de los parámetros.

Se ha tenido acceso a valores promedios de los últimos 3 años de calidad de agua natural. Por lo que no se ha podido analizar la fluctuación de estos valores.

También, se ha tenido acceso a análisis de calidad de agua afluente a las plantas de tratamiento de los últimos 5 años. Sin embargo, tampoco se ha podido realizar un análisis estacional, dado que se cuenta con 1 o 2 registros por año.

Por otra parte, cabe destacar, que se dispone de escasos análisis de calidad de agua subterránea. En algunas localidades, sólo se dispone de los análisis de calidad de agua de la red, donde se mezclan las calidades de distintas fuentes. Esto no permite conocer si hay variación en la calidad de agua de la perforación. Este punto es relevante, a fin de poder anticipar problemas y buscar soluciones alternativas con tiempo.

Se recomienda:

- Disponer de datos desagregados de calidad de agua para poder obtener conclusiones sobre la variación estacional de la calidad de agua
- Incorporar análisis de calidad de agua de las perforaciones
- Considerar acortar la frecuencia de los muestreos en las plantas de potabilización y tratamiento, y la utilización de mediciones in situ, de manera tal que se brinde una herramienta a los operadores de los sistemas.

13.5 Acerca del reúso de efluentes

En relación con el uso de efluentes tratados para agricultura, según lo observado durante la visita, existe un alto potencial de agua que podrá utilizarse en un futuro para la producción agrícola. Por supuesto, debe contemplarse no sólo la disponibilidad de agua en términos de cantidad sino también de calidad, de acuerdo con los requerimientos por cultivo. Este tema es relevante ya que, los productores agrícolas han manifestado la falta de agua como un problema que no les permite alcanzar una productividad esperable.

13.6 Acerca del agua subterránea

En el capítulo 7, se resumen todos los datos existentes sobre las aguas subterráneas en la provincia de Jujuy, que incluye el marco legal, las características y condiciones de los acuíferos y el esquema de monitoreo. De acuerdo con esta recopilación, no hay datos de seguimiento suficientes para desarrollar un cálculo preciso del balance hídrico, basado en mapas piezométricos.

Sin embargo, los datos existentes son lo suficientemente extensos como para entender acerca del comportamiento de los sistemas geohidrológicos de la provincia y formar un modelo conceptual.

El modelo conceptual describe en cada región las áreas donde la precipitación recarga al acuífero, la dirección del flujo y las áreas de acumulación y producción vía pozos.

Atendiendo que esta instancia es de análisis de la información antecedente, el siguiente paso es la aplicación de un modelo, desarrollado por Mekorot, para calcular la recarga anual de aguas subterráneas, que funciona mejor cuando se combina con un modelo conceptual para la región.

En el próximo informe presentaremos la aplicación del modelo y analizaremos sus resultados en base a los conceptos sintetizados en el presente informe de antecedentes.

13.7 Acerca de la eficiencia de los sistemas y ahorro de agua

Para la estimación de la demanda bruta, se requirió información sobre las eficiencias en los sistemas. En sí, los sistemas no tienen estimada sus eficiencias. Si bien hay mediciones de caudales, la eficiencia no es un parámetro que se monitoree. En consecuencia, se estimó en función de los datos disponibles.

En el caso de los sistemas sanitarios, se dispone de un registro de micromedidores residenciales, lo cual permite conocer cuáles son los consumos directos de la población. Los valores rondaron los 200 a 250 l/ hab día en las localidades más importantes en población, como San Salvador de Jujuy, San Pedro, Perico, entre otras. En algunas pocas localidades, se han presentado valores por encima de estos promedios.

En contraparte, los valores de consumo de micromedición en la Puna rondaron los 100 l/hab día, valor bajo considerando los 220 l/hab día que usualmente se considera para el diseño de los servicios. Estos consumos bajos se corresponden con los resultados de

los análisis químicos de las plantas de efluentes cloacales, donde la DBO_5 está en el orden de los 250 mg/l o más, indicador de que hay poca dilución de los efluentes.

Para conocer la producción, la empresa proveyó datos estimativos, en función de las características de las instalaciones, dado que no se disponen de macromedidores.

Correlacionando los datos de producción y los datos de micromedición, se estimaron las pérdidas con una gran dispersión en los resultados. Dependiendo de la localidad, las pérdidas se estimaron entre un 10% hasta un 65%. En particular en San Salvador de Jujuy, las pérdidas en el sistema están en un 60%.

Por otra parte, en el Capítulo 10, se presenta un análisis de la eficiencia del sistema de diques. Los resultados indican que las pérdidas en la distribución desde el embalse hasta el cultivo rondan el 70%.

Atento a los resultados de eficiencia, este es un aspecto de suma importancia a abordar por los distintos actores.

Bibliografía

Argentino, E. (s.f.). Argentina.gob.ar. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/ambiente/agua/humedales/sitiosramsar/vilama

DIPEC. (2024). DIPEC. Obtenido de https://dipec.jujuy.gob.ar/

INDEC. (2018). Censo Agropecuario Nacional.

INDEC. (2022). Censo Nacional Argentino.

Nación, M. d.-P. (2024). Mapoteca. Obtenido de https://mapoteca.educ.ar/.files/index.html.1.12.html

SiFAP. (2024). SiFAP. Obtenido de https://sifap.gob.ar/areas-protegidas/yungas/246

Constitución de la Nación Argentina. (2023). Argentina.

Constitución De la Provincia de Jujuy. (2023). San Salvador de Jujuy.

DPRH. (s.f.). *"Objetivos, Misión y Visión".* https://recursoshidricos.jujuy.gob.ar/institucional/.

Ley Nacional N°25.688 - "Régimen de Gestión Ambiental de Aguas". (2003). Argentina.

Ley Nacional N°26.994 - Código Civil y Comercial de la Nación Argentina. (2014). Argentina.

Ley Provincial N°161 - "Código de Aguas". (1950). San Salvador de Jujuy.

Ley Provincial N°2.427 - "Modificatoria del Código de Aguas". (1958). San Salvador de Jujuy.

Macías, F. (2003). *Régimen de Gestión Ambiental de Aguas.* https://www.marval.com/publicacion/regimen-de-gestion-ambiental-de-aguas-4914.

Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina. (2003). Argentina.

“DIPEC Jujuy, cartografía

“Plan de Aprovechamiento Multiple de los Recursos Hidricos de la alta cuenca del Rio Bermejo en la Republica Argentina”. COREBE (Diciembre del 2013)

“Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación Argentina” - https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/recursos-hidricos

“Plan Hídrico de la provincia de Jujuy” – Ing. Edgardo Sosa CFI (Enero del 2010)

“Cuenca del Rio Pilcomayo” – Paula Sarafian (Diciembre del 2005)

“COBINABE” - https://archive.iwlearn.net/cobinabe.org/cobinabe.html

SEGEMAR - Zamora Gómez, J. P., Tesis (2015)

“La cuenca del Rio Grande” - Grupo Huasamayo (Noviembre del 2000)

Alcalde, J. A. (2018). Acuífero Transfronterizo Puna, área Jujeña. *Geología y recursos naturales de la provincia de Jujuy*, 551-562.

Alcalde, J., & Alcalde, M. (1984). Exploración Hidrogeológica en la Puna, Provincia de Jujuy. *IX Congreso Geológico Argentino*, (págs. 320-324). San Carlos de Bariloche.

Alcalde, J., & Camacho, M. (1991). Geología e Hidroquímica de la Cuenca La Quiaca - Dto. Yavi. Jujuy. *Revista del Instituto de Geología y Minería*(8), 17-32.

Bassi, C. R. (2003). *Informe técnico de perforación. Compañia Minera Aguilar.* Informe técnico, Drilling Services S.A., Salta Perforaciones.

Bassi, C. R. (2003). *Informe técnico de perforación. Finca Maimará.* Informe técnico, Drilling Service S.A., Salta Perforaciones.

Baudino, G. (2014). *Estudio Hidrogeológico y Prospección Geoeléctrica en la Quebrada de Calete - Ocumazo Provincia de Jujuy.* Informe técnico, Instuto Nacional de Tecnología Industrial.

Casini, M., & Romero, F. (2022). *Balance hidrológico y modelo conceptual e hidrogeológico de superficie de la cuenca Olaroz Cauchari.* Sales de Jujuy; Minera Exar; South American Salars S.A.

Coira, B., Caffe, P., Ramírez, A., Chayle, W., Díaz, A., Rosas, S., . . . Martínez, M. (2004). *Hoja Geológica Mina Pirquitas 2366-I/2166-III.* Buenos Aires: SEGEMAR.

Consejo Federal de Inversiones. (1997). *Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades. Estudios de Fuentes de Agua Potable.*

Consejo Federal de Inversiones. (1999). *Proyecto Provisión de Agua a Pequeñas Comunidades. Informe Final.*

EC & Asociados. (2023). *Proyecto Olaroz - Cauchari. Monitoreo Ambiental Participativo Medio Físico: Aire, Agua y Suelo. 3ra Campaña-septiembre 2023.*

ECO SUELO S.R.L. (2008). *POZO N°136 SANTA CLARA. SANTA CLARA-DPTO. SANTA BARBARA-JUJUY.* Informe técnico.

ECSA S.R.L. (2023). *Relevamiento de pozos refuncionalizados en la Puna jujeña (Expediente CFI:EX-2022-00078220--CFI- GES#DC). Informe Final.* Consejo Federal de Inversiones.

Engström, K., Vahter, M., Mlakar, S., Concha, G., Nermell, B., Raqib, R., & Cardozo, A. B. (2011). Polymorphisms in arsenic (+III oxidation state) methyltransferase (AS3MT) predict gene expression of AS3MT as well as arsenic metabolism. *Environmental Health Perspectives*, 182-188.

García, R., Rocha Fasola, M., & Moya Ruiz, F. (2008). Los Recursos Hídricos Subterráneos del Sector Valles Intermontanos de la Provincia de Jujuy. *Relatorio del XVII Congreso Geológico Argentino*, (págs. 556-562). Jujuy.

GeoTec PERFORACIONES. (2011). *Perforacion Pozo Profundo. Ubicacion: Barro Negro. Provincia de Jujuy.*

Geotec PERFORACIONES. (2015). *Informe Pozo Extracción de Agua. Ubicación Santa Clara. Dpto. Santa Bárbara. Provincia de Jujuy.* Informe Técnico.

Gonzalez, M., Pereyra, F., Ramallo, E., & Tchilinguirian, P. (2003). *Hoja Geológica 2366-IV Ciudad de Libertador General San Martin, provincias de Jujuy y Salta.* Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.

Kleine-Hering, H., Meneguzzi, E., Olmedo, D., & Tejerina, E. (1995). *Proyecto Papalq: Provisión de agua potable a La Quiaca, Provincia de Jujuy. Construcción de toma de agua potable en subálveo en río La Quiaca, Paraje Yuraj. Construcción acueducto. Construcción cámara de cloración y depósitos de reserva.*

Litter, M., Ingallinella, A., Olmos, V., Savio, M., Difeo, G., Botto, L., . . . Ahmad, A. (2019). Arsenic in Argentina: Ocurrence, human health, legislation and determination. *Science of the Total Enviroment*(676), 756-766.

Morales, B., Páez, F., Córdoba, D., & Herrera, P. (2016). *Propuesta de áreas para el abastecimiento de agua industrial en Salar de Cauchari-Olaroz. Minera EXAR.*

Murray, J., Nordstrom, D., Dold, B., Romero Orué, M., & Kirschbaum, A. (2019). Origin and geochemistry of arsenic in surface and groundwaters of Los Pozuelos basin, Puna region, Central Andes, Argentina. *Science of the Total Environment*.

Rubiolo, D., Seggiaro, R., Gallardo, E., Disalvo, A., Sánchez, M., Turel, A., . . . Godeas, M. (2003). *Hoja Geológica 2366-II/2166-IV, La Quiaca. Provincias de Jujuy y Salta.* Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.

SALTA PERFORACIONES. (2000a). *Informe Técnico de Perforación. Pozo FInca Santa Clara.* Informe técnico.

SALTA PERFORACIONES. (2000b). *Informe Técnico de Perforación Pozo Planta Potabilizadora Caimancito.*

SALTA PERFORACIONES. (2001). *Informe de Perforación Pozo Escuela La Lucrecia.*

SALTA PERFORACIONES. (2003a). *Informe Técnico de Perforación. Rosario del Río Grande (Barro Negro).*

SALTA PERFORACIONES. (2003b). *Informe Técnico de Perforación Pozo C18C - Finca Cegada.*

SALTA PERFORACIONES. (2003c). *Informe Técnico de Perforación Pozo C19C - Finca Cegada.*

SALTA PERFORACIONES. (2003d). *Informe técnico de perforación Compañia Minera Aguilar.*

SALTA PERFORACIONES. (2017). *Informe Técnico Pozo Palo Blanco.*

Seggiaro, R., Aguilera, N., Amengual, R., Boso, M., Del Papa, C., Gallardo, E., . . . Sabino, I. (2019). *Hoja Geológica 2566-II, Salta. Provincia de Salta y Jujuy.* Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.

Seggiaro, R., Becchio, R., & Ramallo, E. (2015). *Hoja Geológica 2366-III Susques, provincias de Jujuy y Salta.* Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires.

Tapia, J., Murray, J., Ormachea, M., Tirado, N., & Nordstrom, D. (2019). Origin, distribution, and geochemistry of arsenic in the Altiplano-Puna plateau of Argentina, Bolivia, Chile, and Perú. *Science of the Total Enviroment*(678), 309-325.

Zamora Gómez, J. P. (2015). *Propuesta de gestión integrada del agua para riego en el distrito de Maimará, Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy, República Argentina.* Tesis de maestría, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Santa Fe.

“Diagnóstico de las áreas de Riego en la provincia de Jujuy” Convenio UTF – PROSAP (diciembre del 2014)

“Consideraciones preliminares para una gestión integrada del agua de riego en la Quebrada de Humahuaca” – Zamora Gómez J. (octubre del 2016)

“Oferta Productiva 2024” - Ministerio de Producción de Jujuy (noviembre del 2024)

“El riego en la Quebrada de Humahuaca” Jujuy. Informe técnico. Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Pequeña Agricultura Familiar, Zamora Gómez J. (enero del 2010)

“Plan Hídrico de la provincia de Jujuy” – Ing. Edgardo Sosa CFI (enero del 2010)

“El Riego en Argentina” – Chambouleyron y Morabito para el INA (2005)

“Diagnostico prospectivo del desempeño de métodos de riego en la provincia de Mendoza. Puntos de atención y estrategias de optimización”– Facultad Agraria de Mendoza para el INA (2015)

“Evapotranspiración del cultivo” - ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (2006)

“Consideraciones preliminares para una gestión integrada del agua de riego en la Quebrada de Humahuaca” – Zamora Gomez J.P. (2016)

“Diagnóstico de las Areas de Riego de la provincia de Jujuy” – UTF y PROSAP (2014)

"Ajuste de la estimación de la evapotranspiración de Hargreaves y Samani a la metodología de Penman Monteith (FAO56), para localidades del noroeste Argentino" – Facultad Agraria de Jujuy (2018)

"Plan Hídrico de la provincia de Jujuy" – Ing. Edgardo Sosa CFI (enero del 2010)

Bianchi, A. R. (2010). *Clima de Argentina: mapas digitales mensuales de precipitación y precipitación menos evapotranspiración potencial. Adenda del Atlas climático digital de la República Argentina.* Estación Experimental Agropecuaria Salta, Salta, Argentina. : INTA, Centro regional Salta Jujuy.

Casini, & Romero. (2022). *BALANCE HIDROLÓGICO Y MODELO CONCEPTUAL E HIDROGEOLÓGICO DE SUPERFICIE DE LA CUENCA DE OLAROZ CAUCHARI.*