



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

**ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA
RESTABLECIMIENTO DE DERECHOS
ANCESTRALES INDÍGENAS I Y II REGIONES**

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

**AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES**

**DIRECCION GENERAL DE AGUAS
Centro de Información Recursos Hídricos
Área de Documentación**

S.I.T. N° 73

Santiago, Septiembre del 2001

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones
Sr. Javier Etcheverry C.

Director General de Aguas
Ing. Sr. Humberto Peña T.

Jefe Departamento de Estudios y Planificación
Ing. Sr. Carlos Salazar M.

Inspector Fiscal
Ing. Sra. María Angélica Alegría C.

AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA.

Jefe del Proyecto
Ingeniero Civil Guillermo Cabrera F.

Profesionales

Juan Antonio Durán G., Ing. Civil
Milka Castro L., Antropólogo
Miguel Bahamondes P., Antropólogo
Tulio Triviño Q., Abogado
Marcelo Matthey C., Ingeniero Civil
Juan Torres C., Ingeniero Civil
Susana Pérez A., Ingeniero Civil
Cristhian Quezada C., Ingeniero Civil

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES
ÍNDICE

	Pág.
1. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES	1-1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1-1
1.2 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES.....	1-3
1.2.1 Antecedentes generales.....	1-3
1.2.2 Revisión y análisis de estudios.....	1-15
1.2.2.1 Caracterización geográfica del sistema físico ambiental de las regiones I y II.....	1-15
1.2.2.2 Caracterización antropológica de las poblaciones andinas de la I y II Regiones	1-19
1.2.2.3 Estudio "Identificación y ubicación de áreas de vegas y bofedales de las regiones I y II	1-20
1.2.2.4 Resolución Exenta DGA N°2180 del 29 de agosto de 1996.....	1-21
1.2.2.5 Resolución DGA N°909 del 28 de noviembre de 1996.....	1-21
1.2.2.6 Catastro de usuarios de cauces ubicados en la I Región 1ª Etapa.....	1-22
1.2.2.7 Catastro de usuarios de cauces ubicados en la I Región 2ª Etapa	1-22
1.2.2.8 Estudio "Modelo de simulación hidrológico operacional cuenca del río San José	1-24
1.2.2.9 "Estudio de las precipitaciones de la región de Tarapacá	1-25
1.2.2.10 "Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile I Región"	1-26
1.2.2.11 Otra Bibliografía.....	1-27
1.2.3 Antecedentes hidrológicos	1-29
1.2.3.1 Pluviometría.....	1-29
1.2.3.2 Fluvimetría.....	1-32
1.2.4 Antecedentes hidrogeológicos	1-34
1.2.5 Antecedentes geográficos, demográficos, productivos y socioeconómicos	1-34
1.2.6 Antecedentes antropológicos y de uso de suelo	1-42
1.2.6.1 Caracterización antropológica de las poblaciones andinas de la I y II Región. Chile.....	1-42
1.2.6.2 Identificación catastral y cartográfica de las tierras comunitarias y patrimoniales indígenas aymaras, e identificación, estudio y proposición de conciliación en conflictos sobre ellas en las provincias de Arica y Parinacota.....	1-42
1.2.6.3 Identificación y ubicación de áreas de vegas y	

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES
ÍNDICE (Continuación)

	Pág.
bofedales de las regiones primera y segunda	1-43
1.2.6.4 Cultura hídrica: Un caso en Chile	1-44
1.2.6.5 Componentes culturales en la gestión de recursos hídricos	1-44
1.2.6.6 El altiplano. Ciencia y conciencia en los Andes.....	1-44
1.2.6.7 Diagnóstico de las áreas rurales de las provincias de Arica y Parinacota, I Región	1-45
1.2.6.8 La vida rural en el altiplano.....	1-45
1.2.6.9 Diagnóstico y estrategia de desarrollo campesino en la I Región de Tarapacá	1-45
1.2.6.10 Ordenamiento catastral de las comunidades indígenas de las comunidades de la I Región.....	1-46
1.2.6.11 Para una etnografía del riego en Chiapa: medidas y calendario	1-46
1.2.6.12 "El desarrollo de recursos hidrológicos del altiplano ariqueño y su impacto sobre la economía ganadera de la zona"	1-46
1.2.6.13 Estudio de diagnóstico para la ordenación de cuencas de alta montaña en la provincia de Parinacota.....	1-46
1.2.6.14 Estrategia de subsistencia en Chiapa: el control de los recursos	1-47
1.2.6.15 "Ganadería aymará, ecología y forrajes", En Llamichos y Paqocheros.....	1-47
1.2.6.16 Catastro de usuarios, provincia de Parinacota	1-47
1.2.7 Antecedentes de derechos de aprovechamiento de agua	1-48
1.2.8 Antecedentes de catastros de usuarios	1-51
1.2.9 Antecedentes sobre usos.....	1-51
1.2.10 Antecedentes cartográficos	1-51
 2. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y ANÁLISIS HIDROLÓGICO ..	 2-1
2.1 INTRODUCCIÓN.....	2-1
2.2 PLUVIOMETRÍA.....	2-1
2.2.1 Introducción.....	2-2
2.2.2 Información disponible	2-2
2.2.3 Corrección y relleno de las estadísticas	2-3
2.2.3.1 Correlaciones realizadas	2-3
2.2.3.2 Patrones pluviométricos	2-3
2.2.3.3 Estadísticas definitivas	2-7
2.2.3.4 Homogeneidad de las estadísticas	2-11

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES
ÍNDICE (Continuación)

	Pág
2.2.4	Análisis de frecuencia de las estadísticas2-11
2.2.5	Análisis final de resultados2-18
2.3	FLUVIOMETRÍA.....2-22
2.3.1	Introducción.....2-22
2.3.2	Información disponible2-22
2.3.3	Corrección y relleno de las estadísticas2-23
2.3.3.1	Correlaciones realizadas2-24
2.3.3.2	Patrones fluviométricos2-24
2.3.3.3	Estadísticas definitivas2-25
2.3.3.4	Homogeneidad de las estadísticas.....2-25
2.3.4	Análisis de frecuencia de las estadísticas2-25
2.4	OFERTA DE AGUA SUBTERRÁNEA2-33
2.4.1	Antecedentes generales.....2-33
2.4.2	Descripción del área de estudio2-34
2.5	DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA2-42
2.5.1	Introducción.....2-42
2.5.2	Derechos de aprovechamiento de agua superficial.....2-42
2.5.2.1	Derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos.....2-43
2.5.2.2	Derechos de aprovechamiento de agua superficial regularizados.....2-44
2.5.2.3	Derechos de aprovechamiento de agua superficial solicitados o en trámite.....2-47
2.5.2.4	Regularizaciones de derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite.....2-48
2.5.2.5	Derechos de aprovechamiento de agua superficial con traslado del punto de captación2-49
2.5.3	Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas2-50
2.5.3.1	Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas constituidos.....2-50
2.5.3.2	Derechos de aprovechamiento de agua subterránea regularizados.....2-51
2.5.3.3	Solicitudes de derechos de aprovechamiento de agua subterránea en trámite2-53
2.5.3.4	Regularizaciones de derechos de aprovechamiento de agua subterránea en trámite.....2-54
2.5.3.5	Derechos de aprovechamiento de agua subterránea con traslado del punto de captación2-55
2.5.3.6	Permisos de exploración de agua subterránea2-56

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES
ÍNDICE (Continuación)

Pág.

2.5.4	Información de Conservadores de Bienes Raíces	2-57
3.	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CON USOS ANCESTRALES	3-1
3.1	INTRODUCCIÓN	3-1
3.2	Acerca del uso y manejo del agua y las culturas aymarás y atacameñas ...	3-3
3.3	El caso chileno	3-6
3.4	Caracterización demográfica y productiva	3-9
3.4.1	Antecedentes demográficos	3-9
3.4.2	Antecedentes agropecuarios	3-12
3.5	Caracterización social, económica y cultural de las comunidades aymarás I Región	3-19
3.5.1	Metodología para la caracterización	3-19
3.5.2	Resultados de la caracterización socioeconómica	3-20
3.5.3	Caracterización cultural relativa al uso del agua	3-21
4.	LEVANTAMIENTO DE USOS ANCESTRALES	4-1
4.1	INTRODUCCIÓN	4-1
4.2	COMUNAS DE GENERAL LAGOS Y PUTRE	4-2
4.2.1	Descripción General	4-2
4.2.2	Metodología	4-3
4.2.3	Formas organizacionales	4-7
4.2.4	Técnicas de uso del agua	4-7
4.2.5	Tignamar y Belén (Comuna de Putre)	4-8
4.2.6	Sector Altiplánico... ..	4-9
4.2.7	Putre. (Provincia de Parinacota)	4-10
4.2.7.1	Organización para el riego	4-10
4.2.7.2	Tecnología (técnicas de riego e infraestructura)	4-11
4.2.8	Socoroma	4-12
4.2.8.1	Organización del riego en relación a los ciclos de cultivos	4-13
4.2.8.2	Riego	4-14
4.2.8.3	Terminología vernacular del riego	4-15
4.2.8.4	Aspectos organizacionales del riego	4-16
4.2.8.5	Repartición de aguas por sectores	4-17
4.2.8.6	Organización de los trabajos de mantenimiento de la infraestructura de riego	4-17
4.2.8.7	La propiedad del recurso	4-18
4.3	COMUNAS DE COLCHANE Y PICA	4-18
4.3.1	Descripción General	4-18

**ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES
ÍNDICE (Continuación)**

	Pág
4.3.2 Metodología.....	4-21
4.3.3 Levantamiento de Terreno	4-22
4.3.4 Formas Organizacionales	4-24
4.3.5 Técnicas de uso del agua	4-24
4.4 AFOROS.....	4-26
4.5 CONCLUSIONES ACERCA DE LOS USOS ANCESTRALES.....	4-27
 5. DISPONIBILIDADES DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS ÁREAS CON USOS ANCESTRALES.....	 5-1
5.1 INTRODUCCIÓN.....	5-1
5.2 SECTORIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5-2
5.3 OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS.....	5-3
5.3.1 Introducción.....	5-3
5.3.2 Relación precipitación – escorrentía	5-3
5.3.3 Estadística fluviométricas generadas en cuencas sin control	5-7
5.3.4 Disponibilidad de recursos hídricos.....	5-9
5.4 DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS	5-13
5.4.1 Bofedales.....	5-13
5.4.2 Praderas.....	5-14
5.4.3 Lagunas	5-15
5.4.4 Áreas cultivadas.....	5-15
5.4.5 Agua potable.....	5-16
5.4.6 Bebida para ganado.....	5-16
5.5 DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA	5-17
5.6 DEMANDAS, DISPONIBILIDAD Y DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA POR SUBCUENCA	 5-18
5.6.1 Río Caracarani en Humapalca (Subcuenca 1).....	5-18
5.6.1.1 Disponibilidad de recursos (l/s).....	5-18
5.6.1.2 Demanda de recursos	5-18
5.6.1.3 Derechos de aprovechamiento de agua.....	5-19
5.6.2 Río Lluta en Alcérreca (Subcuenca 2).....	5-21
5.6.2.1 Disponibilidad de recursos (l/s).....	5-21
5.6.2.2 Demanda de recursos	5-21
5.6.2.3 Derechos de aprovechamiento de agua.....	5-22
5.6.3 Confluencia de ríos Putani y Coipacoipani (Subcuenca 3).....	5-23
5.6.3.1 Disponibilidad de recursos	5-23
5.6.3.2 Demanda de recursos	5-23
5.6.3.3 Derechos de aprovechamiento de agua.....	5-24

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES
ÍNDICE (Continuación)

	Pág.
5.6.4 Río Caquena en Anantacollo (Subcuenca 4)	5-25
5.6.4.1 Disponibilidad de recursos	5-25
5.6.4.2 Demanda de recursos	5-25
5.6.4.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-26
5.6.5 Río Lluta en Socoroma (Subcuenca 5)	5-27
5.6.5.1 Disponibilidad de recursos	5-27
5.6.5.2 Demanda de recursos	5-27
5.6.5.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-28
5.6.6 Río Lauca en Mitsune (Subcuenca 6)	5-30
5.6.6.1 Disponibilidad de recursos	5-30
5.6.6.2 Demanda de recursos	5-30
5.6.6.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-31
5.6.7 Río Chusiavida en Lauca (Subcuenca 7)	5-32
5.6.7.1 Disponibilidad de recursos	5-32
5.6.7.2 Demanda de recursos	5-32
5.6.7.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-33
5.6.8 Río Lauca en Cerro Pucará (Subcuenca 8)	5-34
5.6.8.1 Disponibilidad de recursos	5-34
5.6.8.2 Demanda de recursos	5-34
5.6.8.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-35
5.6.9 Río Tignamar en Pachami (Subcuenca 9)	5-36
5.6.9.1 Disponibilidad de recursos	5-36
5.6.9.2 Demanda de recursos	5-36
5.6.9.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-37
5.6.10 Río Todos los Santos de Chinchillani (Subcuenca 10)	5-39
5.6.10.1 Disponibilidad de recursos	5-39
5.6.10.2 Demanda de recursos	5-39
5.6.10.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-40
5.6.11 Río Sitani en Pisiga (Subcuenca 11)	5-41
5.6.11.1 Disponibilidad de recursos	5-41
5.6.11.2 Demanda de recursos	5-41
5.6.11.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-42
5.6.12 Río Cariquima en Pisiga Baquedano (Subcuenca 12)	5-44
5.6.12.1 Disponibilidad de recursos	5-44
5.6.12.2 Demanda de recursos	5-44
5.6.12.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-45
5.6.13 Confluencia de Ríos Aroma y Macurquima (Subcuenca 13)	5-46
5.6.13.1 Disponibilidad de recursos	5-46

**ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES
ÍNDICE (Continuación)**

	Pág.
5.6.13.2 Demanda de recursos	5-46
5.6.13.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-47
5.6.14 Confluencia de Ríos Ocacucho y Socaya (Subcuenca 14)	5-48
5.6.14.1 Disponibilidad de recursos	5-48
5.6.14.2 Demanda de recursos	5-48
5.6.14.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-49
5.6.15 Río Collacagua en Chaquina (Subcuenca 15)	5-50
5.6.15.1 Disponibilidad de recursos	5-50
5.6.15.2 Demanda de recursos	5-50
5.6.15.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-51
5.6.16 Aporte al Salar del Huasco (Subcuenca 16)	5-52
5.6.16.1 Disponibilidad de recursos	5-52
5.6.16.2 Demanda de recursos	5-52
5.6.16.3 Derechos de aprovechamiento de agua	5-53
5.7 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	5-54
 6. PROCEDIMIENTO PARA REGULARIZACIÓN DE DERECHOS CON USOS ANCESTRALES.....	 6-1
 7. INFORME LEGAL DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE LAS COMUNIDADES INDÍGENAS	 7-1
7.1 INTRODUCCIÓN.....	7-1
7.2 REGULARIZACIONES DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE LAS COMUNIDADES INDÍGENAS.....	7-3
7.2.1 Arica. Primera Región	7-3
7.2.2 Iquique, Primera Región.....	7-4
7.2.3 Segunda Región.....	7-4
7.3 COMUNIDADES DE AGUAS EXISTENTES EN SECTORES EN QUE COMUNIDADES INDÍGENAS HAN REGULARIZADO DERECHOS DE APROVECHAMIENTO.....	7-4
 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 8-1
8.1 CONCLUSIONES.....	8-1
8.2 RECOMENDACIONES.....	8-3

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES

ÍNDICE DE CUADROS

Nº CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
1.2-1	Población Total y Rural de las Comunas del Área de Estudio	1 – 4
1.2-2	Estaciones Pluviométricas Área de Estudio I Región	1 - 30
1.2-3	Períodos de Registros de las Estadísticas Pluviométricas	1 – 31
1.2-4	Estaciones Pluviométricas en el Área de Estudio I Región	1 – 32
1.2-5	Períodos de Registros de las Estadísticas Pluviométricas	1 – 33
1.2-6	Resumen de Localidades y Habitantes Existentes en el Área de Estudio	1 – 36
1.2-7	Localidades Existentes en el Área de Estudio	1 – 37
1.2-8	Resumen de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas Constituidos (Diciembre 1998)	1 – 49
1.2-9	Resumen de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales Constituidos (Diciembre 1998)	1 – 49
1.2-10	Principales Cauces con Derechos de Aprovechamiento de Agua en las Regiones I y II	1 – 50
2.2-1	Resumen de Correlaciones de Series de Precipitaciones Anuales	2 – 5
2.2-2	Estadísticas Definitivas de las precipitaciones anuales	2 – 9
2.2-3	Resumen de Resultados del Análisis de Frecuencia Precipitaciones Mensuales de Estaciones de Patrones Pluviométricos	2 – 14
2.2-4	Resumen Análisis de Frecuencia de precipitaciones anuales	2 – 16
2.2-5	Comparación Promedio de Precipitaciones Anuales	2 – 19
2.2-6	Medias Móviles de Precipitaciones Anuales	2 – 20
2.3-1	Estadísticas Pluviométricas Corregidas y Rellenadas	2 – 24
2.3-2	Resumen de Resultados de Análisis y Frecuencia, Caudales Medios Mensuales	2 – 28

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES

ÍNDICE DE CUADROS (Continuación)

Nº CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
2.5-1	Resumen de Derechos de Aprovechamiento de Agua Superficial Constituidos, en el Área de Estudio	2 – 44
2.5-2	Resumen de Derechos de Aprovechamiento de Agua Superficial Regularizados, en el Área de Estudio	2 – 45
2.5-3	Determinación del Porcentaje del Caudal de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales Constituidos o Regularizados a Comunidades Indígenas	2 – 47
2.5-4	Resumen de Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento de Agua Superficial en Trámite, en el Área de Estudio	2 – 48
2.5-5	Resumen de Regularizaciones de Derechos de Aprovechamiento de Agua Superficial en Trámite, en el Área de Estudio	2 – 49
2.5-6	Resumen de Derechos de Aprovechamiento de Agua Superficial con Traslado del Punto de Captación, en el Área de Estudio	2 – 50
2.5-7	Resumen de Derechos de Aprovechamiento de Agua Subterránea Constituidos, en el Área de Estudio	2 – 51
2.5-8	Resumen de Derechos de Aprovechamiento de Agua Subterránea Regularizados, en el Área de Estudio	2 – 52
2.5-9	Porcentaje del Caudal de Derechos de Aprovechamiento de Agua Subterránea Constituido o Regularizado a Comunidades Indígenas, en el área de estudio	2 – 53
2.5-10	Resumen de Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento de Agua Subterránea en Trámite, en el Área de Estudio	2 – 54
2.5-11	Resumen de Regularizaciones de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas en Trámite, en el Área de Estudio	2 – 55
2.5-12	Resumen de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas con Traslados del Punto de Captación en el Área de Estudio	2 – 56
2.5-13	Resumen Permisos de Exploración de Aguas Subterráneas en el Área de Estudio	2 – 56

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES

ÍNDICE DE CUADROS (Continuación)

Nº CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
3.4-1	Población por Provincia	3 – 10
3.4-2	Población por Comunas	3 – 11
3.4-3	Población por Etnia	3 – 12
3.4-4	Explotaciones Agrícolas por Comuna	3 – 13
3.4-5	Explotaciones por Comuna y Tamaño	3 – 14
3.4-6	Tenencia de la Tierra para una Única Forma de Tenencia	3 – 15
3.4-7	Tenencia de la Tierra para más de una Forma de Tenencia	3 – 16
3.4-8	Uso del Suelo	3 – 17
3.4-9	Superficie bajo Riego	3 – 17
3.4-10	Ganado por Tipo y Comuna	3 – 18
3.4-11	Personal en las Explotaciones por Comuna	3 – 19
4.2-1	Distribución de la Superficie Cultivable por Localidades	4 – 2
4.3-1	Población Ganadera de las Comunas Colchane y Pica	4 – 20
4.3-2	Comparación entre listado de pueblos según el IGM y levantamiento de terreno	4 – 23
5.2-1	Subcuencas Consideradas para el Estudio	5 – 2
5.3-1	Antecedentes para la Calibración de los Coeficientes A y B	5 – 5
5.3-2	Método de generación de caudales en subcuencas con usos ancestrales	5 – 8
5.3-3	Caudales Medios Anuales determinados para cada subcuenca	5 – 9
5.3-4	Caudal Medio Mensual a la salida de cada subcuenca Probabilidad de excedencia 50%	5 – 10
5.3-5	Caudal Medio Mensual a la salida de cada subcuenca Probabilidad de excedencia 85%	5 – 10
5.3-6	Resumen de Escorrentía Generada por Balances Hídricos	5 – 12
5.4-1	Coeficientes medios de cultivo	5 – 16
5.6-1	Recursos Disponibles, río Caracarani en Humapalca	5 – 18
5.6-2	Demanda total río Caracarani en Humapalca	5 – 19
5.6-3	Derechos de Aprovechamiento de Agua Superficial río Caracani en Humapalca	5 – 20
5.6-4	Recursos disponibles, Río Lluta en Alcérreca	5 – 21
5.6-5	Demandas río Lluta en Alcérreca	5 – 22

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES

ÍNDICE DE CUADROS (Continuación)

Nº CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
5.6-6	Derechos de aprovechamiento de agua superficial, río Lluta en Alcérreca	5 – 22
5.6-7	Recursos disponibles, confluencia Putani y Coipacoipani	5 – 23
5.6-8	Demandas, confluencia Putani y Coipacoipani	5 – 24
5.6-9	Derechos de Agua Superficial, Confluencia Putani y Coipacoipani	5 – 24
5.6-10	Recursos disponibles río Caquena en Anantacollo	5 – 25
5.6-11	Demandas, río Caquena en Anantacollo	5 – 26
5.6-12	Derechos de aprovechamiento de agua superficial Río Caquena en Anantacollo	5 – 26
5.6-13	Recursos disponible, río Lluta en Socoroma	5 – 27
5.6-14	Demanda de cultivos, río Lluta en Socoroma	5 – 27
5.6-15	Demandas río Lluta en Socoroma	5 – 28
5.6-16	Derechos de agua superficial, río Lluta en Socoroma	5 – 29
5.6-17	Recursos disponibles, río Lauca en Mitsune	5 – 30
5.6-18	Demandas río Lauca en Misitune	5 – 31
5.6-19	Derechos de aprovechamiento de agua superficial, río Lauca en Misitune	5 – 31
5.6-20	Derechos de aprovechamiento de agua subterránea, río Lauca en Misitune	5 – 32
5.6-21	Recursos disponibles, río Chusiavida en Lauca	5 – 32
5.6-22	Demandas río Chusiavida en Lauca	5 – 33
5.6-23	Derechos de aprovechamiento de aguas superficiales Río Chusiavida en Lauca	5 – 33
5.6-24	Recursos disponibles, río Lauca en Cerro Pucará	5 – 34
5.6-25	Demandas Río Lauca en Cerro Pucará	5 – 35
5.6-26	Derechos de agua superficial, Río Lauca en Cerro Pucará	5 – 35
5.6-27	Recursos disponibles, río Tignamar en Pachami	5 – 36
5.6-28	Demanda de cultivos, río Tignamar en Pachami	5 – 36
5.6-29	Demandas río Tignamar en Pachami	5 – 37
5.6-30	Derechos de agua superficial, río Tignamar en Pachami	5 – 38
5.6-31	Recursos disponibles, río Todos Los Santos en Chinchillani	5 – 39
5.6-32	Demandas río Todos los Santos en Chinchillani	5 – 40
5.6-33	Derechos de aprovechamiento de agua, río Todos los Santos en Chinchillani	5 – 40
5.6-34	Recursos disponibles, río Sitani en Pisiga	5 – 41
5.6-36	Demanda de cultivos, río Sitani en Pisiga	5 – 41

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES

ÍNDICE DE CUADROS (Continuación)

Nº CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
5.6-37	Demandas río Sitani en Pisiga	5 – 42
5.6-38	Derechos de Aprovechamiento de agua Superficial Río Sitani en Pisiga	5 – 43
5.6-39	Recursos Disponibles, río Cariquima en Pisiga Baquedano	5 – 44
5.6-40	Demandas de cultivos, río Cariquima en Pisiga Baquedano	5 – 44
5.6-41	Demandas río Cariquima en Pisiga Baquedano	5 – 45
5.6-42	Derechos de aprovechamiento de agua, río Cariquima en Pisiga Baquedano	5 – 45
5.6-43	Recursos disponibles, confluencia de ríos Aroma Y Macurquima	5 – 46
5.6-44	Demandas confluencia de ríos Aroma y Macurquima	5 – 47
5.6-45	Derechos de aprovechamiento de agua superficial, confluencia de ríos Aroma y Macurquima	5 – 47
5.6-46	Recursos disponibles, confluencia de ríos Ocacucho y Socaya	5 – 48
5.6-47	Demandas confluencia Ocacucho y Socaya	5 – 49
5.6-48	Derechos de agua, confluencia Ocacucho y Socaya	5 – 49
5.6-49	Recursos disponibles, río Collacagua en Chaquina	5 – 50
5.6-50	Demandas río Collacagua en Chaquina	5 – 51
5.6-51	Derechos de agua, río Collacagua en Chaquina	5 – 51
5.6-52	Recursos disponibles, aporte al Salar del Huasco	5 – 52
5.6-53	Demandas aporte Salar del Huasco	5 – 53
5.6-54	Derechos de aprovechamiento de agua superficial Aporte Salar del Huasco	5 – 53
5.6-55	Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, Aporte Salar del Huasco	5 – 53
5.7-1	Resumen Balance para subcuenca Nº1, Río Caracarani en Humapalca	5 – 54
5.7-2	Resumen Balance para subcuenca Nº2, Río Lluta en Alcérreca	5 – 55
5.7-3	Resumen Balance para subcuenca Nº3, Confluencia Ríos Putani y Coipacoipani	5 – 55
5.7-4	Resumen Balance para subcuenca Nº4, Río Caquena en Anantacollo	5 – 55
5.7-5	Resumen Balance para subcuenca Nº5, Río Lluta en Socoroma	5 – 55

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES

ÍNDICE DE CUADROS (Continuación)

Nº CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
5.7-6	Resumen Balance para subcuenca Nº6, Río Lauca en Misitune	5 – 55
5.7-7	Resumen Balance para subcuenca Nº7, Río Chusiavida en Lauca	5 – 56
5.7-8	Resumen Balance para subcuenca Nº8, Río Lauca en Cerro Pucará	5 – 56
5.7-9	Resumen Balance para subcuenca Nº9, Río Tignamar en Pachami	5 – 56
5.7-10	Resumen Balance para subcuenca Nº10, Río Todos los Santos en Chinchillani	5 – 56
5.7-11	Resumen Balance para subcuenca Nº11, Río Sitani en Pisiga	5 – 56
5.7-12	Resumen Balance para subcuenca Nº12, Río Cariquima en Pisiga Baquedano	5 – 57
5.7-13	Resumen Balance para subcuenca Nº13, Confluencia de Ríos Aroma y Macurquima	5 – 57
5.7-14	Resumen Balance para subcuenca Nº14, Confluencia de Ríos Ocacucho y Socaya	5 – 57
5.7-15	Resumen Balance para subcuenca Nº15, Río Collacagua en Chaquina	5 – 57
5.7-16	Resumen Balance para subcuenca Nº16, Aporte Salar Del Huasco	5 – 57

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
1.2-1	Sectores de Poblamiento	1 – 17
1.2-2	Patrones de Uso del Suelo	1 – 18
2.2-1	Zonas Pluviométricas	2 – 6
2.2-2	Curvas Doble Acumuladas	2 – 13
2.2-3	Curvas de Variación Estacional	2 – 17
2.2-4	Medias Móviles de Precipitaciones Anuales	2 – 21
2.3-1	Curvas Doble Acumuladas, Caudal Medio Anual Específico	2 – 27
2.3-2	Curvas Doble Acumuladas, Caudal Medio Anual Específico	2 – 27
2.3-3	Curvas de Variación Estacional	2 – 31
3.1-1	Límites Comunales en el Área de Estudio	3 – 2
4.2-1	Canales de Putre	4 – 4
4.2-2	Canales en Surasurane	4 – 5
4.2-3	Bofedal Putani	4 – 6
5.3-1	Coeficiente Angular “A” en función de la superficie de la cuenca	5 – 5
5.3-2	Coeficiente libre “B” en función del volumen medio Anual de precipitaciones	5 – 6
5.3-3	Validación de relación Q-P	5 – 6

ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES

ÍNDICE DE FOTOS

Nº FOTO	TÍTULO	PÁGINA
1.2-1	Baños de Turi	1 – 5
1.2-2	Estanque de Regulación en la Ciudad de Belén	1 – 7
1.2-3	Estanque San Pedro de Atacama	1 – 8
1.2-4	Embalse Conchi	1 – 8
1.2-5	Infraestructura de Riego de San Pedro de Atacama	1 – 9
1.2-6	Terrazas Cultivadas de Ayquina	1 – 10
1.2-7	Bofedales Parque Nacional Lauca	1 – 11

**ACTUALIZACIÓN RECURSOS HÍDRICOS PARA RESTABLECIMIENTO DE
DERECHOS ANCESTRALES INDÍGENAS. I Y II REGIONES**

ÍNDICE DE PLANOS

Nº PLANO	TÍTULO	ESCALA
1.2-1	Estaciones Pluviométricas en el Área de Estudio	1:500.000
1.2-2	Estaciones Fluviométricas en el Área de Estudio	1:500.000
1.2-3	Ubicación de Pueblos y Caseríos del Área de Estudio, Lámina 1/4	1:250.000
1.2-3	Ubicación de Pueblos y Caseríos del Área de Estudio, Lámina 2/4	1:250.000
1.2-3	Ubicación de Pueblos y Caseríos del Área de Estudio, Lámina 3/4	1:250.000
1.2-3	Ubicación de Pueblos y Caseríos del Área de Estudio, Lámina 4/4	1:250.000
2.2-1	Isoyetas Anuales con 50% de Probabilidad de Excedencia	1:500.000
2.5-1	Derechos de Aprovechamiento de Agua I Región, Lámina 1/5	1:100.000
2.5-1	Derechos de Aprovechamiento de Agua I Región, Lámina 2/5	1:100.000
2.5-1	Derechos de Aprovechamiento de Agua I Región, Lámina 3/5	1:100.000
2.5-1	Derechos de Aprovechamiento de Agua I Región, Lámina 4/5	1:100.000
2.5-1	Derechos de Aprovechamiento de Agua I Región, Lámina 5/5	1:100.000
2.5-2	Derechos de Aprovechamiento de Agua II Región, Lámina 1/4	1:250.000
2.5-2	Derechos de Aprovechamiento de Agua II Región, Lámina 2/4	1:250.000
2.5-2	Derechos de Aprovechamiento de Agua II Región, Lámina 3/4	1:250.000
2.5-2	Derechos de Aprovechamiento de Agua II Región, Lámina 4/4	1:250.000
3.3-1	Cartografía Área de Influencia de los Pueblos Aymarás, Comunas de General Lagos y Putre	1:500.000
3.5-1	Caracterización Preliminar Área de Influencia de los Pueblos Aymarás en la I Región	1:500.000
4.3-1	Cartografía Área de Influencia de los Pueblos Aymarás, Comunas de Colchane y Pica, Lámina 1/3	1:100.000
4.3-1	Cartografía Área de Influencia de los Pueblos Aymarás, Comunas de Colchane y Pica, Lámina 2/3	1:100.000
4.3-1	Cartografía Área de Influencia de los Pueblos Aymarás, Comunas de Colchane y Pica, Lámina 3/3	1:100.000
5.1-1	Cuencas Definitivas y Aforo, Lámina 1/2	1:250.000
5.1-1	Cuencas Definitivas y Aforo, Lámina 2/2	1:250.000

CAPÍTULO 1

RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES

1 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo presenta los resultados de las actividades de recopilación de antecedentes, presentando en forma organizada la información relevante, la que proviene tanto de estudios previos como de información recopilada especialmente para este trabajo.

Básicamente, y con el fin de cumplir con el objetivo del estudio, dicha recopilación se refiere a los antecedentes relativos a la situación de uso del agua en las comunidades aymara y atacameñas de la I y II Regiones.

A continuación se resumen los principales temas tratados en cada una de las secciones en que se estructuró el capítulo:

La Sección 1.2.1 contiene antecedentes generales acerca de la situación de los pueblos aymara y atacameños y su relación con el agua, a través del tiempo y la geografía. Esta información ha sido usada por los antropólogos especialistas para sus descripciones de la concepción del agua en cuanto a su uso y su propiedad, lo que resulta de interés para entender las formas en que dichos conceptos pueden ser homologados a aspectos legales y administrativos vigentes.

La Sección 1.2.2 contiene un resumen y un análisis crítico de los estudios recopilados que tienen relevancia para el presente trabajo.

En la Sección 1.2.3 se describen los antecedentes hidrológicos recopilados. Se consideran principalmente las estadísticas de fluvimetría y pluviometría en los sectores de interés, esto es, cuencas de los sectores altiplánicos de la I Región y parte de la II Región, especialmente en las áreas que abarcan las comunas de General Lagos, Putre, Colchane y Pica en la I Región y parte de Ollagüe y Calama en la II Región. Esta información ha sido utilizada para determinar las disponibilidades de recursos y los balances correspondientes.

En la Sección 1.2.4 se reseñan los antecedentes sobre aguas subterráneas, considerando aspectos geológicos, geofísicos, hidrogeológicos y de la situación catastral de las captaciones de agua subterránea.

En la Sección 1.2.5 se resumen los antecedentes geográficos, demográficos, productivos y socioeconómicos disponibles, para las zonas de interés de las I y II Regiones. Estos antecedentes se utilizaron posteriormente para el estudio de localización de las comunidades indígenas, y otros antecedentes tales como cantidad de ganado existente y otros.

En la Sección 1.2.6 se presentan los antecedentes en las materias de antropología y uso del suelo contenidas en estudios antropológicos de las poblaciones andinas de la I y II Regiones.

La Sección 1.2.7 se refiere a los antecedentes sobre derechos de agua que han sido recopilados tanto en el nivel central como regional de la Dirección General de Aguas y en los Conservadores de Bienes Raíces de la I y II Regiones. Esta información da cuenta del estado oficial de asignación de derechos de aguas a las comunidades indígenas.

En la Sección 1.2.8 se entrega una visión resumida de los antecedentes existentes en materia de catastros de usuarios en la zona de interés, lo que entrega antecedentes sobre el grado de uso del agua para fines de riego en el área de estudio.

En la Sección 1.2.9 se describen los antecedentes recopilados en materia de obras de aprovechamiento y usos del recurso hídrico en las localidades Aymara y Atacameñas.

Finalmente, en la Sección 1.2.10 se indican los antecedentes cartográficos disponibles, generados en estudios previos efectuados en la zona de estudio, y que han sido utilizados para el presente trabajo.

1.2 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

1.2.1 Antecedentes generales

En las Regiones Primera y Segunda, particularmente en el paisaje altiplánico y prealtiplánico, existen muchos pequeños asentamientos cuyos habitantes tienen un claro pasado cultural aymara o atacameño, con lo cual forman parte de las minorías étnicas indígenas que habitan en nuestro territorio y que han conservado características culturales diferentes del resto del país.

En relación con la ubicación geográfica, las comunidades Aymara y Atacameñas presentan un patrón absolutamente discontinuo; se trata de pequeños poblados emplazados en oasis, desde la cuenca del río Lluta por el Norte hasta el Salar de Atacama por el Sur.

El territorio de los Aymara comprendía todos los terrenos de los valles de la precordillera (sierra), de la puna andina o altiplanicies ubicadas entre los 3.000 y 4.000 m.s.n.m., y de los sectores litorales, hasta el sector del río Loa superior por el sur. Por otro lado, los Atacameños estaban circunscritos al área del gran Salar de Atacama, con algunas proyecciones hacia el río Loa medio y superior, enmarcados por el cinturón defensivo de los pucarás (fuertes) de Turi, Lasana y Quitor entre otros. El territorio Atacameño parece no haber traspuesto mayormente la frontera del río Loa. En consecuencia, en el sector del río Loa se dio el encuentro de las culturas en la forma de un mestizaje étnico y cultural.

Hacia el norte de Cariquima e Isluga se ha calificado como el último refugio hasta donde han podido replegarse los Aymara contemporáneos.

De acuerdo con el último censo disponible (1992), el total de la población del área de estudio ascendía a 132.961 habitantes. Excluyendo la población del distrito de Chuquicamata (sólo hay población urbana) y la urbana de Calama, Pica y Putre, la cifra anterior se reduce a 10.298 habitantes, que corresponde a la población rural de las 7 comunas de estudio. De la cifra anterior, un 48 % se localiza en la I Región y un 52 % en la II Región. Las mayores concentraciones de población rural se producen, en la I Región, en los distritos de Visviri en la comuna de General Lagos (480 hab), Putre en la comuna del mismo nombre (434 hab), Isluga en la comuna de Colchane (1.121 hab), Pica en la comuna homónima (396 hab); y en la II Región las mayores poblaciones rurales se concentran en los distritos de Ollagüe comuna del mismo nombre (355 hab), Calama en la comuna de Calama (2.076 hab) y en San Pedro de Atacama en la comuna homónima (1.596 hab).

Respecto a las poblaciones de las comunas de estudio, éstas se desglosan en población total y rural, de acuerdo con lo señalado en el resultado del

Censo de 1992, según se indica en el Cuadro 1.2-1. La población rural es la relevante para los fines del presente estudio.

Cuadro 1.2-1. Población total y rural de las comunas del área de estudio

Comuna	Población Total (hab)	Población Rural (hab)
General Lagos	1.012	1.012
Putre	2.803	1.600
Colchane	1.555	1.555
Pica	2.512	745
Ollagüe	443	443
Calama	121.807	2.115
San Pedro de Atacama	2.829	2.829
Total	132.961	10.299

Por otra parte, al comparar las poblaciones rurales de las comunas de interés con respecto a años anteriores, se puede afirmar que se ha ido produciendo un paulatino descenso de éstas. Los motivos de las cada vez mayores migraciones a poblados o centros urbanos que se han ido produciendo, se pueden explicar a través de las siguientes dos razones principales:

- 1: Producto del gran desarrollo minero ocurrido en las últimas décadas, especialmente en la II Región, la población más joven ha emigrado en busca de un mejoramiento económico. Lo señalado se ha podido constatar claramente en la zona de la quebrada de Camarones, en la I Región, donde actualmente existe muy poca población joven.
- 2: Debido al desarrollo de grandes proyectos mineros y gasíferos en la zona de estudio, en especial en la II Región y en forma creciente en los últimos años en la I Región, se ha producido una mayor demanda de agua necesaria para el desarrollo de dichos proyectos, lo que ha traído consigo un aumento de las extracciones de recurso superficial y subterráneo en algunas cuencas de estudio, y en muchos casos dichas extracciones se han producido aguas arriba de los principales poblados aymara y atacameños. Dicha explotación de agua ha significado una merma en los recursos hídricos que las comunidades señaladas han utilizado desde tiempos inmemoriales para su sustento, desarrollo de siembras, crianza de animales, consumo humano, etc. Producto de lo anterior, se han producido también emigraciones a centros urbanos.

Foto 1.2-1 Baños de Turi (250 Km al Noreste de Antofagasta, frente a Tocopilla)



La actitud comunitaria arraigada en los pueblos indígenas ha sido fundamental para su sobrevivencia. Sin embargo, representa también un aspecto vulnerable en relación con el aprovechamiento legal de las aguas, habida cuenta que el régimen regulatorio establecido por la legislación especial, esto es, el Código de Aguas, sólo reconoce titularidad o propiedad para el uso y goce de los recursos hídricos existentes en las fuentes naturales a las personas naturales o jurídicas pero no a las comunidades antropológicas.

El régimen legal de las aguas ha generado numerosos conflictos de intereses entre las comunidades indígenas y las empresas mineras, toda vez que estas últimas, recurriendo al ordenamiento legal vigente, han adquirido en propiedad los derechos de aprovechamiento respectivos que las facultan para usar y gozar de los correspondientes caudales del recurso para el desarrollo de sus actividades productivas.

El ejercicio de tales derechos se encuentra amparado por la Constitución y la ley, lo cual en la práctica se ha traducido en que dichos derechos se han ejercido de manera preferente respecto de los usos ancestrales o consuetudinarios de los indígenas.

Con todo, esta situación ha sido mitigada con la promulgación de la Ley Indígena, que reconoce a las comunidades como sujetos de derecho, facilitando de esta forma la regularización de los usos ancestrales del agua, de suerte que sus derechos se encuentran tutelados de la misma forma que aquéllos de las empresas mineras.

El aludido proceso de regularización se ha llevado a cabo por CONADI, organismo estatal creado por la aludida Ley Indígena.

Respecto de los aspectos culturales más relevantes de los grupos indígenas aymarás y atacameños, éstos dicen relación con su concepción comunitaria tanto del trabajo como del aprovechamiento de los recursos naturales, lo cual se encuentra fuertemente asociado a su espíritu religioso y ceremonial de la relación Hombre-Medio. La actitud comunitaria ha sido fundamental para la sobrevivencia del poblamiento indígena en los sectores altiplánicos y prealtiplánicos, particularmente en lo que se refiere a la regulación del acceso al uso y manejo de los recursos naturales, especialmente del agua, pastos y tierra.

Las formas concretas de regulación de esta relación por parte de la comunidad tienen que ver con: a) la mita, o sistema de riego por turnos, en el caso del uso del agua; b) uso del agua en distintos ambientes agroclimáticos dentro del área de la comunidad y c) complementación multiecológica respecto a la actividad pastoril, vale decir, acceso a los bofedales, tolar y pastos de temporada.

Tanto la agricultura como la ganadería tienen estrecha dependencia del manejo del agua, por lo cual es en este aspecto donde la actitud comunitaria o más bien la asociación comunitaria adquiere su máxima expresión como institución cultural base.

Cabe destacar la actitud ambientalista que presentan estos pueblos, de tal manera que cualquier actividad no coordinada con el sistema natural y con el resto del grupo social, puede provocar un desequilibrio que genere un fuerte deterioro del medio.

Respecto al uso del agua en riego, todas las comunidades cuentan con una organización local: en todas las comunidades existe una persona encargada del reparto del agua y control de riego, llámese alguacil, repartidor, comisario, etc.

Desde tiempos ancestrales el sistema de aplicación de riego ha sido gravitacional y de una muy baja eficiencia a nivel predial. No obstante ello, las aguas derramadas superficialmente y los escurrimientos subsuperficiales que afloran hacia aguas abajo, son captados por otras personas que las utilizan en nuevo riego, lo que se traduce en que la eficiencia global a nivel de sector es muy alta. En general, los poblados disponen de estanques de regulación nocturna (ver Foto 1.2-2 y Foto 1.2-3) y algunos disponen de embalses de regulación de tamaño considerable, (ver Foto 1.2-4), de manera que los sistemas consisten por lo general en una barrera rústica de

captación desde quebradas o vertientes, y un canal de conducción hacia el estanque, más el sistema de canales de distribución (ver Foto 1.2-5).

Foto 1.2-2. Estanque de regulación en la localidad de Belén (Precordillera I Región)



Foto 1.2-3. Estanque San Pedro de Atacama



Foto 1.2-4. Embalse Conchi (50 Km al Noreste de Calama)

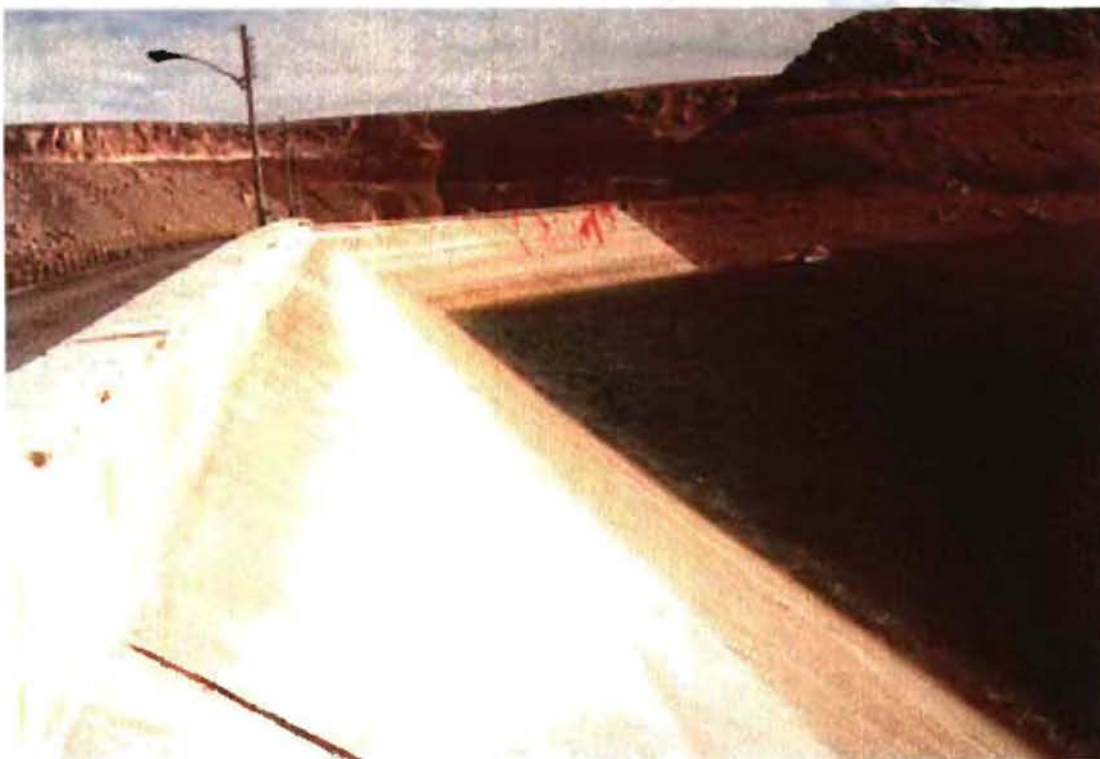
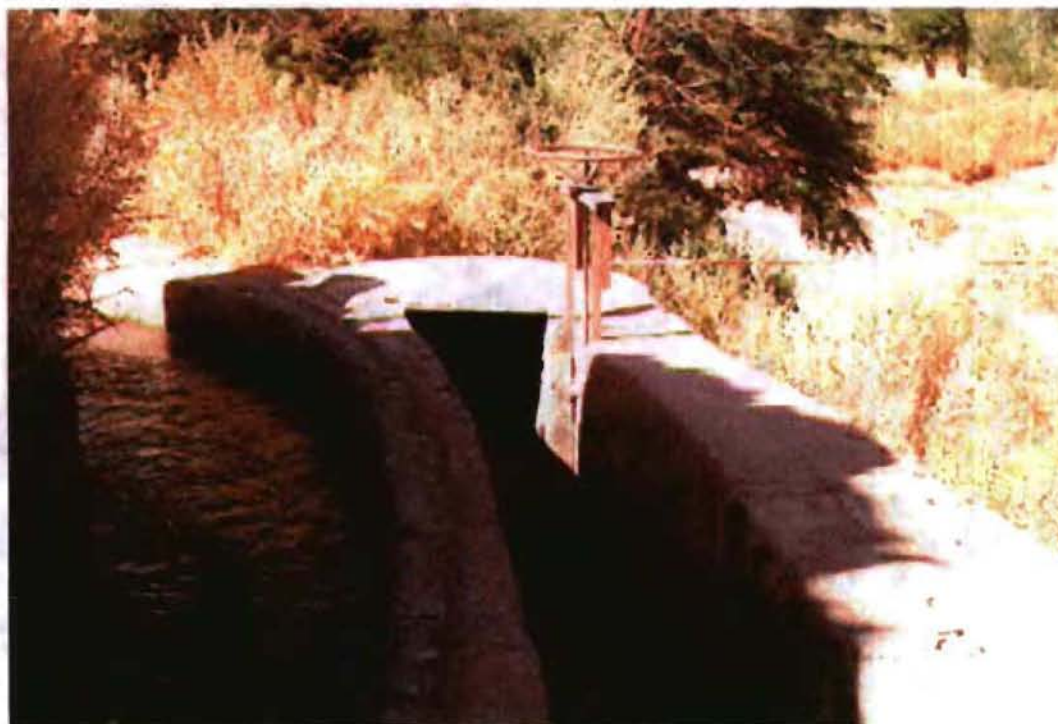


Foto 1.2-5. Infraestructura de Riego en San Pedro de Atacama



Desde los canales señalados, la distribución del agua se realiza por acequias matrices, que se construyen a lo largo de las laderas bordeando la zona más alta para cubrir la mayor superficie de riego. Al menos en los poblados precordilleranos de la I Región las instituciones públicas y otras entidades del ramo han tenido participación en el revestimiento de las acequias matrices, logrando disminuir las pérdidas por conducción, aumentar la frecuencia de riego y la dotación del recurso en las zonas a regar, optimizando el uso del agua, la productividad y agilizando el sistema de turnos que se emplea en las organizaciones de regantes de la zona.

Respecto de los métodos de riego utilizados, se emplean los siguientes:

- **Surco:** Se emplea principalmente en el maíz, orégano, papas y verduras en general.
- **Inundación:** Se emplea para regar pequeñas áreas, ubicadas en forma escalonada a través de la ladera de los cerros, en las que se cultivan orégano y verduras en general (ver Foto 1.2-6)
- **Tendido:** Lo aplican sólo en la alfalfa y en mayores superficies para orégano.

Foto 1.2-6. Terrazas Cultivadas en Ayquina



El sistema de riego que se emplea en todas las comunidades de regantes en la precordillera es el sistema de turnos, que consiste en regar por un cierto período de tiempo con todo el caudal disponible, el cual se calcula de acuerdo con la superficie agrícola que posee cada agricultor. Una vez terminado el riego de su predio (o turno), le corresponde el riego al agricultor siguiente, manteniendo así una serie unifilar de turnos que finaliza cuando el último agricultor riega su predio. En años secos, se da preferencia con los turnos a aquellos cultivos más sensibles, regándose los menos sensibles a veces hasta cada 6 meses. Esto no guarda relación con la actual legislación del agua, sino con la forma de ser solidaria de estos pueblos.

Los recursos de agua de las quebradas desde las cuales se capta el recurso para riego, tienen directa relación con las precipitaciones de verano, y sobre la base de ellas se predice el comportamiento de los recursos de la quebrada el resto del año. Si el año es muy seco, o las lluvias se concentran en un período de tiempo muy breve, las comunidades indígenas saben que el recurso irá disminuyendo hasta agotarse en un mes específico, antes de fin de año. Con este antecedente pueden programar las superficies a regar en los diferentes turnos, dando prioridad a los cultivos más rentables.

Otro caso corresponde el riego de los bofedales (ver Foto N° 1.2-7), praderas que sustentan el pastoreo de auquénidos en los meses en que se secan las escasas forrajeras efímeras de la estepa. El sistema de regadío empleado por los indígenas en este caso, sobre todo en los bordes del bofedal, permite evitar la aparición de sales y por lo tanto cambios en la composición botánica.

Foto 1.2-7. Bofedales Parque Nacional Lauca (confluencia río Vizcachani con río Lauca)



El riego de los bofedales se da en el subsistema altiplánico húmedo de la I Región (sobre los 4.000 m.s.n.m.), lo que significa una importante actividad de pastoreo. En dicha zona, por existir abundante lluvia en verano (invierno boliviano), el bofedal se da de un color muy verde. Hacia el sur (II Región), debido a la disminución de las lluvias y a la existencia de abundantes salares, desaparece el bofedal y aparece la vega.

Los aymara son un pueblo agroganadero, dedicado al cultivo de papas, maíz, yuca, ají, maní y calabazas, todo ello complementado con el manejo de rebaños, artesanía de tallado en piedra y tejidos de lana de llama y alpaca.

El subsistema climático altiplánico húmedo es el que concentra la mayor parte de los habitantes dedicados al pastoreo. Los centros poblados más conocidos ubicados en este subsistema: Visviri, Caquena, Parinacota, Guallatire, Colchane, entre otros, están todos ligados a la actividad pastoril. Un ejemplo de esto es lo que ocurre en General Lagos donde no se registran cultivos, desarrollándose la actividad ganadera en zonas clasificadas como pradera natural.

En los poblados de Putre y Belén se desarrollan sistemas productivos compuestos por alfalfa, orégano, papa y maíz – choclo.

Al norte de Cariquina e Isluga se verifica actividad agrícola hasta alturas superiores a las registradas al sur de este límite. Existe un rico ambiente forrajero – ganadero, complementado con animales menores y ausencia de plantas de semilla. Al sur de este límite, en cambio, el ambiente forrajero es más deprimido y es complementado con plantas de recolección y molienda.

Las tierras que se ubican sobre los 4.000 m.s.n.m, al sur de Isluga y hasta el Salar de Atacama, son tan secas y de tan bajas temperaturas, que no resultan habitables por el año completo y sólo se usan como sectores de pastoreo y caza ocasional.

Los pueblos atacameños ubicados en los alrededores de San Pedro de Atacama se **caracterizan por** sus labores agrícolas, desarrollando un patrón agropecuario mixto, es decir, se producen en proporciones más o menos similares chacras (predominantemente el cultivo de papas, maíz y calabazas), hortalizas, frutales y pastos.

Los terrenos cultivables aparte de este oasis son muy exigüos y las aguas escasas, lo cual los llevó a la construcción de centenares de terrazas o andenes de cultivos. La ganadería la practican en menor grado.

Es importante señalar que respecto a las costumbres de pastoreo y agricultura de los aymara y atacameños, éstas se han mantenido desde tiempos inmemoriales.

De acuerdo con lo señalado hasta ahora, se puede aseverar que el agua ha tenido un papel fundamental en el desarrollo biológico, social y económico de los habitantes altoandinos, es decir, los hombres se comunican, perpetúan y desarrollan su conocimiento y actitudes frente al recurso hídrico.

Con la llegada de los conquistadores europeos, la relación con la naturaleza y entre los hombres cambió, subordinándose al paradigma extranjero. Desde entonces los pueblos andinos se mantienen en diferente estado de transformación, dependiendo de la posición estructural de cada grupo.

La población de estas minorías étnicas, por vivir durante muchos siglos en regiones deficitarias en recursos de agua, ha desarrollado un espíritu comunitario en su relación con los elementos que le ofrece el medio, pudiéndose identificar al menos tres características:

- 1: Al recurso agua le han otorgado una valoración propia de su cultura, con connotaciones de tipo religioso y como instrumento de sanación. Incluso en algunas comunidades de la II Región existen especialistas en ceremonias de agua (puricamane). En este sentido, la comunidad puede cortar el uso de agua para riego a los miembros de la comunidad que no colaboren en las tareas comunes.
- 2: Han desarrollado una actitud solidaria respecto del uso y acceso del recurso, durante los problemas generados por los períodos de sequía o cuando se trata de cultivos nuevos.
- 3: Han desarrollado una concepción agroecológica en cuanto al uso del agua para la agricultura y la ganadería. No conciben el agua separada de la tierra, por lo tanto no se da la venta de tierras separadas del agua o al revés, nadie compra agua si no tiene tierras. Se puede ejemplificar la actitud agroecológica de la comunidad con el caso del pueblo de Socoroma, donde existen tres ambientes distintos en los cuales las familias tienen derecho al uso del suelo y del agua: un ambiente donde se cultivan exclusivamente las papas, debido a la rigurosidad del clima; otro ambiente a orillas de los cursos de agua, donde se localizan básicamente los campos de alfalfa, por la presencia de mayor humedad y abrigo del sector y un tercer ambiente cerca del pueblo donde se cultivan fundamentalmente orégano, maíz, y chacras diversas, en terrenos con exposición norte.

De lo anterior se concluye que el acceso al uso del agua tiene una fuerte raigambre consuetudinaria. Luego, en ese sentido, uno de los principales objetivos del estudio consiste en efectuar una formulación metodológica para implementar procedimientos de reconocimiento de derechos y/o usos de las aguas ancestrales y de antigua data de las comunidades involucradas, en concordancia con las disposiciones del Código de Aguas, con el propósito de asegurar la permanencia de tales derechos en la comunidad.

Uno de los grandes méritos de las sociedades andinas, han sido los sistemas de irrigación y las formas para organizarse y controlar el agua. Esto último era lo que daba poder a las autoridades de las comunidades, y no la posesión de la tierra.

El desecamiento progresivo de vegas y bofedales y la disminución de recursos hídricos en quebradas desde las cuales se capta el agua para regadío, producto de la instalación de grandes proyectos mineros (industria del cobre) y

turísticos, puede provocar según diversos autores que los pueblos aymara y atacameños sean absorbidos por el proceso de modernización del país, provocando principalmente los siguientes hechos:

- 1: Despoblamiento de las quebradas altas.
- 2: Que la población emigre hacia las urbes.
- 3: Que se abandonen las terrazas de cultivo y la ganadería.
- 4: Que se generen condiciones hostiles de vida para la población.
- 5: Que se produzca la destrucción de un medio ambiente frágil.

Finalmente, se debe tomar en cuenta claramente, que el agua es el elemento del sistema natural que explica la permanencia de los ecosistemas de oasis, bofedales y praderas, y por lo tanto explica la permanencia de un poblamiento humano y de una serie de actividades económicas dentro de este territorio. Por ello, se debe asegurar la sustentabilidad ambiental de estos sistemas de vida para consolidar la permanencia en el tiempo de un sistema natural de carácter único en el mundo y de elevada fragilidad, puesto que una intervención mal planificada puede redundar en un daño irreversible del sistema, lo que puede acarrear pérdidas en la capacidad productiva del medio natural y un deterioro definitivo del medio social y humano.

1.2.2 Revisión y análisis de estudios

Como parte importante de la revisión de los antecedentes relacionados con el presente estudio, se efectuó un análisis crítico de los principales y más recientes estudios existentes para la zona. Se entregan resúmenes con las principales conclusiones de cada uno de ellos, señalándose aquellos aspectos que son de utilidad para el desarrollo del presente trabajo.

1.2.2.1 Caracterización geográfica del sistema físico ambiental de las regiones I y II¹

El objetivo perseguido por este estudio fue generar una base de información, a partir de antecedentes físico-ambientales y culturales, que permitiesen adecuar la legislación general contenida en el Código de Aguas, a las condiciones específicas de los territorios áridos y altiplánicos, favoreciendo así la aplicación de medidas tendientes a la conservación y preservación de los recursos naturales escasos en un sistema ambiental equilibrado.

Se describen las características del sistema físico-ambiental del área de estudio, haciendo referencia a la subdivisión del territorio en subsistemas: altiplánico húmedo o septentrional, altiplánico transicional, puna, altiplánico árido o meridional, litoral, pampa, precordillera, fosas prealtiplánicas.

Los antecedentes culturales se identificaron mediante patrones de relación hombre-medio, de acuerdo con características ecoculturales en materia de poblamiento: el primer patrón corresponde al poblamiento tipo "occidental", asociado al litoral, agrupando a las grandes ciudades (Arica, Iquique y Antofagasta) de base industrial y actividad portuaria dominante; el segundo sector se refiere a la parte oriental, asociado a la cordillera de Los Andes y al Altiplano, de poblamiento prehispánico aymará y atacameño de base económica predominantemente agropecuaria complementada con artesanía y por último se distingue un tercer sector caracterizado por un vacío demográfico y cultural, denominado tradicionalmente como "despoblado de Atacama", asociado a la actividad minera. En la Figura 1.2-1 se presenta esquemáticamente la ubicación de las zonas indicadas.

Por otro lado, se definen patrones de uso agropecuario, distinguiendo en patrones ganaderos dominantes y de uso agrícola dominante. En la Figura 1.2-2, se muestra los patrones de uso de suelo reconocidos.

¹ Caracterización geográfica del sistema físico ambiental de las regiones I y II, MOP – DGA, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Departamento de Geografía. Diciembre de 1991

Entre las principales conclusiones del estudio, se destaca el reconocimiento de los sistemas identificados en el área de estudio como de elevada fragilidad, por cuanto una intervención mal planificada, que no considere la condición holística de los sistemas, puede redundar en un daño irreversible, lo cual puede acarrear pérdidas en la capacidad productiva del medio natural y un deterioro definitivo del medio social y humano.

Del estudio se obtuvo información sobre uso del recurso, a través de la definición de los aspectos culturales más relevantes de los sectores en que se subdivide el sistema altiplánico: la actividad desarrollada, la actitud frente al recurso (comunitaria y agroecológica), patrón de uso de suelo, las prácticas locales (trashumancia y riego de bofedales). También se consideró el medio natural como limitante del uso del recurso.

Como antecedentes cartográficos, se utilizó 12 láminas del estudio que muestran y apoyan los resultados alcanzado, y que contienen información sobre uso del suelo, hidrografía, áreas silvestres protegidas y unidades territoriales del sistema físico-ambiental, cultural y de las unidades de gestión resultantes.

Además fue utilizado para definir características generales en el área de estudio, así como antecedente en materia de obras de aprovechamiento.

FIGURA 1.2-1

SECTORES
DE POBLAMIENTO

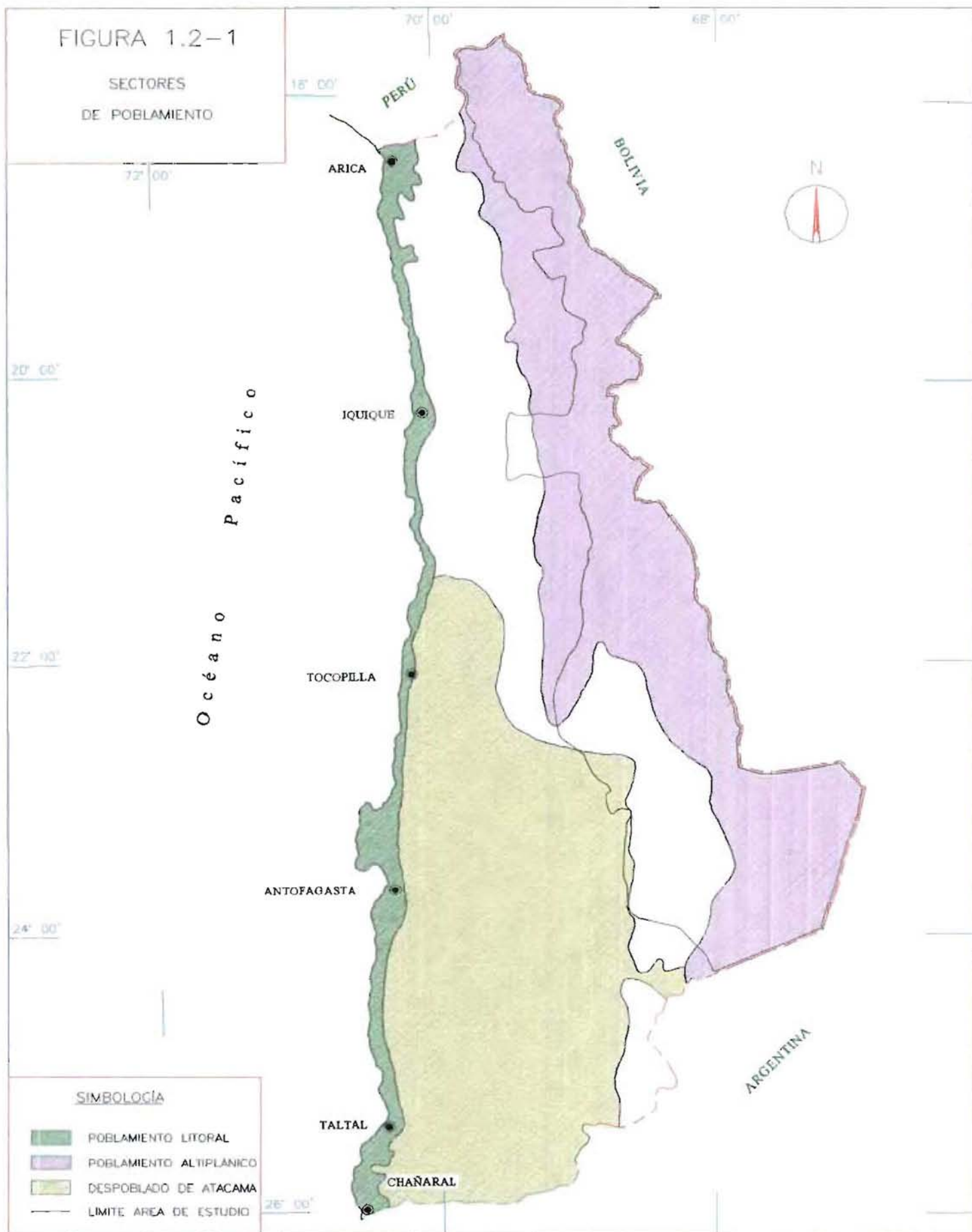
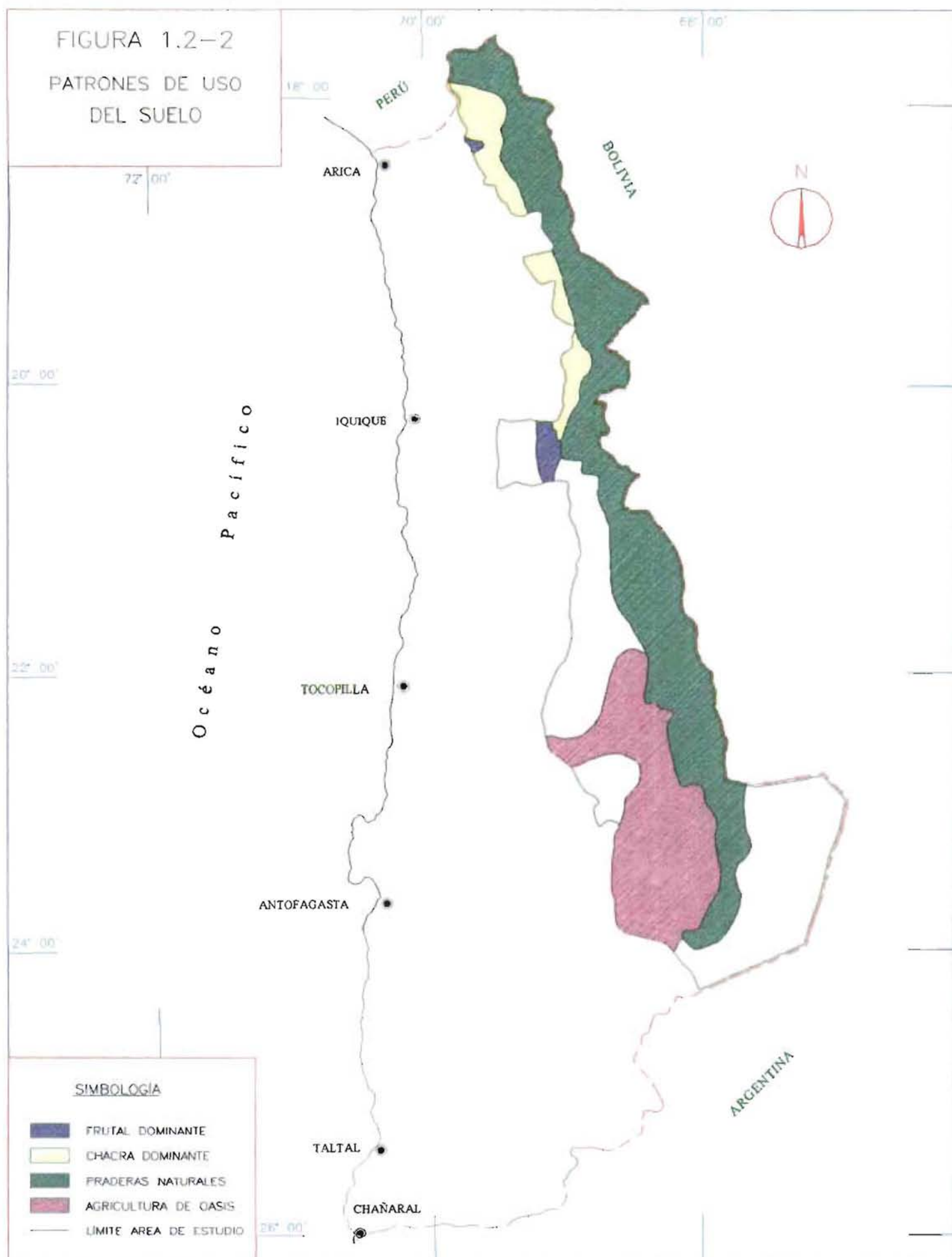


FIGURA 1.2-2
PATRONES DE USO
DEL SUELO



1.2.2.2 Caracterización antropológica de las poblaciones andinas de la I y II Regiones².

Este estudio realiza una caracterización cultural aplicando una metodología que da cuenta de una "cultura hídrica", además de ofrecer un enfoque para evaluar el impacto ambiental destacando los aspectos socioculturales. Dicha cultura hídrica es analizada en tres planos: material tecnológico (el agua como elemento del ambiente y como componente de las bases materiales de la sociedad), organizacional (las relaciones entre las unidades sociales reconocidas, el control que tienen sobre el recurso y sus componentes normativos) e ideológico (la valoración que el hombre le da al recurso agua, la percepción y conocimiento que tienen de él).

Por otra parte, en este estudio se tratan a nivel regional las siguientes caracterizaciones: físico-ambiental, demográfica, situación socioeconómica y agroganadera.

Quizá uno de los aspectos más relevantes de este estudio para el trabajo es la caracterización socioeconómica y productiva (agroganadera) efectuada para la totalidad de las comunas de la I y II Región, a partir de información censal disponible a la fecha (Censo de Población y Vivienda 1982 y anteriores; Censo Agropecuario 1974-75 y anteriores). Si se considera que ya se dispone de información para periodos más recientes (Censo población 1992 y proyecciones; Censo agropecuario 1996-97) sería factible actualizar el análisis y caracterizar la nueva situación.

Del mismo modo se puede proceder en el caso de la presencia del conjunto de actores que operan en el territorio andino y entre los cuales se establecen relaciones de competencia en torno al agua. Los mismos autores han trabajado recientemente en una investigación orientada a identificar y caracterizar "hitos" culturales que avalen la ocupación ancestral que ha hecho la población andina de un determinado territorio. Ello ha requerido actualizar la información contenida en mapas, específicamente la referida a: derechos de aguas otorgados, derechos de exploración de aguas y solicitudes mineras.

Además, se realiza un estudio de casos de los pueblos andinos y su cultura hídrica. Para ello, las áreas de estudio fueron seleccionadas considerando un criterio de representatividad, basado en divisiones administrativas y formas de explotación de los recursos. En este sentido, se seleccionaron las siguientes áreas: Tignamar, Caquena, Chiapa, Ancuaque, Ayquina y Turi.

²Caracterización antropológica de las poblaciones andinas de la I y II regiones, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología, Unidad de Estudios Rurales. Convenio Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales y DGA – MOP, 1991

En cada una de estas áreas se efectuó un levantamiento cartográfico que incorporó tres niveles de análisis:

- 1: Cuenca o subcuenca
- 2: Área de intervención antrópica, delimitada por el área que cubre la red de canales.
- 3: Área bajo riego, con detalle de las bocatomas, canales principales y sus derivados.

Con la finalidad de incorporar un análisis exploratorio de impacto ambiental, a través de la detección de cruce de información, se elaboraron dos planos, uno de la Región de Tarapacá y otro en la Región de Antofagasta, que contienen la información que se señala a continuación:

- a) Asentamientos poblados: ciudades, pueblos y caseríos.
- b) Fuentes de agua
- c) Vegas altoandinas
- d) Solicitudes de agua
- e) Concesiones de explotación minera

Además se elaboraron seis planos de sistemas de riego, correspondientes a cada una de las áreas representativas seleccionadas: Tignamar, Caquena, Chiapa, Ancuaque, Ayquina y Turi. Su representación se presenta a diferentes escalas, entre 1:4.000 y 1:20.000, incorporando los tres niveles de análisis antes mencionados.

Por último, cabe destacar, que este estudio considera en un marco histórico, la legislación gubernamental respecto al agua, que afectó a los pueblos andinos y los efectos que la puesta en vigencia del Código de Aguas les ocasionó; a través de la ruptura de la relación agua-tierra y su reconocimiento como un derecho de propiedad privada.

1.2.2.3 Estudio "Identificación y ubicación de áreas de vegas y bofedales de las Regiones I y II"³.

El objetivo principal de este estudio fue identificar, ubicar geográficamente y caracterizar las vegas y bofedales de las Regiones I y II.

A través de este estudio se identificaron 131 bofedales y 8 vegas en la Región de Tarapacá y 164 vegas en la Región de Antofagasta.

³ Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile - DGA, 1993.

Básicamente el estudio permitió reconocer y ubicar los bodefales presentes en las zonas de interés, lo que posibilita la estimación de las demandas evapotranspirativas de las cuencas y subcuencas consideradas para el cálculo de demandas.

1.2.2.4 Resolución Exenta DGA N° 2180 del 29 de agosto de 1996

Esta Resolución aprueba el informe final del estudio denominado "Delimitación de acuíferos de vegas y bofedales de las Regiones de Tarapacá y Antofagasta" elaborado por el Departamento de Estudios y Planificación de la DGA, 1996.

El objetivo perseguido por este estudio fue identificar los límites de las unidades hidrogeológicas que sustentan las áreas de vegas y de bofedales identificados en el estudio "Identificación y ubicación de áreas de vegas y bofedales de las Regiones I y II".

Este estudio contiene 51 láminas con bases cartográficas 1:50.000 del I.G.M., en donde se encuentran delimitados los acuíferos que alimentan dichas vegas y bofedales, además, de 13 láminas de ubicación general a escala 1:250.000.

En forma conjunta y como complemento del estudio anterior, esta información permitió dimensionar los bofedales identificados anteriormente, para así estimar sus demandas.

1.2.2.5 Resolución DGA N° 909 del 28 de noviembre de 1996

A través de esta Resolución son identificadas y delimitadas las zonas que corresponden a los acuíferos que alimentan áreas de vegas y de los llamados bofedales en las regiones de Tarapacá y de Antofagasta.

Esta Resolución se orienta a la protección de los humedales citados, puesto que sustentan ecosistemas únicos y frágiles que se hace necesario conservar y preservar. Su dictación se constituye en el fundamento para resolver solicitudes de autorización de exploraciones de aguas subterráneas de dichas zonas, en el sentido de entender dichas áreas como zonas de prohibición para mayores extracciones que las ya autorizadas o para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento respecto de ellas.

Las zonas acuíferas identificadas y delimitadas, son aquellas que alimentan las vegas y bofedales y son individualizadas en la presente Resolución, en

base a su nombre y coordenada UTM de un punto representativo. La ubicación y deslindes precisos de cada una de las zonas corresponden a aquellos que efectivamente se representan en los mapas indicados en cada caso y que forman parte integrante del estudio "Delimitación de Acuíferos de Vegas y Bofedales de las Regiones de Tarapacá y Antofagasta", DGA, 1996.

La información anterior ha sido utilizada como fuente de información hidrogeológica y como valioso antecedente legal en materia de derechos de aprovechamiento de aguas en el área de estudio.

1.2.2.6 Catastro de usuarios de cauces ubicados en la I Región, 1ª Etapa⁴.

El Objetivo principal del catastro fue contar con antecedentes sobre la cantidad y características de los usuarios de cauces de la región de Tarapacá.

El área de estudio comprendió: por el norte el límite internacional Chile-Perú; al oriente el límite internacional Chile – Bolivia, el extremo meridional de las Quebradas de Tarapacá y Coscaya (20° 09' de latitud sur); al occidente el Océano Pacífico.

El catastro de usuarios significó la aplicación de 2.568 encuestas, distribuidas principalmente en las quebradas cercanas a la localidad de Putre, el sector de Socoroma y el valle del río Lluta.

El informe final está compuesto de 16 volúmenes, de los cuales los volúmenes I a XIV contienen el catastro general y los dos últimos los planos catastrales y archivos magnéticos.

1.2.2.7 Catastro de usuarios de cauces ubicados en la I Región, 2ª Etapa⁵.

El catastro de usuarios significó la aplicación de 2.933 encuestas a un total de 3.749 regantes, distribuidos principalmente en la cuenca del río San José, quebrada de Vitor y río Camarones. En todas las áreas indicadas, se consideraron los usuarios de aguas de ríos, esteros, socavones, vertientes, quebradas, pozos, cauces de derrames y de drenaje.

La superficie regada catastrada fue de 3.851,19 hectáreas, con una longitud total de 5.225,64 kilómetros de canales reconocidos.

⁴ Cade- Idepe, DGA, 1992.

⁵ Cade Idepe, DGA, 1993- 1994.

El área de estudio comprendió:

Provincia de Arica y Parinacota:

- Hoya del río San José
- Quebrada de Vitor o Chaca
- Quebrada de Camarones
- Río Lauca

Provincia de Iquique:

- Hoya del río Cancosa
- Salar de Huasco
- Salar de Pintados
- Quebrada de Tarapacá
- Quebrada de Tiliviche

El informe final está compuesto de 10 volúmenes, de los cuales el primero de ellos contiene una descripción del área de estudio, listado de tranques menores, memorias y proyectos de parcelación, características generales de los suelos y su uso y características hidrológicas; los volúmenes I a X contienen el catastro general y en 19 archivadores los planos catastrales, encuestas y archivos magnéticos.

De dichos estudios se obtuvo información catastral de los usuarios de aguas de ríos, esteros, socavones, vertientes, quebradas, pozos, cauces de derrames y de drenaje en la región de Tarapacá.

Además, dichos estudios proporcionan información sobre las obras de aprovechamiento a lo largo de todos los canales catastrados en la Primera Región. En el caso de las bocatomas se señala su ubicación, un croquis de la obra y una descripción de la misma. También se dispone de información de los embalses menores existentes y se cuenta con un catastro de pozos, consistente en un listado con todas las características hidráulicas, tipo de uso y ubicación.

Por último, se utilizaron los planos catastrales de este estudio y el descrito en la sección anterior, que comprenden por el norte el límite internacional Chile- Perú; al oriente el límite internacional Chile – Bolivia, el extremo meridional de las Quebradas de Tarapacá y Coscaya (20° 09' de latitud sur); al Occidente el Océano Pacífico.

1.2.2.8 Estudio "Modelo de simulación hidrológico operacional cuenca del río San José"⁶.

El estudio tuvo como objetivo principal el de disponer de una herramienta de análisis y planificación que permitiese evaluar diferentes situaciones de interés y que se constituyese en una ayuda en la toma de decisiones relacionadas con el aprovechamiento óptimo, integral y multisectorial de los recursos hídricos de las cuencas en estudio, tanto superficiales como subterráneos.

El área de estudio se encuentra en la I Región del país e incluye el sistema hidrográfico superficial y subterráneo de las cuencas de los ríos San José y Lauca, desde el cual se exporta agua a la hoya del primero, abarcando la franja completa desde el sector altiplánico hasta el mar.

Este estudio de modelación cuenta con información pluviométrica, fluviométrica, geológica, uso de aguas subterráneas, niveles de agua, catastral, recarga y descarga, demandas de recursos hídricos del valle de Azapa y el río Lauca, que fue utilizado en los análisis hidrológicos del estudio.

Entre las principales conclusiones de este estudio, se encuentran:

El modelo de operación del sistema Lauca-Azapa es una herramienta desarrollada para el análisis y planificación del aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales, para poder determinar finalmente las recargas del acuífero del valle de Azapa que se originan en el uso del agua para regadío de los distintos escenarios que se desee analizar. El modelo, que simula la operación del sistema Lauca-Azapa incluyendo la regulación de la laguna Cotacotani ubicada en la cuenca del río Lauca, se procesó para el período histórico de los años hidrológicos 1967/68 a 1993/94 con el objeto de conocer el comportamiento del sistema para las condiciones actuales de infraestructura y demandas de riego del área abastecida por el canal de Azapa.

Para una determinada demanda de riego del área abastecida por el Canal Azapa, el modelo permite conocer la operación resultante de la laguna Cotacotani, caracterizada por sus afluentes, evaporaciones, entregas efectuadas, vertimientos y estados finales, además de los caudales captados por el canal Lauca, el caudal sobrante del río Lauca en la bocatoma del canal Lauca, los caudales con que contaría el canal Azapa junto con el porcentaje de satisfacción de su demanda y el caudal sobrante del río San José en la bocatoma del canal.

⁶Luis Arrau Del Canto – Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., DGA, 1997.

Se desarrollaron métodos de pronósticos basados en métodos estadísticos convencionales. Estos se realizaron para estimar los recursos de los afluentes a la laguna Cotacotani, de los aportes netos de las Ciénagas de Parinacota y de la cuenca del río San José, a partir del comienzo de la temporada de riego, estimando el volumen de escorrentía total y los caudales medios mensuales de dicha temporada, con la posibilidad de ir actualizándose mensualmente a medida que se recopila mayor información.

Se elaboraron dos modelos de simulación independientes, los cuales permiten determinar el comportamiento de los sistemas acuíferos asociados al Valle de Azapa y al sector costero de Arica, y a gran parte del sector altiplánico del río Lauca. Con ello es posible estudiar diversas situaciones en la explotación de los recursos subterráneos y cuantificar sus efectos, tanto en los niveles freáticos o piezométricos como en los flujos y balances globales de agua; determinar balances parciales por zonas y flujos que intervienen; incorporar nuevas captaciones o modificar sus reglas de operación y ensayar distintas condiciones hidrológicas reflejadas en distintas tasas medias de infiltración desde zonas de riego y cauces.

1.2.2.9 "Estudio de las precipitaciones de la región de Tarapacá⁷"

El objetivo específico de este estudio fue obtener un mapa de isoyetas de precipitaciones anuales promedio para la Región, y establecer recomendaciones para el mejoramiento de la red pluviométrica regional.

Se consideró como período de análisis el comprendido entre 1961/62 y 1980/81, seleccionándose cuatro patrones pluviométricos para el área de estudio:

- Patrón A: Visviri, Villa Industrial, Humapalca y Alcérreca.
- Patrón B: Caquena, Isla Blanca, Cotacotani, Cotacotani en Desagüe, Parinacota, Chucuyo, Chungará (Endesa) y Chungará (DGA).
- Patrón C: Murmuntane, Cámara de Carga Central Chapiquiña, Central Chapiquiña, Chapiquiña y Belén.
- Patrón D: Guatacondo, Copaquire, Collahuasi y Ujina.

De acuerdo con las Curvas Doble Acumuladas, se detectaron cambios de pendiente en casi la totalidad de las estaciones. Sin embargo, estos cambios se consideraron significativos sólo en las estaciones Parinacota, Caquena y Puquíos, los que fueron corregidos por los métodos tradicionales.

⁷ ICC-CONIC, DGA, 1982

Posteriormente, y con el objeto de disponer de mayores antecedentes para el trazado de isoyetas, se determinaron relaciones precipitación-altura, presentándolas gráficamente a escalas aritméticas. En el análisis se concluyó que es posible identificar tendencias más o menos definidas si se agrupan las estaciones según bandas transversales de latitud, delimitando áreas homogéneas de definición de relaciones precipitación – altura. Las áreas homogéneas identificadas fueron las siguientes:

Sector Norte: corresponde al área de la cuenca del Lluta y queda representado por las estaciones Lluta, Central Retén, Puquíos, Alcérreca, Villa Industrial y Humapalca.

Sector Central: comprende por una parte la zona de la Pampa del Tamarugal hasta la latitud 19° 50', hasta aproximadamente la Quebrada de Tarapacá y las cuencas de Caquena-Cosapilla, Lauca, Chungará, Azapa, Vitor, Surire, Camiña, Cariquina-Isluga y Cancosa.

Sector Sur: corresponde a la zona sur de la quebrada de Tarapacá hasta la quebrada de Guatacondo inclusive, pero excluyendo la cuenca altiplánica de Cancosa.

Sobre la base de estas tres relaciones se pudo constatar la variación regional de las precipitaciones con la latitud.

Finalmente, se trazaron las isoyetas medias anuales teniendo en consideración las precipitaciones medias anuales de cada estación, la orografía y las relaciones precipitación-altura.

De este estudio se utilizaron las estadísticas pluviométricas corregidas y rellenadas presentadas.

1.2.2.10 “Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile I Región”⁸

Este estudio se orientó al establecimiento de series homogéneas y consistentes de caudales medios mensuales en estaciones fluviométricas localizadas en la I Región, y seleccionadas por la Dirección General de Aguas.

Se corrigieron y rellenaron las estadísticas fluviométricas seleccionadas considerando como período de análisis el comprendido entre los años 1960/61 y 1989/90.

⁸ Prisma Ingeniería Ltda., DGA, 1992

Para el relleno se consideraron correlaciones y regresiones lineales simples entre las estadísticas a rellenas y una estadística base seleccionada, de acuerdo con el siguiente orden de preferencia:

- Estación pluviométrica del mismo cauce.
- Estación pluviométrica de otro cauce de la misma hoya.
- Estación pluviométrica de una cuenca vecina.

También se consideró la posibilidad de emplear estadísticas pluviométricas, pero finalmente esto no fue necesario.

Se procuró, en todo caso, que las relaciones de áreas aportantes a las respectivas estaciones no fueran mayores que 1:4.

En la mayoría de los casos se consideraron rectas que pasan por el origen, habiendo sin embargo algunas excepciones. Entre ellas están: Río Desaguadero en Cotacotani, Río Guallatire en Guallatire y Quebrada Piga en Collacagua, que corresponden a cauces regulados por lagos, lagunas y bofedales.

En general, las estaciones consideradas no se encuentran afectadas por obras de regulación ni extracciones significativas aguas arriba. La única excepción la constituye la estación Río Lauca en Japu, que se encuentra afectada por las extracciones del canal Lauca. En este caso, la restitución a régimen natural se realizó con los datos de la estación Canal Lauca en Km 3,3.

Los patrones pluviométricos considerados fueron los siguientes:

Hoya Río Lluta: Colpitas en Alcérreca, Caracarani en Alcérreca, Lluta en Alcérreca, Lluta en Tocontasi.

Hoya Río Lauca: Caquena en Vertedero, Desaguadero Cotacotani, Lauca en Japu y Guallatire en Guallatire.

De este estudio se utilizaron algunas las estadísticas pluviométricas corregidas y rellenas presentadas.

1.2.2.11 Otra Bibliografía

Por último, se revisaron en términos generales otros estudios cuyo listado se entrega a continuación.

- Hidrografía de las Zonas Desérticas de Chile. Wulf Klohn, 1972.
- VI Censo Nacional Agropecuario, Resultados Preliminares. INE, 1997.
- Código de Aguas.
- Catastro de Usuarios de Cauces Ubicados en la I Región, 1ª Etapa. REG Ingenieros Consultores, DGA, 1992.
- Riego y Cultura en los Andes del Norte de Chile: un estudio de caso. Castro, Milka. Trabajo presentado al Encuentro Internacional de Geoecología de Montañas. Santiago. 1991.
- Componentes Culturales en la Gestión de Recursos Hídricos. Castro, Milka et al. Report Studies. UNESCO/PARIS. 1990.
- Agua, Visión Andina y Usos Campesinos. Editorial Hisbol. Greslou, F. La Paz. 1900.
- Agricultura a los 4.000 metros. En Albo, X. (compilador) Raíces de América. El Mundo Aymará. Mamani, Manuel. Editorial Alianza. Madrid. 1998
- Zonificación Altitudinal Geomorfológica e Hídrica de la Vertiente Andina Occidental en la Región Limitrofe Chileno- Peruana. Abele, G. En Revista de Geografía Norte Grande. Nº 8 pp.3-25. 1981.
- Geología y Recursos Minerales del Departamento de Arica. Salas, R. Et al. Boletín Nº 21. Instituto de Investigaciones Geológicas, Chile. 1966.
- Zonificación altitudinal Geomorfológica e Hídrica de la Vertiente Andina Occidental en la Región Limitrofe Chileno – Peruana. Abele, G. En Revista de Geografía Norte Grande. Nº 8 pp 3-25. 1981.
- Diagnóstico Agrícola de la Provincia de El Loa. Consecol, Secretaría Regional de Planificación y Coordinación II Región. Santiago, Chile. 1988.
- Desarrollo de los Recursos Hidráulicos en el Norte Grande, Chile. Harza. Engineering Company International, S.A. Proyecto CHI-69/535 CORFO-DGA-CCC-PNUD para las Naciones Unidas. Volumen I, Informe Final. 1975.
- Aspectos Físicos de la Región de Antofagasta, Chile, en Taller Internacional sobre Geoecología de los Andes, Manejo de Recursos y Desarrollo Sustentable. Misetic, V. Universidad de Chile – Universidad de Naciones Unidas. Resúmenes de Trabajos. Santiago, Chile. 1991.

- Estudio del Efecto de las Políticas de Usos de los Recursos Hídricos del Altiplano Chileno sobre las Comunidades de Pastores Aymarás. Cavieres, Aarón. Codeff. Santiago. Chile. 1985.
- La Lucha por el Agua de Tarapacá; la Visión Andina. Van Kessel, Jan. En Chungará N°15. Universidad de Tarapacá. Arica. Chile. 1985.
- Balance Hídrico de Chile, DGA, 1987.
- Mapa Hidrogeológico de Chile, DGA.
- Análisis Crítico de la Red de Medición de Agua Subterránea. Alamos y Peralta – DGA, 1987.
- Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile. IPLA Ltda.. – DGA, 1993.
- Estudio Hidrometeorológico de las Cuencas del Río Lauca y Laguna Chungará. A. Benítez – ENDESA, 1975.
- Tobar et al. Provincia de Tarapacá. Carta geológica de Chile, Cartas N° 19 y 20. Instituto de Investigaciones Geológicas, 1968.

1.2.3 Antecedentes hidrológicos

1.2.3.1 Pluviometría

El análisis de las precipitaciones de las cuencas correspondientes a la zona de estudio, buscó determinar series estadísticas de precipitaciones para el período 1961/62 – 1997/98, que permitiesen estimar la precipitación efectiva en los distintos sectores, y calcular a partir de ella, la esorrentía superficial disponible en todas las cuencas sin control fluviométrico.

Por otra parte, y tal como se indicó en la Introducción, el análisis hidrológico se restringió a la I Región.

Para ello se han identificado las estaciones pluviométricas del área, que aparecen consignadas en el Cuadro 1.2-2, y cuya ubicación se presenta en el Plano 1.2-1. La extensión y densidad de la información existente se muestra en el Cuadro 1.2-3.

Cuadro 1.2-2. Estaciones Pluviométricas Área de Estudio I Región

Nº	Nombre Estación	Código	Ubicación		Altura (m.s.n.m.)
			Lat (° ')	Lon (° ')	
1	Visviri	1000050 -5	1735	6930	4070
2	Villa Industrial	1200050 -2	1747	6943	4060
3	Alcerreca	1201050 -8	1800	6940	3990
4	Caquena	1001050 -0	1803	6912	4400
5	Cotacotani DNR		1811	6914	4500
6	Cotacotani	1020051 -2	1811	6914	4500
7	Chucuyo Carabineros	1020053 -9	1813	6920	4200
8	Chungara Retén	1010050 -k	1813	6907	4570
9	Chungará DNR		1813	6907	4570
10	Central Chapiquiña	1300052 -2	1823	6933	3280
11	Belen	1300053 -0	1829	6931	3240
12	Belén Retén DMC		1829	6931	3240
13	Tignamar	1300054 -9	1835	6930	3200
14	Guallatire	1021050 -k	1830	6910	4280
15	Chilcaya	1030050 -9	1848	6901	4140
16	Pumire	1610050 -1	1908	6907	4200
17	Tenencia Isluga	1730054 -7	1917	6839	3965
18	Pampa Lirima DCP	1730050 -4	1952	6857	5100
19	Cancosa	1042050 -4	1955	6838	3800
20	Coyacagua	1050050 -8	2003	6850	3990
21	Esmeralda	1700050 -0	2030	6923	1243
22	Guatacondo	2113050 -8	2056	6903	2460
23	Copaquire	1770050 -2	2057	6854	3490
24	Collahuasi	1080051 -k	2059	6844	4250
25	Ollagüe	2000050 -3	2113	6815	3650
26	Cebollar	2020050 -2	2132	6821	3730
27	Ascotan	2020051 -0	2143	6817	3956
28	Lequena	2112051 -0	2139	6840	3320

Cuadro 1.2-3 PERIODOS DE REGISTROS DE LAS ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS

N°	NOMBRE ESTACION	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Visviri		C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	B	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	8	7	8	C	C	4
2	Villa Industrial		C	C	C	4			8							3	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	9	C	9	4
3	Alcerreca		B	C	C	5	C	C	C	A	3	2	6	2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	B	C	C	C	C	C	A	B	C	4	
4	Caquena										7	B	C	A	C	B	A	C	9	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	2		5	C	6	8	C			
5	Cotacotani DNR								C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	9				
6	Cotacotani		A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	5								
7	Chucuyo Carabineros		C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	5	1	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	6	C	C	B	C	C	B	8	C	6		
8	Chungará Retén		C	B	A	C	A	C			C	C	C	9	8	3	1	C	C	C	7			7	C	C	C	6	C	C	C	C	B	9	C	8	B	9		
9	Chungará DNR			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	7				3	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	9				
10	Central Chapiquiña		A	9	9	8	6	7	B	C	C	C	B	B	C	C	B	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
11	Belén		8	7	7	9	8	9	C	C	C	C	C	C	C	C	3	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
12	Belén-Retén			C	C	8	C	B	C	8	A	B	C	B	C	6																								
13	Tigamar									C			1	C	C	B	C			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C			
14	Guallatire									C	C	3	3	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	A	C			
15	Chilcaya											C	1		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	3													
16	Pumire		C	C	C	C	C	C			C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	4	5	A									
17	Isluga									1	7		C	C							C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	B	A	B	C	C	7	C		
18	Pampa Lirima DCP																						C	9																
19	Cancosa															9	C	6	C	C	C	B	A	C	C	C	C	C	A	C	B	A	C	C	B	C	4			
20	Coyacagua		C	C	C	C	C	C			C	C	C	C	C	C	3	8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C			
21	Esmeralda					4	8	9			2	C																												
22	Guatacondo		8	1	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	6		
23	Copaquire										4	C	C									B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	6			3			
24	Collahuasi										2	C	C	C	C	5	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	8								
25	Ollagüe		C	C	C	C	C	C	A		1	6		C	C	C	C	C	2	C	C	C	C	C	C	C	C	B					9	6						
26	Cebollar										3	C	C	C	C						B	C	C	C	B	C	C	C	7				9	C	C	C				
27	Ascotán										5	C	C	C	C	7					B	C	C	C	C	C	5				C	C	C	C	C	C	C			
28	Lequena										2	C	C	C	C	C	C					C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C			

1,2..9: Número de meses con información en el año

B: Año con 11 meses de información

A: Año con 10 meses de información

C: Año con 12 meses de información

1.2.3.2 Fluviometría

El análisis fluviométrico tuvo por objetivo generar series confiables de caudales medios mensuales para el período 1961/62 - 1997/98 con el objeto de elaborar a partir de ellas los modelos de precipitación-escorrentía que son necesarios para la etapa de generación de caudales en cuencas no controladas fluviométricamente.

Como se señaló anteriormente, el análisis se concentró en los cauces de la I Región, razón por la cual se han seleccionado las estaciones fluviométricas de esta área, las cuales aparecen consignadas en el Cuadro 1.2-4, y cuya ubicación se presenta en el Pano 1.2-2. La extensión y densidad de la información existente se muestra en el Cuadro 1.2-5.

Cuadro 1.2-4. Estaciones fluviométricas en el área de estudio, I Región

Nº	Nombre Estación	Código	Ubicación		Altura (m.s.n.m.)
			Lat (° ')	Lon (° ')	
1	Caracarani en Humapalca	01200002 -2	1758	6946	3900
2	Caracarani en Alcerreca	01201002 -8	1800	6943	3253
3	Colpitas en Alcerreca	01201001 -k	1800	6943	3251
4	Lluta en Alcerreca	01201003 -6	1800	6943	3248
5	Caquena en Nacimiento	01001001 -2	1805	6911	4385
6	Caquena en Vertedero	01001002 -0	1758	6918	4280
7	Lluta en Chapisca	01210003 -5	1822	6953	1200
8	Lluta en Tocontasi	01210001 -9	1823	6955	1850
9	Desaguadero Cotacotani	01020002 -4	1812	6917	4500
10	Lauca en Estancia El Lago	01020003 -2	1813	6918	4370
11	Canal Lauca en Sifon N°1	01020004 -0	1813	6918	4384
12	Guallatire en Guallatire	01021002 -k	1829	6909	4280
13	Lauca en Japu	01021001 -1	1836	6901	3907
14	Coscaya en Pampa Lirima	01730001 -6	1952	6857	3540
15	Batea en Confluencia	01050003 -6	2002	6850	3870
16	Quebrada Piga en Collacagua	01050002 -8	2003	6852	3950
17	Collacagua en Peñablanca	01050004 -8	2007	6851	3840
18	Huatacondo en Copaquire	02113001 -k	2056	6853	1850

Cuadro 1.2-5 PERIODOS DE REGISTROS DE LAS ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS

N°	NOMBRE ESTACION	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
1	Caracarani en Humapalca												5	C	A	C	9	6	C	B	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	A	2
2	Caracarani en Alcerreca		C	9	5	C	8			9	A	7	2	3	A	4					3	B	C	3														
3	Colpitas en Alcerreca		C	A	7	A	C	7	3	B	C	C	C	7	B	B	9	8	C	B	A	C	C	C	9	C	C	C	C	B	C	C	9	A	C	C		
4	Lluta en Alcerreca		C	9	3	9	A	7	B	5		6	C	A	B	C	C	C	8	8	1	3	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	C	1
5	Caquena en Nacimiento																B	B	C	C	7					1	A	7	C	C	C	8	C	C	C	A	2	
6	Caquena en Vertedero								2	C	8			6	C	A	8	A	B	A	A	C	C	C	9	C	C	C	C	C	B	4						
7	Lluta en Chapisca																									4	C	9	C	7	7	1	6	C				
8	Lluta en Tocontasi		A	B	A	C	C	5	5	4	C	C	9	2	B	8	B	8	C	B	7	A	C	C	9	6										3	3	
9	Desaguadero Cotacotani			1	9	C	C	8	C	C	C	A	9	9	B	C	B	C	C	7	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	9	A	9	C				
10	Lauca en Estancia el Lago			9	C	7																		2	C	C	C	C	B	C	C	9	B	7	1			
11	Canal Lauca en Sifón N°1																							C	C	C	A	A	B	C	8	C	C	C	C	2		
12	Guallatire en Guallatire									8	C	C	7	C	B	C	C	8	9	C	9	C	C	B	C	C	C	C	C	B	8	B	8					
13	Lauca en Japu			9	B	C	C	9	A	C	C	A	1	1			1	B	A		2	B		7	9	9	8	C	5	2	C	9	8	9	9	1		
14	Coscaya en Pampa Lirima															1	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	1									
15	Batea en Confluencia																		4	C	C	C	5	C	C	C	C	C	9	C	A	B	C	C	C	1		
16	Plga en Collacagua															2	C	C	B	8	C	C	C	C	C	C	C	C										
17	Collacagua en Peñablanca																			B	C	6	9	C	9	9	C	C	C	C	8	A	C	C	C	2		
18	Huatacondo en Copaquire																1	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	A	8	B								

1,2..9: Número de meses con información en el año

A: Año con 10 meses de información

B: Año con 11 meses de información

C: Año con 12 meses de información

1.2.4 Antecedentes hidrogeológicos

Parte de la información recopilada proviene de los antecedentes hidrogeológicos incluidos en el estudio realizado por Cade - Idepe (ver sección 1.2.2). Dichos catastros fueron el resultado de exhaustivos trabajos de encuestas de terreno por lo que representan en forma confiable la situación existente en los años 1992 y 1993-1994. Esta información fue complementada con aquella recopilada como parte del presente estudio.

Adicionalmente, se revisó la información contenida en Resolución DGA N° 909 del 28 de Noviembre de 1996, donde se identificaron y delimitaron las zonas correspondientes a acuíferos que alimentan vegas y de los llamados bofedales en las Regiones de Tarapacá y Antofagasta, junto con los correspondientes documentos de trabajo, informes y cartografía.

La información fue complementada con aquella recopilada como parte del presente estudio, que entregó antecedentes a nivel de cuencas, sobre los sistemas hídricos, y características de los acuíferos.

1.2.5 Antecedentes geográficos, demográficos, productivos y socioeconómicos.

Se recopiló información sobre la ubicación, número de habitantes, viviendas y principal actividad de las localidades aymará y atacameñas ubicadas en las comunas del área de estudio.

En las cuatro láminas del Plano 1.2-3, se señala la ubicación geográfica de los pueblos⁹ y caseríos¹⁰ que pudieron ser identificados en las cartas del Instituto Geográfico Militar, escala 1:50.000. Tal como se indica más adelante en el estudio, de dicho total de caseríos, gran cantidad corresponden a lugares en que no hay población

⁹ **Pueblo:** conjunto de viviendas en la que residen, en forma permanente, familias que no necesariamente están emparentadas. En los pueblos junto a las viviendas se establece un pequeño barrio cívico (plaza, iglesia, sede social, escuela, entre otros). En el interior de la I y II región se deben distinguir los pueblos de la precordillera y los del altiplano, en los primeros la población reside en forma permanente en ellos, mientras que en los segundos los pueblos más bien cumplen una función ceremonial y en el caso de algunas familias su permanencia en ellos es sólo temporal.

¹⁰ **Caserío:** conjunto de viviendas que pertenecen a una familia o grupo de personas emparentadas. En el altiplano corresponde a las denominadas estancias; en los caseríos residen familias de pastores.

en forma permanente, correspondiendo a una o dos habitaciones visitadas con frecuencia variable por los propietarios de animales que se encuentran pastando en el sector. En el Cuadro 1.2-6, se presenta en forma resumida la información recopilada, a partir del Censo de Población y Vivienda de 1992, indicando el número de localidades, los habitantes totales y la actividad predominante de los indígenas del sector, para cada una de las comunas consideradas, mientras que en el Cuadro 1.2-7 se presenta la información de detalle de cada una de las localidades existentes.

Adicionalmente, para las proyecciones de población usadas posteriormente para el cálculo de las demandas de agua, se utilizaron las proyecciones de población al año 2000 del Instituto Nacional de Estadísticas INE, agrupando la información comunal a nivel distrital. La información de población proyectada se presenta en el capítulo de estimación de demandas.

Cuadro 1.2-6. Resumen de localidades y habitantes existentes en el área de estudio

PUEBLOS AYMARA			
COMUNA	CANTIDAD DE LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES (*)	ACTIVIDAD PRINCIPAL
GENERAL LAGOS	10	583	GANADERA
PUTRE	24	1.708	AGRÍCOLA
COLCHANE	34	946	AGROPECUARIA
PICA	9	91	AGRÍCOLA
TOTAL	77	3.328	

CASERÍOS AYMARA			
COMUNA	CANTIDAD DE LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES (*)	ACTIVIDAD PRINCIPAL
GENERAL LAGOS	24	120	GANADERA
PUTRE	51	309	AGRÍCOLA
COLCHANE	60	51	AGROPECUARIA
PICA	0	0	AGRÍCOLA
TOTAL	135	480	

PUEBLOS ATACAMEÑOS			
COMUNA	CANTIDAD DE LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES (*)	ACTIVIDAD PRINCIPAL
CALAMA	9	983	AGROPECUARIA
OLLAGÜE	1	65	GANADERA
SAN PEDRO DE ATACA	7	2155	AGRÍCOLA
TOTAL	17	3.203	

CASERÍOS ATACAMEÑOS			
COMUNA	CANTIDAD DE LOCALIDADES	TOTAL DE HABITANTES (*)	ACTIVIDAD PRINCIPAL
CALAMA	1	0	AGROPECUARIA
OLLAGÜE	0	0	GANADERA
SAN PEDRO DE ATACA	20	355	AGRÍCOLA
TOTAL	21	355	

Fuente: Censo de Población y Vivienda de 1992

(*) . Información parcial, puesto que no en todos los casos se dispone del dato de población.

Cuadro 1.2-7. Localidades existentes en el área de estudio

PUEBLOS AYMARA

	NOMBRE	COMUNA	U.T.M.		ELEVACIÓN m.s.n.m.	HAB. 1992	ACTIVIDAD
			NORTE	ESTE			
1	Visviri	Gral. Lagos	8.055.000	449.400	4.070	337	Agropecuario
2	Chislluma	Gral. Lagos	8.043.800	427.600		30	Ganadería
3	Guacollo	Gral. Lagos	8.037.400	463.500		32	Ganadería
4	Cosapilla	Gral. Lagos	8.036.400	456.600		8	Ganadería
5	Tacora	Gral. Lagos	8.035.000	423.200		16	Agricultura
6	Humapalca	Gral. Lagos	8.028.400	425.900	3.970	34	Ganadería
7	Ancolacane	Gral. Lagos	8.027.000	435.500			Ganadería
8	Chujlluta	Gral. Lagos	8.021.000	465.000 *		41	
9	Colpitas	Gral. Lagos	8.015.000	452.200		15	Ganadería
10	Coronel Alcérrena	Gral. Lagos	8.010.800	430.400	3.990	70	Agricultura
11	Caquena	Putre	8.004.300	478.900	4.400	31	Agropecuario
12	Putre	Putre	7.988.500	441.000	3.530	1203	Agropecuario
13	Parinacota	Putre	7.988.000	472.200		16	Agropecuario
14	Socoroma	Putre	7.980.800	436.500		91	Agricultura
15	Zapahuira	Putre	7.973.000	437.400		4	Agropecuario
16	Chusmiza	Putre	7.970.000	438.500	3.510	3	
17	Chapiquiña	Putre	7.966.500	443.500		97	Agropecuario
18	Murmuntane	Putre	7.965.300	440.600		34	Agropecuario
19	Pachama	Putre	7.962.500	444.300		4	
20	Belen	Putre	7.958.400	445.800		37	Agropecuario
21	Guallatire	Putre	7.955.100	484.000		18	Ganadería
22	Lupica	Putre	7.952.700	444.300 *		10	Agropecuario
23	Saxamar	Putre	7.948.300	447.200 *		9	
24	Tignamar	Putre	7.945.600	448.400	3.200	147	Agricultura
25	Cobija	Putre	7.929.800	442.800			Agropecuario
26	Timar	Putre	7.928.000	425.500			
27	Guañacahua	Putre	7.919.300	425.000			
28	Chitita	Putre	7.917.700	431.000			Agropecuario
29	Parcohaylla	Putre	7.912.500	478.500			Agropecuario
30	Saguara	Putre	7.910.500	448.500			Agropecuario
31	Surire	Putre	7.909.000	489.200		4	Ganadería
32	Esquiña	Putre	7.905.300	443.500			Agropecuario
33	Illapata	Putre	7.904.300	448.000			Agropecuario
34	Guancarane	Putre	7.902.100	428.500			
35	Mocomocone	Colchane	7.894.300	507.800		2	Ganadería
36	Pansuta	Colchane	7.892.500	511.500		42	Ganadería
37	Pumire	Colchane	7.886.300	484.800	4.200	10	
38	Maimaja	Colchane	7.877.000	473.500			
39	Alsire	Colchane	7.874.300	529.200			Agropecuario
40	Enquelga	Colchane	7.874.200	520.700		153	Agropecuario
41	Aravilla	Colchane	7.873.700	513.800		12	
42	Berenguela	Colchane	7.873.500	481.500			
43	Ancullo	Colchane	7.873.500	513.500			
44	Coraguano	Colchane	7.872.600	520.400		6	
45	Isluga	Colchane	7.871.900	529.400		8	Agropecuario
46	Sitani Viejo	Colchane	7.870.000	535.900			
47	Central Sitani	Colchane	7.869.000	535.600			
48	Casablanca	Colchane	7.869.000	537.000			

Cuadro 1.2-7. Localidades existentes en el área de estudio (continuación)

49	Escapifia	Colchane	7.868.800	532.500		54	
50	Colchane	Colchane	7.868.800	538.000			
51	Pisiga - Chile	Colchane	7.868.500	549.500		109	
52	Cotasaya	Colchane	7.868.000	536.800			Agropecuario
53	Pisiga Centro	Colchane	7.867.000	540.000		67	
54	Pisiga Choque	Colchane	7.866.300	541.200 *		94	Agropecuario
55	Mauque	Colchane	7.864.000	512.800		60	Agropecuario
56	Usiga	Colchane	7.863.000	540.700			
57	Casusalla	Colchane	7.862.500	530.500			
58	Vilacollo	Colchane	7.856.500	548.100			
59	Ancovinto	Colchane	7.854.500	543.600		25	Agropecuario
60	Panavinto	Colchane	7.852.700	554.700		14	Agropecuario
61	Chijo	Colchane	7.851.200	544.300			Agropecuario
62	Cariquima	Colchane	7.847.600	537.600		227	Agropecuario
63	Quebe	Colchane	7.847.500	516.300		15	Agropecuario
64	Ancuaque	Colchane	7.844.500	526.300		8	Agropecuario

PUEBLOS AYMARA

	NOMBRE	COMUNA	U.T.M.		ELEVACIÓN m.s.n.m.	HAB. 1992	ACTIVIDAD
			NORTE	ESTE			
65	Huaitane	Colchane	7.839.400	541.800		5	Ganadería
66	Villablanca	Colchane	7.834.000	537.000		35	Ganadería
67	Templanza	Colchane	7.832.100	537.200			
68	Chulluncane	Colchane	7.828.500	537.500			Ganadería
69	Cultane	Pica	7.815.500	502.800			
70	Charvinto	Pica	7.806.000	515.200			
71	Cancosa	Pica	7.804.900	542.000	3.800	85	Agropecuario
72	Collacagua	Pica	7.784.500	517.800	3.990	1	
73	Huasco	Pica	7.760.000	513.300			
74	Jachucoposa	Pica	7.713.500	530.200			
75	Calla	Pica	7.708.700	507.500			
76	Chusquina	Pica	7.694.000	534.500			
77	Copaquire	Pica	7.686.300	512.700	3.490	5	

CASERÍOS AYMARA

	NOMBRE	COMUNA	U.T.M.		ELEVACIÓN m.s.n.m.	HAB. 1992	ACTIVIDAD
			NORTE	ESTE			
1	Chislíane	Gral. Lagos	8.063.600	449.000		2	Ganadería
2	Parcamá	Gral. Lagos	8.058.700	449.400 *			Ganadería
3	Ancomarca	Gral. Lagos	8.057.600	441.700		3	Ganadería
4	Challasenca	Gral. Lagos	8.047.500	436.100			Ganadería
5	Challapujo	Gral. Lagos	8.045.200	425.600		3	Ganadería
6	Uchusuma	Gral. Lagos	8.045.000	417.000			
7	Ayro Chileno	Gral. Lagos	8.043.000	428.000			
8	Chapaco	Gral. Lagos	8.042.000	440.000		4	Ganadería
9	Gualancallane	Gral. Lagos	8.042.000	452.200		21	Ganadería
10	Achacollo	Gral. Lagos	8.041.000	425.000		10	Ganadería
11	Ancarao	Gral. Lagos	8.039.600	425.600		3	Ganadería
12	Pamputa	Gral. Lagos	8.038.000	424.400		5	Ganadería
13	Pochoni	Gral. Lagos	8.035.000	428.000 *		2	Ganadería

Cuadro 1.2-7. Localidades existentes en el área de estudio (continuación)

14	Jaipullo	Gral. Lagos	8.031.700	438 300 *			
15	Viluyo	Gral. Lagos	8.031.000	427 200		7	Ganadería
16	Chuquiananta	Gral. Lagos	8.029.700	444 300			Ganadería
17	Titire	Gral. Lagos	8.027.200	424 500 *			Ganadería
18	Hospicio	Gral. Lagos	8.025.000	432 500		3	Ganadería
19	Ancopujo	Gral. Lagos	8.024.800	465 800		35	Ganadería
20	Cascavillani	Gral. Lagos	8.024.000	427 800 *		3	Ganadería
21	Chapuma	Gral. Lagos	8.021.000	447 300 *		10	Ganadería
22	Nasahuento	Gral. Lagos	8.020.000	466 000		5	Agricultura
23	Papajune	Gral. Lagos	8.013.500	429 500		4	Ganadería
24	Tagata	Gral. Lagos	8.013.400	469 500			
25	Cacane	Putre	8.008.500	477 500		1	
26	Calvarione	Putre	8.008.300	477 400		2	
27	Rosaspata	Putre	8.007.800	476 500		4	
28	Autila	Putre	8.007.400	478 400			
29	Huayllas	Putre	8.005.400	429 400 *		5	
30	Guacuchullo	Putre	8.005.300	480 200		1	
31	Calacagullame	Putre	8.004.800	472 000		4	
32	Pacharque	Putre	8.004.700	468 800			
33	Vilque	Putre	8.002.500	480 500		2	
34	Charñupalca	Putre	8.001.500	471 400		3	
35	Pisarata	Putre	8.001.100	478 000		1	Ganadería
36	Ancoma	Putre	8.001.000	451 000 *			
37	Lipiche (1)	Putre	8.001.000	476 000		2	
38	Rinconada	Putre	7.999.700	479 400		3	
39	Niquela	Putre	7.998.600	473 000		1	
40	Taipicagua	Putre	7.993.000	451 500 *			
41	Challuane	Putre	7.993.000	459 000		2	
42	Chuvire	Putre	7.992.000	462 000			
43	Saluyo	Putre	7.991.500	467 000			
44	Copapujo	Putre	7.991.000	467 500 *			
45	Chapurpujo	Putre	7.990.200	468 000 *			
46	Chingani	Putre	7.990.000	466 000			

CASERÍOS AYMARA

	NOMBRE	COMUNA	U.T.M.		ELEVACIÓN m.s.n.m.	HAB. 1992	ACTIVIDAD
			NORTE	ESTE			
47	Japani	Putre	7.989.600	449 400 *			
48	Chucuyo	Putre	7.986.300	468 900		21	
49	Acharrancho	Putre	7.986.200	466 200		3	
50	Pocayo	Putre	7.983.700	463 700			
51	Choquelimpie	Putre	7.975.800	472 000		75	
52	Epispacha	Putre	7.971.200	440 500		17	
53	Misitune (1)	Putre	7.968.800	461 800		4	
54	Copaquilla	Putre	7.967.700	440 200		5	
55	Sancuvilque	Putre	7.966.500	443 500 *			
56	Churique	Putre	7.965.600	476 000 *			
57	Trancani	Putre	7.964.800	480 000			
58	Ancuta	Putre	7.960.400	479 000		11	Ganadería
59	Visalla	Putre	7.956.600	492 100		3	Ganadería
60	Pachami	Putre	7.956.500	434 000			Agropecuaria

Cuadro 1.2-7. Localidades existentes en el área de estudio (continuación)

61	Viluvio	Putre	7.954.400	486.300 *		6	Ganadería
62	Challaviento	Putre	7.954.200	496.200			
63	Lauca	Putre	7.952.600	476.800		3	Agricultura
64	Ungallire	Putre	7.951.400	491.700		23	Ganadería
65	Japu	Putre	7.951.200	495.000		4	Ganadería
66	Viscachane	Putre	7.951.000	482.000 *		5	Ganadería
67	Ancollacane	Putre	7.949.700	483.300		1	Ganadería
68	Oxa	Putre	7.942.800	447.200			
69	Chucaríña	Putre	7.941.800	452.900	3.580		
70	Capitana	Putre	7.940.600	454.300			
71	Paquiza	Putre	7.932.600	492.600		9	Ganadería
72	Chilcaya	Putre	7.923.000	500.300		87	Ganadería
73	Castilluma	Putre	7.921.000	489.400			
74	Chulluncane	Putre	7.914.000	486.600			Ganadería
75	Cruzane	Putre	7.905.500	492.300		1	Ganadería
76	Chullumpire	Colchane	7.894.500	505.300			
77	Mocomocone Viejo	Colchane	7.894.300	508.000			
78	Chinchillani	Colchane	7.891.400	514.200			
79	Machajullo	Colchane	7.891.000	512.000			
80	Llocoma	Colchane	7.888.500	507.500			
81	Aguas Calientes	Colchane	7.886.500	510.000			
82	Calco	Colchane	7.883.000	489.300			
83	Paserijo	Colchane	7.882.700	507.300			
84	Ancocollo	Colchane	7.882.100	507.500			
85	Iscauta	Colchane	7.879.000	508.500			
86	Taipicollo	Colchane	7.877.000	513.000			Agropecuaria
87	Pichaicollo	Colchane	7.876.700	479.500			
88	Choje	Colchane	7.876.100	508.500			
89	Casquire	Colchane	7.874.500	513.700			
90	Cotase	Colchane	7.874.000	486.000			
91	Sacsa	Colchane	7.873.800	485.000			
92	Chapicollo	Colchane	7.873.400	519.700		30	Agropecuaria
93	Punto Japulla	Colchane	7.873.300	486.000			
94	Chillacalco	Colchane	7.873.200	500.000			
95	Llanquipa	Colchane	7.873.000	502.000			
96	Pansuta	Colchane	7.873.000	522.500			Ganadería
97	Sillara	Colchane	7.872.800	504.100			
98	A Siquiri	Colchane	7.872.500	511.500			
99	Chijulla	Colchane	7.872.150	487.500			
100	Cararani	Colchane	7.871.500	503.400			
101	Portillo Arabia	Colchane	7.871.500	514.500			
102	Viloque	Colchane	7.869.800	509.300			
103	Chincalle	Colchane	7.868.300	481.700			
104	Pampa Umancala	Colchane	7.868.100	478.500			
105	Mesada Cruz	Colchane	7.868.000	481.400			
106	Lliacho	Colchane	7.867.000	503.000			
107	Colpuma	Colchane	7.867.000	505.300			
108	Tumabe	Colchane	7.865.000	505.500			
109	Pingallure	Colchane	7.863.500	499.500			
110	Toja	Colchane	7.858.500	518.500			

Cuadro 1.2-7. Localidades existentes en el área de estudio (continuación)
CASERÍOS AYMARA

	NOMBRE	COMUNA	U.T.M.		ELEVACIÓN m.s.n.m.	HAB. 1992	ACTIVIDAD
			NORTE	ESTE			
111	Queriza	Colchane	7.858.000	509.300			
112	Lirpu	Colchane	7.856.500	513.700			
113	Aguatire	Colchane	7.856.000	528.700			
114	Lupe Guaila	Colchane	7.855.500	496.500			
115	Puchuldiza	Colchane	7.855.500	505.300			
116	Lupe	Colchane	7.855.000	501.400			
117	Cariguano	Colchane	7.852.500	513.500	3.800	8	
118	Pampa - Lampa	Colchane	7.852.500	528.800			
119	Llunquire	Colchane	7.851.500	510.500			
120	Taipiguano	Colchane	7.850.300	512.000			
121	Challavilque	Colchane	7.849.000	521.700			
122	Pacollo	Colchane	7.849.000	530.300			
123	Punjaba Chico	Colchane	7.848.000	530.800			
124	Punjaba Grande	Colchane	7.847.500	531.800			
125	Quitane	Colchane	7.846.600	507.000			
126	Quihuitaguano	Colchane	7.846.000	529.500			
127	Ancoguano	Colchane	7.845.000	529.500			
128	Incaguano	Colchane	7.844.800	509.600			
129	Condorsipita	Colchane	7.844.600	529.300			
130	Sojalla	Colchane	7.844.100	512.500			
131	Andavindo	Colchane	7.836.000	540.000			
132	Lacalacane	Colchane	7.832.500	533.000			Ganadería
133	Añaguane	Colchane	7.831.800	534.300			
134	Uñipa	Colchane	7.831.400	542.000			
135	Chulluncane	Colchane	7.828.800	538.600		13	Ganadería

PUEBLOS ATACAMEÑOS

	NOMBRE	COMUNA	U.T.M.		ELEVACIÓN m.s.n.m.	HAB. 1992	ACTIVIDAD
			NORTE	ESTE			
1	Amincha	Ollague	7.656.000	568.700		65	
2	Chela	Calama	7.640.000	541.400		6	
3	Conchi	Calama	7.563.300	539.300	3.010	31	
4	Cupo	Calama	7.554.600	570.700	3.400	22	
5	Turi	Calama	7.539.700	571.500	3.070	31	
6	Lasana	Calama	7.538.400	536.200		135	Agropecuaria
7	Toconce	Calama	7.538.100	586.100	3.350	71	Agricultura
8	Ayquina	Calama	7.536.500	569.800	3.000	66	
9	Caspana	Calama	7.530.500	581.600	3.260	299	Agricultura
10	Chiu - Chiu	Calama	7.529.800	536.400	2.524	322	Agropecuaria
11	Rio Grande	San Pedro de A.	7.495.400	586.000	3.250	78	
12	Larache	San Pedro de A.	7.470.200	583.800		35	
13	San Pedro de Ata	San Pedro de A.	7.466.500	582.000	2.450	955	Agropecuaria
14	Solor	San Pedro de A.	7.462.600	584.000		121	
15	Toconao	San Pedro de A.	7.435.000	602.000	2.430	549	Agricultura
16	Socaire	San Pedro de A.	7.391.000	613.600	3.251	137	Agricultura
17	Peine	San Pedro de A.	7.381.000	595.400	2.480	280	Agricultura

1.2.6 Antecedentes antropológicos y de uso de suelo

Para el área comprendida en el presente estudio existen numerosas referencias bibliográficas que abordan los temas de interés para el presente trabajo. A continuación se mencionan algunos de ellos acompañados de una breve referencia a sus contenidos.

1.2.6.1 Caracterización antropológica de las poblaciones andinas de la I y II Región. Chile.¹¹

Los antecedentes recopilados de este estudio se presentan en la sección
1.2.2.2

1.2.6.2 Identificación catastral y cartográfica de las tierras comunitarias y patrimoniales indígenas aymara, e identificación, estudio y proposición de conciliación en conflictos sobre ellas en las provincias de Arica y Parinacota.¹²

En este estudio, recientemente concluido, existe importante información sobre delimitación de los territorios que cada una de las comunidades andinas reconoce como "propio". Se debe hacer la salvedad que este estudio sólo comprende los poblados y comunidades andinas de las comunas de General Lagos, Putre, Arica y Camarones, estando las dos últimas en territorios que se localizan por sobre los 2.000 m.s.n.m.

Para los fines del presente estudio el trabajo citado resulta relevante si se considera que la delimitación de territorio fue efectuada por la propia población andina, empleando como criterio, entre otros, el uso de un territorio por el ganado (pastoreo) y sectores cultivados (temporales) que no han sido considerados en estudios de regularización de la propiedad indígena pero que ponen de manifiesto la presencia de zonas no reconocidas por organismos externos.

El estudio, además, contiene información pormenorizada de la masa ganadera de la zona, identificando los propietarios de cada uno de los rebaños y lugar de residencia.

¹¹ Universidad de Chile-MOP/DGA. M. Castro, M. Bahamondes y P. Azócar. 1991.

¹² CONADI-Arica. M. Castro, M. Bahamondes y P. Azócar. 1998.

La mayor parte de la información recopilada en el estudio ha sido vertida en mapas temáticos que contienen, entre otras, las siguientes variables:

- a) Delimitación de los territorios de cada comunidad.
- b) Asentamientos humanos.
- c) Áreas y circuitos de pastoreo.
- d) Sitios ceremoniales: cerros sagrados, cruces y apachetas.
- e) Lugares de cultivos temporales.
- f) Derechos de aguas concedidos (coordenadas UTM).
- g) Solicitudes mineras (coordenadas UTM).

1.2.6.3 Identificación y ubicación de áreas de vegas y bofedales de las regiones primera y segunda.¹³

El estudio contiene una identificación, ubicación geográfica y caracterización de las vegas y bofedales de la I y II Región. El estudio avanza en la delimitación conceptual de estas formaciones vegetacionales y entrega un catastro de las mismas localizadas en la zona. Para cada vega y bofedal se señala un rol de acuerdo al Banco Nacional de Aguas, con las respectivas coordenadas geográficas y UTM.

La información fue vertida en cuatro planos escala 1:250.000 de las regiones de Tarapacá y Antofagasta, y en cartas de detalle escala 1:50.000.

El estudio prospectó 426 formaciones vegetacionales que respondían a las características de vegas y bofedales, siendo dominantes estos últimos en la I Región y las vegas en la II Región.

Una de las principales características de estas formaciones, lo que es altamente relevante para los propósitos del presente estudio, es que ambas se establecen en un ambiente edáfico, principalmente orgánico, caracterizado por una condición hídrica de saturación permanente.

Para el caso del área comprendida entre los 2.000 m.s.n.m. de las comunas de Arica y Camarones, y todo el territorio de las comunas de General Lagos y Putre, la información para vegas y bofedales fue complementada con el estudio de territorios indígenas ya citado.

¹³ Universidad de Chile, MOP/DGA. M. Castro, M. Bahamondes, H. Salas, P. Azócar y L. Faundez. 1993.

1.2.6.4 Cultura hídrica: Un caso en Chile.¹⁴

El texto da cuenta de los resultados de investigaciones realizadas por un equipo interdisciplinario en torno al uso del agua dentro de las poblaciones andinas del norte de Chile. Si bien el estudio describe los aspectos tecnológicos desarrollados por la población local para usar el agua en la actividad agrícola, plantea a su vez, la necesidad de ampliar el análisis incorporando otras dimensiones, como la socio organizacional y la ideacional, que forman un todo con los aspectos tecnológicos y que conforman la estructura ideal de los comportamientos productivos.

Del mismo modo, como el estudio citado describe el uso y manejo del recurso hídrico en Socoroma, poblado de la precordillera de la comuna de Putre, los autores han replicado el mismo tipo de estudio en otros poblados de la zona: Tignamar, en la precordillera, y Caquena y Parinacota en el altiplano de la comuna de Putre. Algo similar se efectuó en Turi-Ayquina y Peine, poblados localizados en la provincia de El Loa, II Región.

1.2.6.5 Componentes culturales en la gestión de recursos hídricos.¹⁵

El Informe contiene una caracterización de los sistemas de riego de las comunidades de Socoroma, Tignamar, Parinacota, Caquena, Chiapa, Cariquima, Turi-Ayquina y Peine, de la I y II Región y las comunidades agrícolas El Potrero, El Durazno de Socos y Cerro Blanco, en la IV Región. Se describe la tecnología de riego, y los componentes organizacionales y culturales asociados al uso del agua.

1.2.6.6 El altiplano. Ciencia y conciencia en los Andes.¹⁶

El libro corresponde a la publicación de los trabajos presentados en el Seminario. Cubre las siguientes áreas: Ciencias de la tierra y minería, Clima y Recursos Hídricos, Ecosistemas Acuáticos, Recursos Edáficos, Flora y Fauna Altiplanicie, Antropología, y Biomedicina y Fisiología de Altura.

¹⁴ UNESCO/ORCALC. M. Castro; M. Bahamondes, M. Jaime y C. Meneses. 1992.

¹⁵ Informe proyecto FONDECYT N° 0978-90. M. Castro, M. Bahamondes. 1990

¹⁶ Universidad de Chile. Editores: R. Charrier, P. Aceituno, M. Castro, A. Llanos, A. Raggi, 1997

1.2.6.7 Diagnóstico de las áreas rurales de las provincias de Arica y Parinacota, I Región.¹⁷

El estudio, consultoría efectuada para el Programa Chile Norte (Gobierno de Chile y la Comunidad Europea), contiene una caracterización de las demandas productivas, de asistencia técnica y asesoría de mercado de la población andina de las Provincias de Arica y Parinacota. El estudio entrega además antecedentes secundarios que permiten una cuantificación aproximada del número de unidades campesinas asentadas en el área.

1.2.6.8 La vida rural en el altiplano.¹⁸

Contiene una descripción del área geográfica y de la estructura agraria del altiplano.

1.2.6.9 Diagnóstico y estrategia de desarrollo campesino en la I Región de Tarapacá.¹⁹

El estudio consta de dos partes. La primera parte contiene un diagnóstico de la situación del campesinado y su posición dentro de la región a partir de la revisión de la información disponible para tal efecto a la fecha del estudio. La segunda parte contiene las líneas de trabajo para una Estrategia de Desarrollo del sector campesino de la I Región.

El estudio parte identificando la carencia de información actualizada y confiable para el sector agrícola lo que es señalado como una evidencia de la escasa importancia que normalmente se le ha asignado al desarrollo agrícola regional, donde el sector campesino de origen indígena tiene una presencia relevante.

Se señala, además, que hasta ahora las políticas de desarrollo regional han estado orientadas a reforzar la ocupación y las actividades económicas concentradas en la costa. Y se concluye que las áreas rurales interiores sólo han sido pensadas geopolíticamente o en términos de la activación de sectores económicos que, si bien pueden llegar a ser importantes -como la minería-, actualmente contribuyen mucho menos que la agricultura al PGBR y son casi insignificantes respecto de la generación de empleo.

¹⁷M. Bahamondes y O. Sotomayor. 1994.

¹⁸ Ed, ICIRA. Luis Alvarado. 1970

¹⁹ TEA, Arica. H. González, Gundermann y R. Rojas. 1991.

1.2.6.10 Ordenamiento catastral de las comunidades indígenas de las comunidades de la I Región.²⁰

Estudio que contiene información acerca de la identificación, localización y tipo de propiedad. Se consignó además las disputas por derechos, los ocupantes efectivos del predio y los asentamientos al interior de la propiedad.

1.2.6.11 Para una etnografía del riego en Chiapa: medidas y calendario²¹

El estudio describe las formas tradicionales de tenencia, control y uso del agua en una comunidad de la precordillera al interior de Iquique.

1.2.6.12 "El desarrollo de recursos hidrológicos del altiplano ariqueño y su impacto sobre la economía ganadera de la zona".²²

El trabajo tiene como tema central las consecuencias para la ganadería altoandina y la vida de los pastores aymarás, que devienen de las alteraciones ecológicas provocadas por la canalización del río Lauca, con fines de riego y producción de electricidad. Se muestra cómo progresivamente se han ido reduciendo las posibilidades de uso independiente de las aguas de la cuenca hidrográfica del Lauca por los ganaderos y el contexto legal, institucional, social y político en que esto ha ocurrido. Evalúa los efectos probables para la ecología y la explotación ganadera altoandina, derivados del aumento del caudal de la red Lauca-Chapiquiña-Azapa con aguas del lago Chungará.

1.2.6.13 Estudio de diagnóstico para la ordenación de cuencas de alta montaña en la provincia de Parinacota.²³

El estudio contiene información de distribución de la superficie agrícola por cuenca, el uso de los suelos, hidrología, catastro de estaciones pluviométricas, precipitaciones anuales, oferta y demanda de recursos hídricos para la agricultura, necesidades de riego por cultivos.

²⁰ Taller de Estudios Andinos. TEA. 1998

²¹ En Chungará N° 18. Gabriel Martínez. 1987

²² En Chungará N° 14. Wayne Bernhardson. 1985

²³ CONAF - I Región. Rolando Rodríguez Leiva. 1986

1.2.6.14 Estrategia de subsistencia en Chiapa: el control de los recursos.²⁴

El estudio describe en uno de sus capítulos el sistema de distribución de agua en Chiapa.

1.2.6.15 “Ganadería aymará, ecología y forrajes”, En Llamichos y Paqocheros.²⁵

En el artículo se describe el proceso de producción pecuaria altoandina en el extremo Norte de Chile, poniendo énfasis en la comparación de la práctica en los distintos sectores de este espacio, señalando semejanzas y diferencias; al mismo tiempo se contrasta con otras regiones de los Andes donde es posible otro tipo de ganadería o la misma, que presentan soluciones, pero diferentes. Se aborda, principalmente, el proceso técnico y analiza con cierto detalle las relaciones entre ecología, producción natural de forrajes, territorio y manejo ganadero.

1.2.6.16 Catastro de usuarios, provincia de Parinacota.²⁶

Set de mapas con redes de canales de regadío y nómina de regantes.

²⁴ En cuadernos de investigación social, CIREN, Iquique. Yerny González. 1985

²⁵ Centro de estudios andinos. Cuzco Hans Gundermann. 1988

²⁶ Alfa Ingenieros Consultores Ltda. Dirección General de Aguas, Depto de Estudios. 1982

1.2.7 Antecedentes de derechos de aprovechamiento de agua

Los antecedentes sobre los derechos de aprovechamiento de aguas constituidos, fueron recopilados a partir de los libros de registros en el Centro de Información de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas del MOP. En los Cuadros 1.2-8 y 1.2-9 se entrega un resumen estadístico de ellos.

Adicionalmente, la información de derechos de aguas constituidos recopilada a nivel central, fue revisada considerando los antecedentes adicionales obtenidos en las oficinas regionales de la Dirección General de Aguas de Arica y Antofagasta. Además, en dichas oficinas se obtuvo antecedentes de solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas en trámite, de regularizaciones de derechos de aprovechamiento de agua, especialmente para el caso de comunidades indígenas, y antecedentes sobre permisos de exploración de recursos subterráneos.

Por otra parte, tras revisar los Registros de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Bienes Raíces de Arica, Pozo Almonte y Calama, se encontraron 122, 3 y 75 regularizaciones de derechos de aprovechamiento de aguas en favor de comunidades indígenas, respectivamente. Además, en el Conservador de Bienes Raíces de Calama se obtuvo antecedentes de 15 derechos de aprovechamiento de aguas superficiales, cedidos a comunidades indígenas por vía judicial.

Debe señalarse que una fracción considerable de los antecedentes de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas no cuentan con la ubicación del punto de captación en coordenadas U.T.M, lo que impide su ubicación en un plano. En efecto, solamente el 60% de los derechos de aprovechamiento de captaciones de aguas subterráneas constituidos cuentan con coordenadas, mientras que el 95% de los derechos solicitados y regularizados cuentan con dicha información.

Finalmente, la situación en materia legal de los principales cauces que se encuentran en las regiones I y II, se obtuvo del catastro de usuarios ya citado. En el Cuadro 1.2-10, se identifican los cauces sobre los cuales recaen los derechos de aprovechamiento de agua.

Cuadro 1.2-8. Resumen de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas constituidos (Diciembre 1998)

Región	Provincia	Comuna	Nº de Derechos	Caudal Total (l/s)
Tarapacá	Parinacota	Putre	3	68,00
	Parinacota	General Lagos	0	0,00
	Iquique	Pica	59	2.717,43
	Iquique	Colchane	0	0,00
TOTAL I REGIÓN			62	2.785,43
Antofagasta	El Loa	Calama	29	2.107,30
	El Loa	Ollagüe	6	605,00
	El Loa	San Pedro de Atacama	26	1.524,04
TOTAL II REGIÓN			61	4.236,34
TOTAL ÁREA DE ESTUDIO			123	7.021,77

Cuadro 1.2-9. Resumen de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales constituidos (Diciembre 1998)

Región	Provincia	Comuna	Nº de Derechos	Caudal Total (l/s)
Tarapacá	Parinacota	Putre	5	3.880,20
	Parinacota	General Lagos	0	0,00
	Iquique	Pica	13	305,54(2)
	Iquique	Colchane	4	34,01
TOTAL I REGIÓN			22	4.219,75
Antofagasta	El Loa	Calama	29	4.708,19
	El Loa	Ollagüe	3	275,00
	El Loa	San Pedro de Atacama	17	5.157,77
	El Loa	(1)	3	20,50
TOTAL II REGIÓN			52	10.161,46
TOTAL ÁREA DE ESTUDIO			74	14.381,21

(1) Fue imposible determinar a que comuna pertenecían los derechos, con los antecedentes disponibles.

(2) Este valor también contempla las aguas subterráneas de la Quebrada Huatacondo.

Cuadro 1.2-10. Principales cauces con derechos de aprovechamiento de agua en las regiones I y II.

Región	Nombre del cauce
I Tarapacá	Río Tarapacá
	Río Dracuelo
	Río Blanco
	Río Lauca
	Quebrada Blanca
	Quebrada Huatacondo
	Quebrada Copaquilla
	Estero Chiclla
II Antofagasta	Río San Pedro
	Río Loa
	Río Toconce
	Río Grande
	Río Hojalar
	Río Calama
	Río Linzor
	Río Zapaleri
	Río San Salvador
	Río Vilama
	Río Inacalari
	Río Chaihuri
	Río Caspana
	Río Salado
	Río Siloli
	Quebrada Capela
	Quebrada Licantari
	Quebrada Agua Blanca
	Quebrada Quetena
	Quebrada Cuno de Socaire
	Quebrada Cuchicha
	Estero Huinquitipe
	Estero Amincha
	Estero Loyoques

1.2.8 Antecedentes de catastros de usuarios

La información catastral de usuarios de aguas se obtuvo de los estudios descritos en las secciones 1.2.2.6 y 1.2.2.7.

1.2.9 Antecedentes sobre usos

Los antecedentes recopilados en este aspecto se describen en las secciones 1.2.2.1 y 1.2.2.2

1.2.10 Antecedentes cartográficos

Los antecedentes cartográficos recopilados corresponden a diferentes fuentes.

Por una parte, se recopilaron las láminas del estudio de caracterización antropológica, según se detalla en la sección 1.2.2.2.

Además, se recopilaron los antecedentes cartográficos diseñados para el estudio " Delimitación de Acuíferos de Vegas y Bofedales de las Regiones de Tarapacá y Antofagasta", consistentes en 10 láminas de ubicación general a escala 1:250.000 y 51 láminas con bases cartográficas 1:50.000 del I.G.M., que contienen información sobre:

En las láminas a escala 1:250.000, se presenta una visión general relativa a los acuíferos incluyendo el esquicio que indica la ubicación de los mapas, los acuíferos delimitados, la ubicación puntual de las vegas y bofedales con sus respectivos nombres, la red de drenaje, los poblados y el contacto inferido de los acuíferos en salares.

Por su parte, las láminas de ubicación detallada con bases cartográficas 1:50.000 tienen información de los acuíferos delimitados, no considerando las delimitaciones de cuencas hidrográficas, la ubicación puntual de las vegas y bofedales con sus respectivos nombres y el contacto inferido de los acuíferos en salares.

Otros antecedentes cartográficos recopilados corresponden a los de catastros de usuarios, descritos en las secciones 1.2.2.6 y 1.2.2.7

Todo el
Capítulo 2

CAPÍTULO 2

ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y
ANÁLISIS HIDROLÓGICO

2. ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y ANÁLISIS HIDROLÓGICO

2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presentan los antecedentes relacionados con la estimación de los recursos hídricos del área de estudio, y posteriormente se presenta un análisis de dichos antecedentes, desde el punto de vista de las disponibilidades de recursos.

El capítulo contiene un estudio pluviométrico, el estudio fluviométrico y el análisis de derechos de aguas.

A partir del estudio pluviométrico, se establecieron las precipitaciones medias anuales representativas del sector, usadas posteriormente para el cálculo de escorrentía superficial en las cuencas de interés.

Por su parte, el estudio fluviométrico permitió obtener la información base para la generación de caudales en las cuencas de interés.

En cuanto al análisis de los derechos de aprovechamiento de agua, éste permitió determinar la magnitud de los recursos comprometidos, a fin de efectuar posteriormente el análisis de disponibilidad.

Los resultados indicados fueron utilizados como antecedentes para el balance hídrico a nivel de áreas, que se presenta en el Capítulo 5.

2.2 PLUVIOMETRÍA

Toda la información recopilada se analizó en forma crítica a fin de determinar su confiabilidad y factibilidad de ser utilizada en el presente estudio. Análogamente, la información básica se sometió a un análisis para establecer su homogeneidad y proceder al relleno y extensión de la información faltante. Para ello se utilizaron los procedimientos habituales de curvas doble acumuladas y correlaciones cruzadas, según fuese pertinente.

Sobre la base de las estadísticas definitivas de precipitaciones mensuales, se confeccionaron planos de isoyetas medias mensuales, que se utilizan como información base para la estimación de la pluviometría en el área de estudio.

Como resultado de los análisis señalados, se presentan cuadros con las estadísticas definitivas utilizadas posteriormente en la generación de caudales, objetivo final de esta parte del estudio.

2.2.1 Introducción

El análisis pluviométrico tiene por objeto determinar series estadísticas de precipitaciones anuales a lo largo del periodo 1961/62 - 1997/98, para el posterior trazado de isoyetas anuales y el consecuente cálculo de la escorrentía superficial, en las cuencas de interés ubicadas en la I Región, a partir de relaciones Precipitación-Escorrentía o mediante transposición de caudales por unidad de superficie y precipitación.

Para ello, las estadísticas de precipitaciones anuales fueron correlacionadas, rellenadas y corregidas, obteniéndose estadísticas definitivas que fueron sometidas a un análisis de frecuencia, para el posterior trazado de isoyetas.

Adicionalmente, a partir del análisis de las series anuales completas, se concluyó que tanto en la zona altiplánica como en el sector precordillerano ubicado al norte del Salar Surire, las precipitaciones medias anuales se han mantenido en el tiempo, mientras que en la zona ubicada al sur de Surire, las lluvias han tenido un comportamiento más bien cíclico, presentándose en los últimos 20 años una disminución sostenida de las precipitaciones medias, con valores que llegan a ser en la actualidad similares a los registrados en los años 60.

2.2.2 Información disponible

Se recopilaron las estadísticas de precipitaciones mensuales observadas de 28 estaciones pluviométricas seleccionadas en el área de estudio.

El criterio de selección de estas estaciones, cuyo listado aparece en el Cuadro 1.2-2 del Capítulo de Recopilación de Antecedentes, se basó fundamentalmente en la extensión y la calidad de las estadísticas, así como en su distribución espacial en la zona de interés.

Se recopilaron además las estadísticas de precipitaciones mensuales rellenadas y corregidas en el "Estudio de las Precipitaciones de la Región de Tarapacá"¹, para el periodo 1961/62 - 1980/81, las cuales fueron actualizadas con las lluvias observadas posteriormente. En forma complementaria se consideraron estadísticas rellenadas en el estudio "Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del Río San José"². Estas estadísticas, consideradas en adelante estadísticas base, fueron utilizadas como antecedentes de partida en el proceso de análisis pluviométrico.

¹ (ICC - CONIC, DGA, 1982)

² Luis Arrau del Canto, DGA, 1997

Los antecedentes de precipitaciones mensuales, así como las versiones definitivas de las series de lluvias se entregan en el Anexo A.

En estos cuadros estadísticos, se considera que el año hidrológico se inicia en el mes de octubre de cada año, dado que las lluvias se concentran principalmente entre los meses de octubre y marzo.

2.2.3 Corrección y relleno de las estadísticas

Como se señaló anteriormente, para el análisis se consideraron estadísticas corregidas y rellenadas en los estudios referidos, debidamente actualizadas con los últimos datos observados de precipitaciones mensuales. En los casos en que no se disponía de estadísticas rellenadas anteriores, se emplearon directamente los datos observados.

Cabe destacar que en este análisis quedó descartada la estación Esmeralda por la escasa información que poseía. En tanto, la información de la estación Belén Retén DMC fue empleada para completar los vacíos de la estación Belén, por lo cual la primera también fue descartada como estación independiente. En consecuencia, de las 28 estaciones originalmente seleccionadas, sólo 26 fueron analizadas.

2.2.3.1 Correlaciones realizadas

Se correlacionaron las estadísticas de precipitaciones anuales de cada estación con las estadísticas correspondientes de una estación vecina, ajustándose la ecuación de regresión lineal respectiva.

Las mismas correlaciones permitieron detectar datos defectuosos que fueron eliminados de ellas, obteniéndose así correlaciones depuradas, las cuales se presentan en el Anexo A-3.

En el Cuadro 2.2-1 se presenta un resumen de estas correlaciones.

2.2.3.2 Patrones pluviométricos

Habitualmente, el Patrón Pluviométrico de un área determinada, se estructura promediando las precipitaciones de varias estaciones que poseen estadísticas confiables y extensas, y buenas correlaciones entre sí. El Patrón debe poseer además correlaciones aceptables con el resto de las estaciones ubicadas en

el área, por lo cual se considera representativo del régimen pluviométrico que la caracteriza.

Para definir los Patrones Pluviométricos del área de estudio, se procedió en primer lugar a dividir ésta en dos zonas: una correspondiente al altiplano y otra correspondiente a la precordillera. La precordillera se subdividió a su vez en tres sectores: norte, central y sur.

Esta sectorización, presentada en la Figura 2.2-1, se basó en los antecedentes proporcionados en el estudio de precipitaciones de Tarapacá antes mencionado, y en las correlaciones de precipitaciones anuales entre las diferentes estaciones, las que permitieron identificar conjuntos de estaciones pluviométricas con comportamientos similares de las precipitaciones.

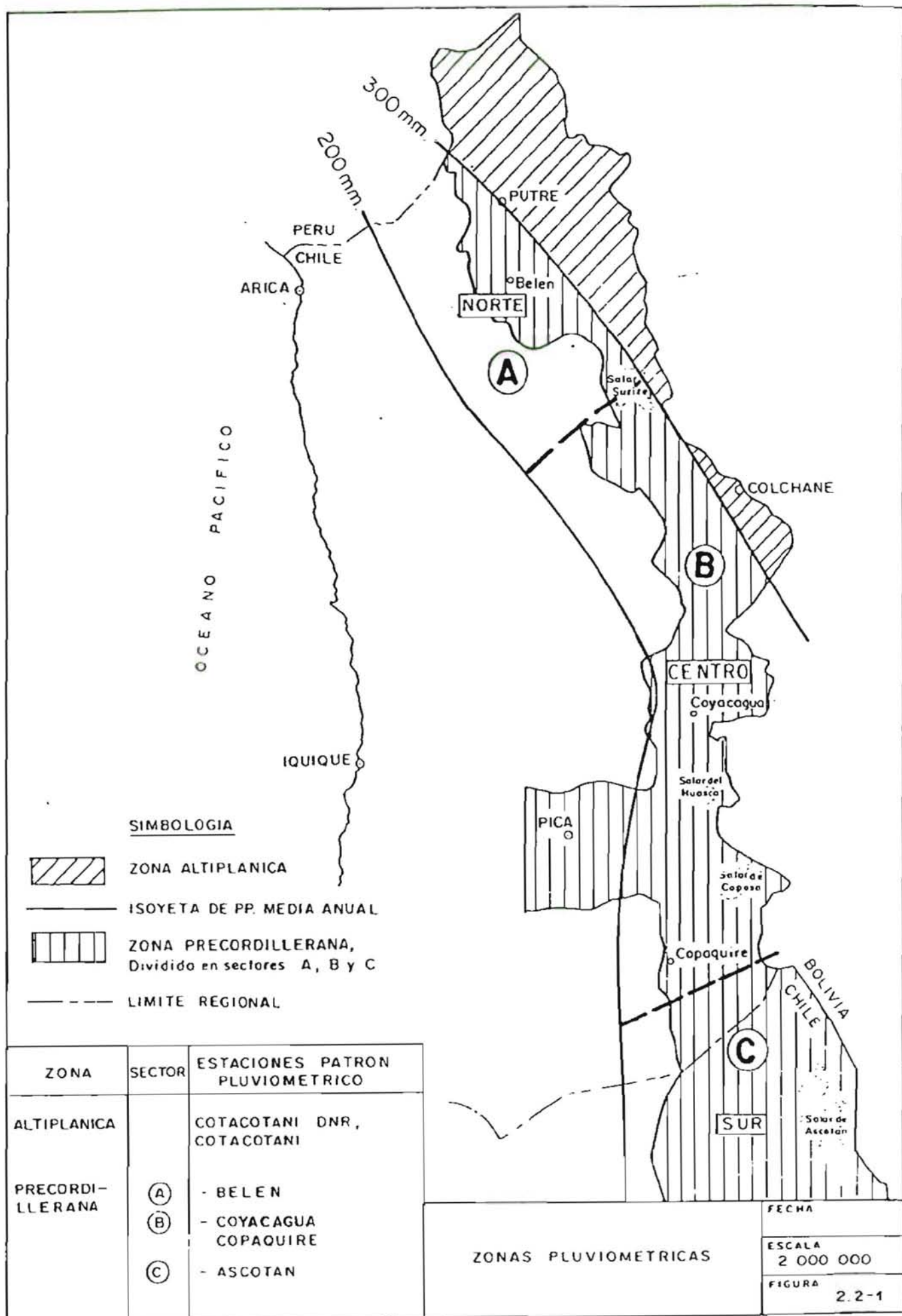
En todo caso, y como queda corroborado por los planos de isoyetas presentadas más adelante, una parte importante de la zona altiplánica presenta un marcado efecto de las lluvias del invierno boliviano, con precipitaciones medias anuales que superan los 300 mm, lo cual representa una marcada diferencia respecto a la zona precordillerana, en donde las precipitaciones anuales son menores a 200 mm.

De esta manera, teniendo en consideración la calidad y extensión de las estadísticas, así como identificando las estaciones más representativas de cada sector, se eligieron los Patrones Pluviométricos de cada uno de ellos. En la Zona Altiplánica, el Patrón quedó conformado por las estaciones Cotacotani DNR y Cotacotani. En la Zona Precordillerana quedaron como Patrones, la estación Belén en el sector norte, Coyacagua y Copaquire en el sector central, y Ascotán en el sector sur.

Cuadro 2.2-1. Resumen de correlaciones de series de precipitaciones anuales

Nº	Estación	Nº Estación Base / R ²											
1	Visviri	5/0,63	6/0,62	12/0,48									
2	Villa Industrial	1/0,53	5/0,67*	10/0,78*	11/0,57	12/0,80							
3	Alcérreca	2/0,52	4/0,48	5/0,56*	6/0,53	9/0,51	12/0,53						
4	Caquena	2/0,36*	3/0,48*	5/0,40*									
5	Cotacotani DNR	1/0,63*	6/0,96	7/0,66	8/0,73	9/0,82	12/0,61						
6	Cotacotani	1/0,62*	5/0,96	7/0,65	8/0,64	9/0,80	12/0,55						
7	Chucuyo Carabineros	1/0,46*	5/0,66	6/0,65	8/0,58	9/0,66	12/0,54						
8	Chungará Retén	2/0,46*	5/0,73	6/0,64	7/0,58	9/0,77	12/0,51	14/0,90					
9	Chungará DNR	5/0,82*	6/0,80	7/0,66	8/0,77	12/0,49	14/0,78						
10	Central Chapiquiña	2/0,78*	3/0,34	11/0,70	12/0,85	14/0,68	15/0,06						
11	Belén	2/0,57*	3/0,46	5/0,57	6/0,49	9/0,60	10/0,70*	12/0,68	14/0,59				
12	Tignamar	2/0,80*	3/0,53	4/0,48	5/0,61	6/0,55	7/0,54	8/0,51	9/0,49	10/0,85*	11/0,68	13/0,24	14/0,64
13	Guallatire	3/0,31	5/0,33	6/0,25	8/0,42*	9/0,31	11/0,26	12/0,24	14/0,24	16/0,76			
14	Chilcaya	5/0,82*	6/0,77	16/0,51									
15	Pumire	10/0,06	12/0,23	17/0,37	18/0,61*								
16	Isluga	13/0,76	14/0,51*	20/0,14									
17	Pampa Lirima	15/0,37	18/0,98	19/0,76	21/0,99*								
18	Cancosa	17/0,98	19/0,73*	20/0,71	21/0,69								
19	Coyacagua	17/0,76	18/0,73	21/0,80	22/0,60								
20	Guatacondo	18/0,71	19/0,35*	21/0,85*	26/0,73								
21	Copaquire	17/0,99	18/0,69	19/0,80*	20/0,85	22/0,60	23/0,72	24/0,37	26/0,77				
22	Collahuasi	18/0,89*	19/0,60*	20/0,80*	21/0,60	23/0,59	25/0,78*	26/0,47					
23	Ollagüe	18/0,76*	19/0,53*	21/0,72*	22/0,59*	24/0,42	26/0,60*						
24	Cebollar	17/0,97	18/0,39	19/0,70*	21/0,37	22/0,24	23/0,42	25/0,42*	26/0,61				
25	Ascotán	19/0,39*	22/0,78*	24/0,42									
26	Lequena	18/0,56	19/0,70*	20/0,73	21/0,77	22/0,47	24/0,61	25/0,30					

*: "N/R²" correlación empleada para corregir o rellenar datos anuales faltantes



La representatividad de las estaciones de los Patrones en relación al régimen pluviométrico de cada zona, quedó confirmada por las buenas correlaciones obtenidas con las demás estaciones ubicadas en la misma zona.

Debe notarse que en este caso, los Patrones Pluviométricos quedaron conformados por una o dos estaciones solamente, lo que se debe principalmente a que dichas estaciones poseen buenas correlaciones con las restantes y tienen estadísticas bastante completas. La única excepción es la estación de Copaquire, que aunque posee una estadística corta, debió ser incorporada al Patrón del sector B de la zona precordillerana, dado que Collacagua por sí sola, no presenta buenas correlaciones con las estaciones ubicadas al sur de esa localidad.

2.2.3.3 Estadísticas definitivas

Realizadas las correlaciones se procedió a corregir y rellenar las estadísticas, para lo cual se eligieron las mejores correlaciones en cada estación.

Cada serie anual de precipitaciones fue corregida y rellenada con la correlación que presentara un mayor valor de R^2 . En el caso de persistir algunos años con vacíos, se pasó a la correlación con el coeficiente R^2 inmediatamente inferior.

Los métodos empleados para los rellenos son los siguientes:

Cuando se rellenaron sólo algunos meses de un año dado, se empleó el método de los módulos pluviométricos. Según este método, en una estación pluviométrica, la relación entre la precipitación P_x desconocida de un mes m y el promedio de las precipitaciones de ese mes, puede ser aproximada a la misma relación existente en una estación vecina. Se deben considerar sí, en el cálculo de los promedios, los mismos años.

La relación más general empleada en este método tiene la siguiente forma:

$$\frac{P_x}{M_x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_i}{M_i} \quad (1)$$

donde:

- n = Número de estaciones vecinas consideradas
- P_x = Precipitación mensual de la estación que se está rellenando
- M_x = Promedio de precipitaciones en el mismo mes, de la estación que se está rellenando.
- P_i = Precipitación mensual de la estación "i"

M_i = Promedio de precipitaciones en el mismo mes, de la estación "i", considerando como años para tal promedio, los mismos considerados para el cálculo de M_x .

Cuando se rellenaron o corrigieron años completos, se recurrió directamente a las correlaciones efectuadas, suponiendo que la distribución mensual de las lluvias en el año por rellenar es igual a la distribución mensual en la estación base, para el mismo año.

Los valores anuales, rellenados o corregidos, fueron incorporados a los gráficos de las correlaciones efectuadas, verificándose su correcta ubicación dentro de la tendencia general de los puntos.

Considerando que para el posterior cálculo de caudales en cuencas con usos ancestrales, y según se explica en el capítulo respectivo, sólo los datos de precipitaciones anuales son relevantes, el relleno a nivel mensual únicamente se realizó en las estaciones de los Patrones Pluviométricos, con el fin de elaborar las curvas de variación estacional asociada a cada zona y sector pluviométrico. En el resto de las estaciones sólo se completaron las series anuales, para la consecuente generación de caudales en cuencas con usos ancestrales.

Los rellenos mensuales obtenidos por módulos pluviométricos, que necesariamente debieron realizarse a las estadísticas de las estaciones para calcular las precipitaciones anuales de algunos años, se presentan en las estadísticas definitivas (ver Anexo A-4). En tanto, en el Cuadro 2.2-2 se consignan las precipitaciones anuales definitivas. Las estadísticas definitivas de precipitaciones mensuales de las 6 estaciones que conforman los Patrones Pluviométricos se presentan al final del anexo mencionado.

Cuadro 2.2-2 Estadísticas definitivas de las precipitaciones anuales (mm)

AÑO	Visviri	Villa Industrial	Alcerrecá	Caquena	Chucuyo Carabineros	Chungará Retén	Chungará DNR	Central Chapiquilña	Tignamar	Guallatre
1961/62	424,7	564,2	284,5 a	491,1 b	405,9 b	396,6 b	423,9 b	201,4 b	142,2 b	291,6 b
1962/63	359,4	382,0	364,1	692,7	478,2	450,8	480,9	138,5 b	101,1 b	314,6 b
1963/64	221,1	211,5	112,8	369,7	314,3	359,1	353,5	27,0	15,9 b	275,7 b
1964/65	162,0	257,9 a	163,6 a	241,7	238,8	225,5	228,5	193,7	151,1 b	219,0 b
1965/66	121,8	140,7 b	73,1 a	151,9	115,5	116,1	127,5	37,0	24,0 b	172,5 b
1966/67	228,9	509,1 b	101,2	274,2	346,5	323,3	301,8	200,1	156,3 b	260,5 b
1967/68	226,7	551,7 b	159,0	361,8	382,9	381,2	382,6	219,0	171,6 b	285,4 b
1968/69	210,2	549,7 b	120,3 a	287,9	288,0	375,1	314,8	218,1	170,9 b	262,8 a
1969/70	156,8	265,6 b	92,6 b	208,9	242,7	260,5	234,5	92,3	68,9 b	225,0
1970/71	182,3	585,2 b	179,2 b	409,9	293,0	334,6	310,4	233,8	183,6 b	365,7
1971/72	393,5	864,1 b	366,1 a	523,3	515,0	497,5	501,1	259,9	204,8 b	620,9 a
1972/73	441,2	386,9 b	271,2 a	236,0	424,9	380,5	383,5	146,0	112,4 b	284,8 b
1973/74	518,0	278,0 b	172,5	350,2	493,1	277,8	262,2	97,8	73,3 b	446,4 a
1974/75	202,1	655,6 b	260,8	263,0	489,1	437,0	543,7	265,0	208,9 b	433,3 a
1975/76	537,8	354,4 b	298,5	435,9	342,1	324,2	315,7	276,0 b	103,0	219,0
1976/77	329,1	486,0	194,5	540,9	230,5	419,0	424,6	174,4 b	149,4	317,3
1977/78	282,6	187,5	184,0	287,8	217,5	235,0	248,0	72,8	63,4	311,0
1978/79	402,0	291,9	106,0	309,7	374,3	248,5	362,0	102,0	61,5	261,0
1979/80	295,8	182,7	95,6	179,0	180,5	274,0	270,6	67,0	68,5	302,0
1980/81	502,8	361,0	208,5	275,1	417,5	346,1	381,0	196,2	123,6	247,0
1981/82	304,6	292,0	113,0	348,5	268,1	256,6	319,0	81,8	24,0	205,0
1982/83	123,5	97,5	63,5	118,5	49,6	162,8	153,4	37,0	9,6	58,0 a
1983/84	545,5	536,0	379,5	365,0	510,9	468,4	561,3	192,7	178,8	568,5
1984/85	464,2	432,5	330,0	452,5	425,1	556,1	558,8	177,5	136,9	307,5
1985/86	635,6	528,5	329,2	449,7	513,0	508,6	604,3	183,2	131,7	278,5
1986/87	207,4	378,0	405,8	777,2	447,3	416,0	397,0	171,0	146,1	294,9
1987/88	286,5	173,0	159,1	318,4	359,6	171,7	361,0	98,8	82,0	234,0 a
1988/89	310,0	313,9	363,0	366,7	311,0	206,4	363,1	171,3	82,1	126,4
1989/90	120,6	235,1	182,0	113,2	200,8	156,0	260,7	51,5	29,9	101,1
1990/91	239,0	506,2	409,0	559,9 b	441,9	417,0	461,3	137,3	110,0	373,0
1991/92	11,0	18,3	37,9	200,3 b	139,5	141,1	156,1	10,3	6,8	122,0
1992/93	373,0 a	718,3	289,8	444,4 b	385,4	283,2	383,5	252,5	213,6	250,2
1993/94	249,9 a	422,0	277,1	341,2 a	334,9	319,7	349,0	120,9	127,1	248,0
1994/95	265,5 a	319,8 a	223,0 a	187,5 a	363,2	235,0 a	216,0	108,6	107,5	143,0
1995/96	162,8	205,4 a	176,5 a	284,8 b	242,5 a	198,6 a	288,4 b	66,9	47,7	232,0 a
1996/97	359,3	596,2 b	261,0	596,1 a	652,9 a	503,6 a	486,0 b	238,7	232,1 a	270,8 a
1997/98	223,4 c	139,3 c	119,5 c	334,5 c	232,6 c	273,5 c	324,1 b	135,5 c	135,7 c	219,3 c
PROMEDIO	299,5	372,4	213,7	355,4	342,3	322,6	353,9	147,4	112,3	274,3
DES EST	141,5	177,3	106,5	152,5	129,5	114,8	117,2	74,2	61,8	112,9
COEF VAR	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4
MÁXIMO	635,6	718,3	409,0	777,2	652,9	556,1	604,3	276,0	232,1	620,9
MÍNIMO	11,0	18,3	37,9	113,2	49,6	116,1	127,5	10,3	6,8	58,0

a :valor rellenado por Módulos Pluviométricos

b :valor rellenado por correlación anual

c :valor rellenado considerando la relación promedio de las precipitaciones semestrales de la misma estación

Cuadro 2.2-2. Estadísticas definitivas de las precipitaciones anuales (mm) (Continuación)

AÑO	Chilcaya	Pumire	Isluga	Pampa Linma DCP	Cancosa	Guatacondo	Collahuasi	Ollagüe	Cebollar	Lequena
1961/62	395,5 b	84,2 b	140,9 b	122,4 b	176,5 b	17,9 b	66,3 b	78,0	28,1 b	34,2 b
1962/63	477,3 b	69,7 b	166,6 b	90,2 b	134,6 b	13,4 b	184,0 b	123,1	47,2 b	39,3 b
1963/64	285,0 b	179,0	99,8 b	67,3 b	104,9 b	10,3 b	50,1 b	97,7	37,6 b	32,5 b
1964/65	200,5 b	57,0 b	79,5 b	61,6 b	97,5 b	47,3	234,0 b	114,1	35,2 b	37,8 b
1965/66	45,5 b	48,4	30,7 b	15,9 b	38,1 b	0,0	26,7 b	4,8	16,1 b	17,1 b
1966/67	258,2 b	93,3 b	97,7 b	143,0 b	203,2 b	14,4	136,9 b	42,7	69,3 b	55,1 b
1967/68	308,1 b	116,0 b	113,4 b	193,6 b	268,9 b	3,5	103,1 b	166,2	90,5 b	70,2 b
1968/69	244,4 b	104,5 b	93,3 b	167,9 b	235,5 b	22,0	148,1 b	120,0 b	79,7 b	62,6 b
1969/70	146,6 b	55,4 b	62,5 b	58,2 b	93,0 b	9,0	96,9 b	68,6 b	33,8 b	29,8 b
1970/71	264,9 b	97,3 b	99,8 b	151,9 b	214,8 b	3,2	140,5 b	112,5 b	73,0 b	57,8 b
1971/72	281,3 a	109,3 b	104,9 b	178,8 b	249,6 b	56,5	206,0 a	125,0 b	84,3 b	65,8 b
1972/73	429,6 b	144,9 b	151,6 b	258,3 b	352,9 b	40,0	204,0	137,0 b	117,6 b	89,6 b
1973/74	335,4 b	166,8 b	122,0 b	307,4 b	416,6 b	39,5 b	192,0	150,7 a	138,1 b	104,2 a
1974/75	357,5 b	142,3 b	128,9 b	252,5 b	345,4 b	35,9 b	271,0	163,8	115,1 b	87,8 b
1975/76	268,0	162,4 a	100,1 b	113,5 b	164,6 b	11,7 b	193,2 a	158,2	54,6	46,2 b
1976/77	447,9	124,3 b	157,4 b	202,7 b	293,0	24,6 b	221,0	124,3	73,0	72,9 b
1977/78	280,3	184,9	167,9	74,0	185,1 b	6,9 b	133,0	73,5	50,0	44,0
1978/79	252,1	169,5	50,3	155,9	172,0	8,5	115,0	81,7 b	91,9	70,0
1979/80	228,0	43,0	175,9	71,1	17,0	1,8	84,5	29,5 a	17,4 a	15,9
1980/81	384,0	95,5	84,0	128,5 b	314,0	13,9 b	180,5	88,0	49,1	26,0
1981/82	172,5	68,0	5,0	47,3 b	172,4 a	1,0	91,0	63,6	19,5	10,2
1982/83	82,0	0,0	42,2 b	58,1	21,0	12,0	104,5	22,0	30,0	51,0
1983/84	406,5	221,0	158,4	350,7 b	468,3 a	56,0	193,5	186,0	76,8 a	117,1
1984/85	691,4	74,0	235,6	152,8 b	332,0	22,0	172,0	122,5	64,5	69,0
1985/86	564,0	74,9	191,5	69,7 b	189,9	4,0	125,5	121,0	105,0	62,9
1986/87	353,3 b	135,4	117,5	294,6 b	306,0	33,5	170,5	119,7 a	86,0	96,5
1987/88	327,2 b	27,6	88,0	10,0 b	32,7	4,0	70,0	38,9 b	17,5	20,0
1988/89	312,7 b	43,4 b	50,0	70,0 b	58,0	3,0	58,5	46,7 b	16,0 a	34,5
1989/90	154,2 b	79,5 b	163,5 a	98,3 b	163,0 a	3,0	28,0 a	85,0 b	31,1 b	11,6 a
1990/91	377,5 b	47,6 b	109,5 a	134,9 b	70,3	14,8 b	149,0 a	50,5 b	41,5 b	37,7
1991/92	91,9 b	60,8 b	118,5 a	32,7 b	108,5 a	7,0	84,9 b	57,6 b	23,1 b	7,2
1992/93	403,8 b	81,5 b	82,6	106,1 b	168,8 a	15,0	129,1 b	105,3 b	17,1 b	61,6
1993/94	484,0 b	59,9 b	74,5	86,2 b	106,0	2,0	103,4 b	61,5 b	45,5 b	13,7
1994/95	169,6 b	50,6 b	60,0 a	11,5 b	79,0	22,3	95,5 b	62,6 a	27,0	50,0
1995/96	227,2 b	44,6 b	87,9 b	5,9 b	61,5 a	7,0	90,3 b	47,7 b	11,4	20,1
1996/97	455,6 b	125,0 b	159,8 b	214,0 b	295,3 b	36,0	179,7 b	123,3 b	142,0	76,9
1997/98	250,1 b	64,0 b	95,1 b	16,2 b	117,8 b	1,2 b	105,8 b	77,5 b	3,5 a	30,0 a
PROMEDIO	307,9	94,7	109,9	123,6	184,0	16,9	133,5	93,2	55,7	49,4
DES EST	136,4	50,6	48,9	88,8	115,3	15,9	59,3	44,2	37,0	28,2
COEF VAR	0,4	0,5	0,4	0,7	0,6	0,9	0,4	0,5	0,7	0,6
MÁXIMO	691,4	221,0	235,6	350,7	468,3	56,5	271,0	186,0	142,0	117,1
MÍNIMO	45,5	0,0	5,0	5,9	17,0	0,0	26,7	4,8	3,5	7,2

a :valor rellenado por Módulos Pluviométricos

b :valor rellenado por correlación anual

c :valor rellenado considerando la relación promedio de las precipitaciones semestrales de la misma estación

2.2.3.4 Homogeneidad de las estadísticas

Con el fin de verificar la homogeneidad de las estadísticas ya corregidas y rellenadas, las series de precipitaciones anuales se sometieron a un análisis de curvas doble acumuladas. En este tipo de análisis, se grafican las precipitaciones anuales acumuladas de cada estación en función de las correspondientes precipitaciones acumuladas del Patrón Pluviométrico.

En la Figura 2.2-2 se presentan las curvas doble acumuladas para las estaciones que conforman los Patrones Pluviométricos. No se incluyen las curvas de las estaciones Belén y Ascotán, por ser ellas mismas el Patrón. Las Figuras restantes se presentan en el AnexoA-5. De acuerdo con estas curvas, las estadísticas definitivas se pueden considerar corregidas y rellenadas adecuadamente.

2.2.4 Análisis de frecuencia de las estadísticas

Para las series de precipitaciones anuales corregidas y rellenadas de cada estación, se efectuaron análisis de frecuencia analíticos, ajustando las distribuciones Normal, Gumbel, Pearson III, Log-Normal, y Log-Pearson III, considerando 5 probabilidades de excedencia : 5%, 20%, 50%, 85% y 95%.

Para estos fines se aplicó el programa de computación desarrollado en lenguaje GWBASIC en "Proyecto Itata. Estudio Hidrológico y Situación Actual Agropecuaria"³. Para cada serie, el programa realiza el Test Chi² con un nivel de significancia del 5%, para las 5 distribuciones de probabilidad. La distribución que entrega el menor valor del coeficiente Chi² es la de mejor ajuste.

De acuerdo con los resultados presentados en el Anexo A-6, las distribuciones Gumbel y Log-Normal son las que en general mejor se ajustan a las series analizadas. Sin embargo, considerando que no hay mayor diferencia entre los ajustes de ambas distribuciones y dado que la Gumbel se utiliza más bien para el análisis estadístico de eventos extremos, se adoptaron los resultados correspondientes a la Log-Normal como los más representativos del comportamiento de las precipitaciones de la zona de estudio.

También se realizó un análisis de frecuencia de las precipitaciones mensuales de las estaciones que conformaron los Patrones Pluviométricos, con el fin de elaborar las curvas de variación estacional de las precipitaciones. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 2.2-3 y en la Figura 2.2-3. El detalle de ellos

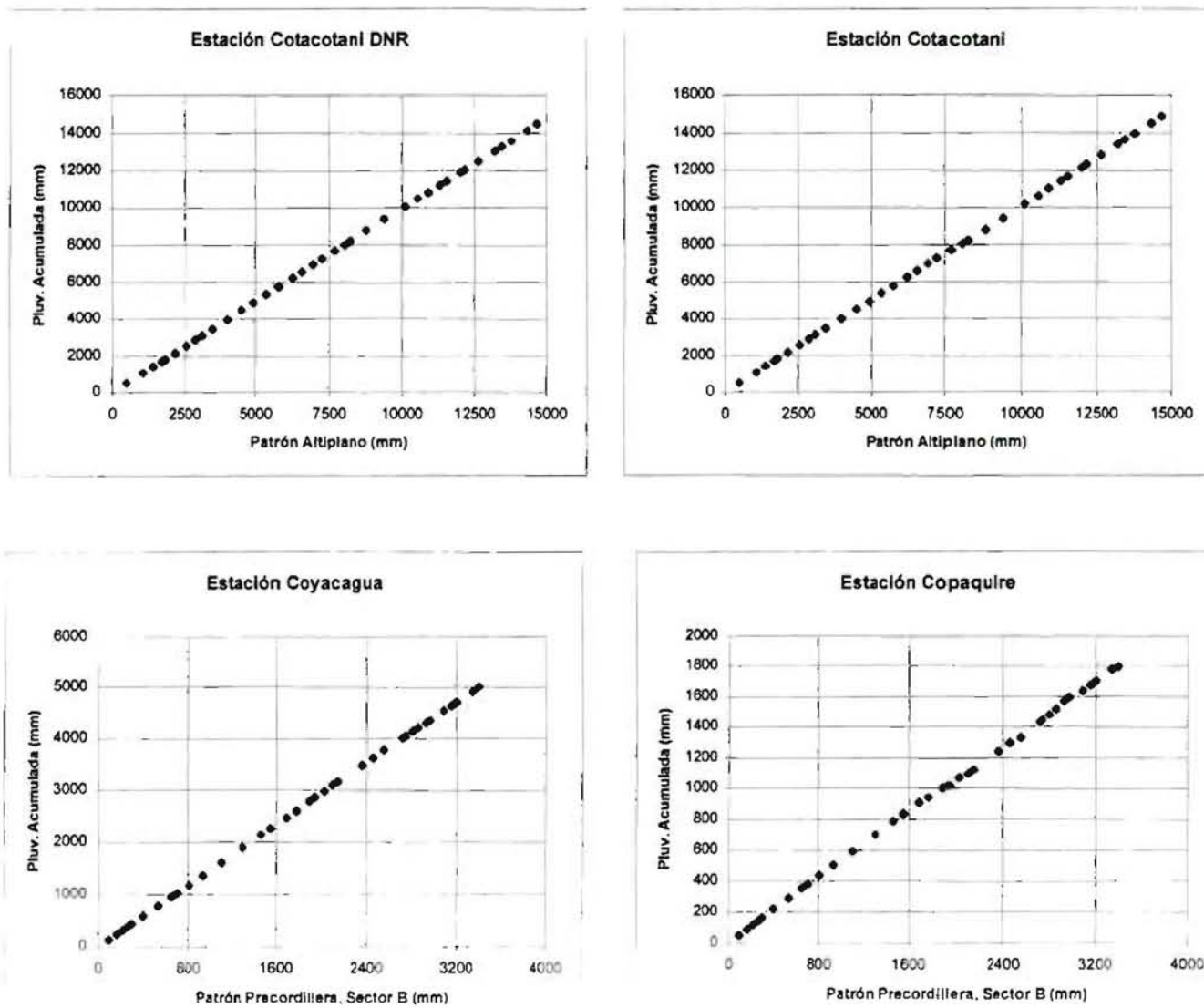
³ PROITATA, Comisión Nacional de Riego, 1992

se entrega en el Anexo A-7. En tanto, en el Cuadro 2.2-4 se presenta un resumen de los resultados del análisis de frecuencia de las precipitaciones anuales.

Considerando estos antecedentes, y teniendo como referencia las isoyetas del "Estudio de Precipitaciones de la Región de Tarapacá" ya citado, se elaboraron las curvas de isoyetas anuales con 50% de probabilidad de excedencia, las cuales se presentan en el Plano 2.2-1.

En estas curvas queda muy claramente reflejado el pronunciado descenso de las precipitaciones, desde la zona altiplánica hacia la precordillera. Por ejemplo, en el sector de Caquena o Chungará, las lluvias anuales superan los 300 mm, mientras que en las inmediaciones de Belén, éstas bordean los 100 mm. Del mismo modo, se aprecia una disminución de las precipitaciones desde el norte hacia el sur. Las menores precipitaciones anuales de la zona norte del área de estudio se producen en Tignamar, siendo ligeramente inferiores a 90 mm, mientras que en el sector sur, en las inmediaciones de Lequena o Ascotán, las precipitaciones apenas superan 40 mm.

Figura 2.2-2. Curvas doble acumuladas



**Cuadro 2.2-3 RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FRECUENCIA
PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) DE ESTACIONES DE PATRONES PLUVIOMÉTRICOS**

ESTACIÓN: COTACOTANI DNR

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	1,7	1,4	9,1	16,2	14,2	9,6	1,3	0,2	0,2	0,1	0,6	1,5	191,5
85%	3,3	3,1	16,2	30,8	25,2	18,1	2,7	0,5	0,4	0,2	1,3	2,5	243,4
50%	10,0	12,3	43,0	92,3	67,0	53,0	9,4	2,0	1,8	1,7	6,1	6,5	366,4
20%	24,9	38,0	95,3	225,0	148,5	126,9	26,0	6,0	5,8	8,4	20,8	13,9	510,7
5%	59,4	111,2	203,5	526,5	317,4	292,0	68,4	17,1	17,9	39,1	67,4	28,7	701,1

ESTACIÓN: COTACOTANI

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	1,1	0,9	11,4	15,2	18,9	9,3	1,1	0,4	0,2	0,3	0,6	1,3	198,4
85%	2,3	2,3	18,9	29,7	31,2	17,6	2,3	0,8	0,5	0,7	1,3	2,3	251,2
50%	8,6	12,0	44,5	93,0	73,7	52,3	8,8	2,6	1,9	2,4	5,3	5,9	375,7
20%	24,9	45,2	89,1	234,6	148,1	126,7	26,1	6,5	5,7	6,8	16,7	12,5	520,9
5%	68,2	160,1	173,1	567,8	288,2	295,1	73,8	15,4	16,4	18,2	50,2	25,8	711,7

ESTACIÓN: BELÉN

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	1,4	1,0	1,0	7,5	3,4	3,3	1,0	0,0	0,5	0,0	1,6	1,0	26,8
85%	2,5	1,8	2,4	13,6	7,6	5,8	1,6	0,1	0,9	0,1	3,1	1,8	44,0
50%	6,9	5,5	11,0	36,8	30,0	15,6	3,3	1,0	3,0	1,3	9,6	4,7	102,1
20%	15,4	13,3	38,1	82,9	91,7	34,9	6,1	4,9	8,0	11,4	24,4	10,1	202,3
5%	33,2	31,0	124,0	180,0	266,7	74,8	11,1	23,8	20,2	92,4	59,3	21,2	388,5

**Cuadro 2.2-3 (Continuación) RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FRECUENCIA
PRECIPITACIONES MENSUALES (mm) DE ESTACIONES DE PATRONES PLUVIOMÉTRICOS**

ESTACIÓN: COYACAGUA

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,9	1,3	0,9	9,0	3,9	4,7	0,3	0,3	0,3	0,1	0,5	0,2	41,7
85%	1,8	2,3	2,0	15,3	8,1	7,5	0,7	0,6	0,6	0,3	1,0	0,4	60,6
50%	5,3	5,7	8,4	38,3	28,0	16,3	2,2	1,8	2,1	1,3	3,3	1,9	114,7
20%	13,0	12,2	27,0	80,4	76,7	30,8	5,8	4,4	6,3	3,9	8,9	6,5	192,4
5%	30,3	25,1	81,6	163,3	201,0	56,4	14,4	10,3	18,0	11,3	22,9	21,3	315,3

ESTACIÓN: COPAQUIRE

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,4	0,5	0,5	2,1	3,3	1,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,1	14,7
85%	0,8	0,8	1,0	3,9	5,6	2,1	0,3	0,2	0,3	0,4	0,7	0,3	21,5
50%	2,0	1,6	3,5	11,6	14,2	5,5	1,0	1,0	1,8	0,7	1,7	1,3	40,8
20%	4,4	2,8	9,9	27,9	30,3	12,4	2,9	3,1	7,5	1,1	3,2	4,5	68,6
5%	9,3	4,8	26,5	64,6	62,2	26,6	7,7	9,8	28,8	1,7	6,0	14,2	112,8

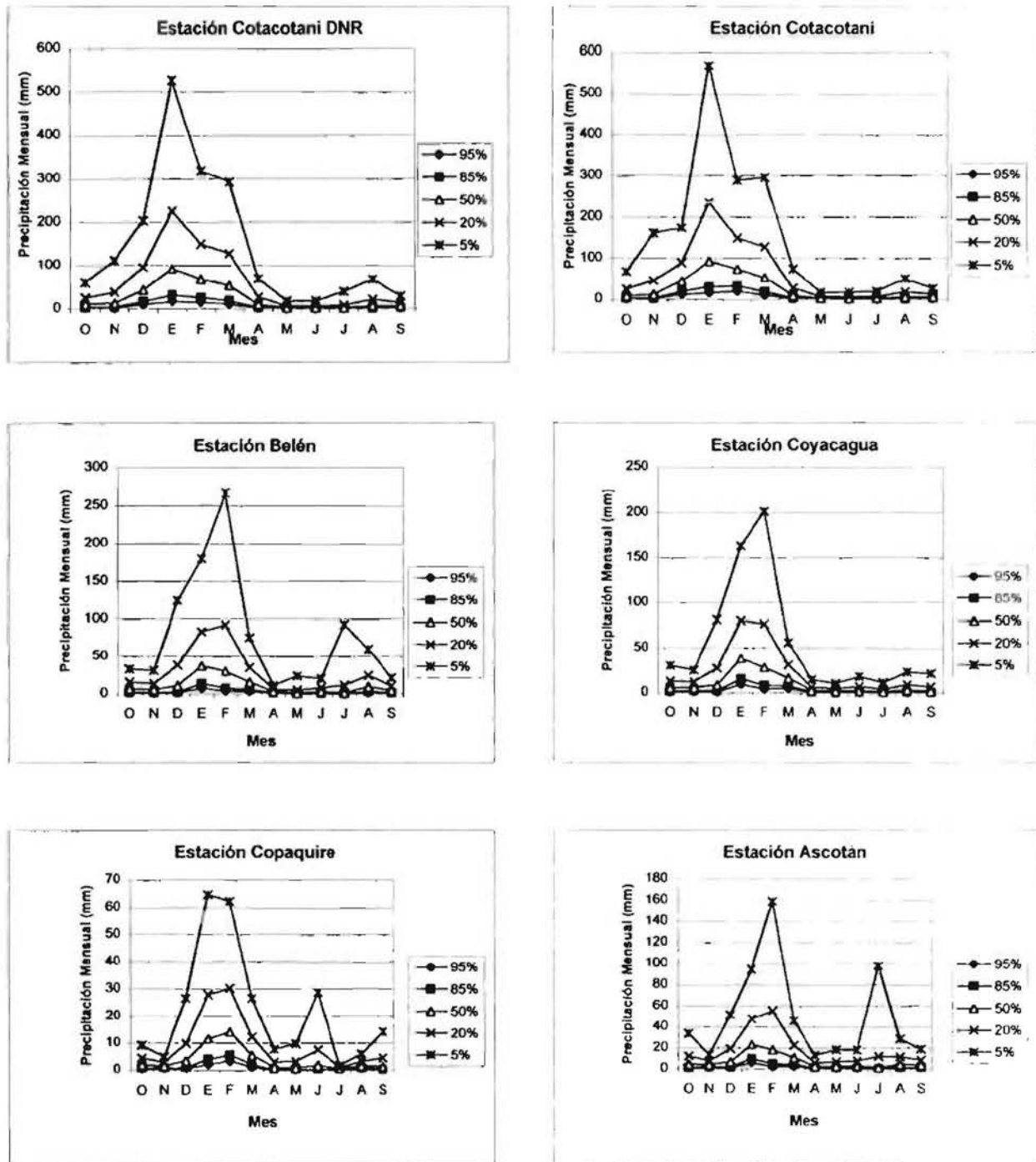
ESTACIÓN: ASCOTÁN

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,5	1,2	0,9	5,7	2,1	2,5	0,5	0,3	0,5	0,0	0,6	0,7	12,8
85%	1,1	1,9	1,9	9,6	4,7	4,3	0,9	0,7	1,0	0,1	1,3	1,3	22,6
50%	4,2	4,0	6,8	23,3	18,3	10,7	2,5	2,4	3,0	1,3	4,3	3,6	59,4
20%	12,2	7,4	19,1	47,7	55,2	22,6	5,8	6,7	7,5	11,8	11,4	8,5	130,2
5%	34,0	13,3	51,6	94,5	159,0	46,0	12,9	18,1	18,0	98,2	28,7	19,0	275,6

Cuadro 2.2-4. Resumen análisis de frecuencia de precipitaciones anuales (mm)

Estación	Probabilidad de excedencia				
	95%	85%	50%	20%	5%
Visviri	81,9	124,9	256,1	458,8	800,5
Villa Industrial	101,0	153,9	315,7	565,7	987,1
Alcerreca	71,4	101,5	185,1	301,3	479,9
Caquena	154,3	202,9	323,8	473,2	679,6
Cotacotani DNR	191,5	243,4	366,4	510,7	701,1
Cotacotani	198,4	251,2	375,7	520,9	711,7
Chucuyo Carabineros	138,8	187,2	311,6	471,5	699,9
Chungará Retén	157,9	200,5	301,0	418,7	573,8
Chungará DNR	183,1	228,6	333,4	453,1	607,1
Central Chapiquiña	36,7	57,2	121,8	225,0	404,2
Belén	26,8	44,0	102,1	202,3	388,5
Tignamar	20,9	35,4	87,2	181,1	364,1
Guallatire	119,8	157,5	251,2	366,9	526,7
Chilcaya	110,7	154,5	273,0	433,3	673,4
Pumire	37,4	50,9	86,2	132,1	198,7
Isluga	31,7	47,5	95,0	166,6	284,9
Pampa Lirima DCP	16,7	30,8	86,7	201,2	449,2
Cancosa	37,5	61,5	142,7	282,7	543,1
Coyacagua	41,7	60,6	114,7	192,4	315,3
Guatacondo	1,7	3,3	10,6	27,0	65,9
Copaquire	14,7	21,5	40,8	68,6	112,8
Collahuasi	48,6	67,6	118,3	186,5	288,0
Ollagüe	25,3	38,5	79,0	141,5	247,0
Cebollar	11,3	18,5	42,8	84,6	162,2
Ascotán	12,8	22,6	59,4	130,2	275,6
Lequena	12,9	19,7	40,5	72,8	127,5

Figura 2.2-3. Curvas de variación estacional



2.2.5 Análisis final de resultados

Como se deduce de la información presentada en el Cuadro 2.2-5, al comparar las precipitaciones medias anuales obtenidas en el presente estudio con las del estudio de precipitaciones de Tarapacá, existe una disminución en los promedios de precipitación anuales en 11 de 19 estaciones comparadas, las que en general superan el 10%. En el resto de los casos se registraron aumentos, con variaciones inferiores al 11%. En todo caso, se debe tener en cuenta que en el estudio anterior el período de análisis se extendió desde 1961 a 1980.

Debe destacarse las importantes diferencias registradas en las estaciones de Pumire y Copaquire, respecto al estudio de ICC-CONIC. En relación a la primera, en el presente análisis se concluyó que las precipitaciones registradas entre 1961 y 1976 están sobrestimadas en dicho estudio, por lo cual fueron corregidas. En tanto, para Copaquire, los rellenos realizados en el mismo estudio también se consideran sobrestimados.

Otro análisis interesante resulta al observar la evolución de las precipitaciones anuales a través del tiempo. Como se desprende del Cuadro 2.2-6 y de la Figura 2.2-4, tanto en la zona altiplánica como en la zona precordillerana, ubicadas al norte del Salar Surire, las precipitaciones medias anuales se han mantenido en el tiempo. Sin embargo, en el área comprendida desde Collacagua hacia el sur, se observa primero un incremento de las precipitaciones medias anuales entre 1961 y 1977, y a partir de ese año se inicia una disminución sostenida de las mismas, con un descenso promedio de unos 5 mm/año, llegando en la actualidad nuevamente a los promedios existentes en los años 60. De esta manera, aparece un comportamiento cíclico de las precipitaciones medias anuales en esta zona.

Cuadro 2.2-5. Comparación promedio de precipitaciones anuales

Estación	Precipitación media (mm)		Diferencia
	Estudio Actual (*)	Estudio existente (**)	
Visviri	299,5	306,7	-2,4
Villa Industrial	372,4	374,7	-0,6
Alcerreca	213,7	193,5	9,5
Caquena	355,4	315,1	11,3
Cotacotani	104,2	378,2	5,7
Chucuyo Carabineros	342,3	338,3	1,2
Central Chapiquiña	147,4	197,6	-34,1
Belén	130,6	149,7	-14,6
Tignamar	112,3	128,4	-14,3
Guallatire	274,3	345,6	-26,0
Chilcaya	307,9	276,5	10,2
Pumire	94,7	313,2	-230,7
Isluga	109,9	103,8	5,6
Pampa Lirima DCP	123,6	112,3	9,1
Cancosa	184,0	167,7	8,9
Coyacagua	135,2	155,9	-15,3
Guatacondo	16,9	22,0	-29,9
Copaquire	48,6	152,0	-212,7
Colahuasi	133,5	140,5	-5,2

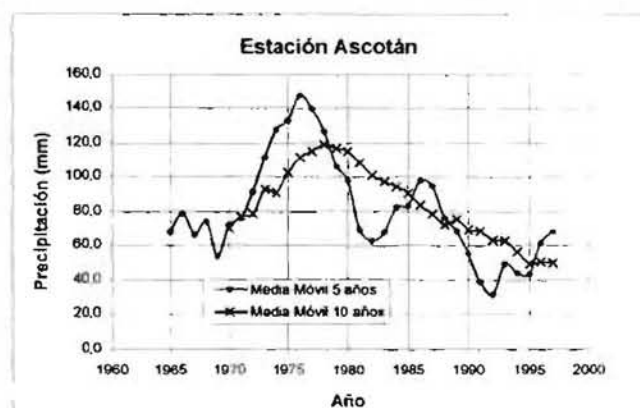
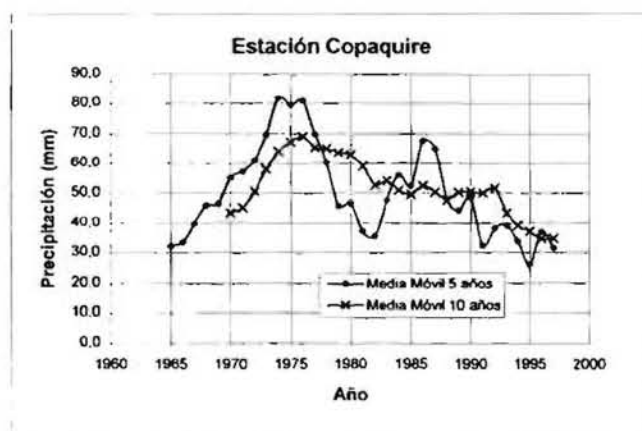
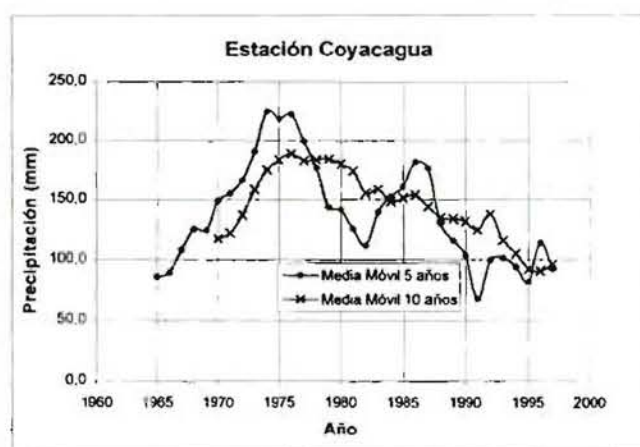
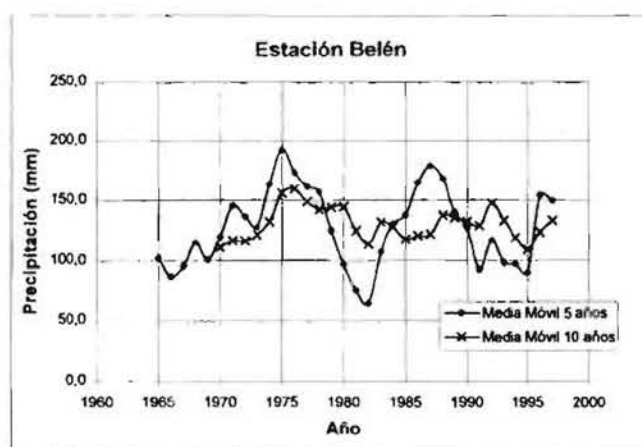
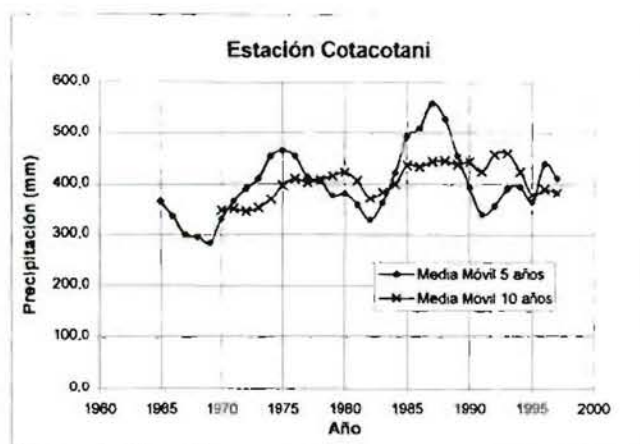
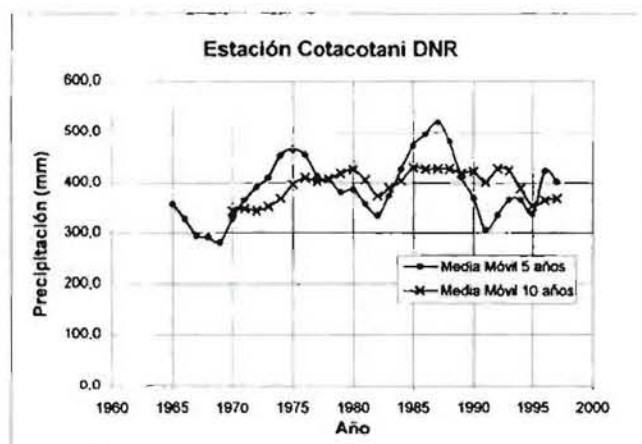
* Estudio actual, período 1961 a 1997

* Estudio de precipitaciones de la Región de Tarapacá, período 1961 a 1980

Cuadro 2 2-6. Medias móviles de precipitaciones anuales

Año	Cotacotani DNR			Cotacotani			Belén			Coyacagua			Copaquire			Ascatán		
	Precipitación Anual (mm)	Promedio Móvil 5 años (mm)	Promedio Móvil 10 años (mm)	Precipitación Anual (mm)	Promedio Móvil 5 años (mm)	Promedio Móvil 10 años (mm)	Precipitación Anual (mm)	Promedio Móvil 5 años (mm)	Promedio Móvil 10 años (mm)	Precipitación Anual (mm)	Promedio Móvil 5 años (mm)	Promedio Móvil 10 años (mm)	Precipitación Anual (mm)	Promedio Móvil 5 años (mm)	Promedio Móvil 10 años (mm)	Precipitación Anual (mm)	Promedio Móvil 5 años (mm)	Promedio Móvil 10 años (mm)
1961	478.4			488.8			189.1			130.7			48.6			32.5		
1962	563.4			574.9			130.1			102.5			38.7			123.0		
1963	344.4			351.4			37.0			82.5			31.7			20.0		
1964	277.8			283.5			132.8			77.5			25.9			181.5		
1965	117.9	356.0		120.3	363.8		20.0	101.8		37.5	86.1		15.8	32.1		2.0	67.8	
1966	337.3	328.2		344.2	334.9		115.0	87.0		148.7	89.7		55.0	33.4		86.8	78.7	
1967	396.8	294.8		396.8	299.2		173.0	95.6		193.0	107.8		70.6	39.8		60.8	66.2	
1968	329.7	291.9		329.7	294.9		133.3	114.8		170.5	125.4		62.7	48.0		57.8	73.8	
1969	226.8	281.7		226.8	283.6		61.7	100.6		74.5	124.8		28.8	48.6		60.3	53.5	
1970	351.3	328.4	342.2	351.3	329.8	346.8	114.7	119.5	110.7	156.5	148.8	117.4	57.7	55.0	43.6	94.8	72.1	70.0
1971	521.9	265.3	346.7	521.9	365.3	350.1	244.7	145.5	118.2	180.0	154.9	122.3	66.0	57.2	45.3	104.7	75.7	77.2
1972	524.6	390.3	342.9	524.6	390.9	345.1	126.6	136.2	115.9	249.6	166.2	137.0	90.5	81.1	50.5	138.8	91.3	78.8
1973	425.5	410.0	351.0	425.5	410.0	352.5	90.4	127.6	121.2	292.5	190.6	158.0	105.6	69.7	57.9	159.8	111.7	92.7
1974	448.7	454.4	368.1	448.7	454.4	369.0	239.5	163.2	131.9	244.5	224.6	174.7	88.7	81.7	64.1	141.0	127.8	90.7
1975	404.3	465.0	396.7	404.3	465.0	397.4	259.2	192.1	155.8	122.7	217.9	183.3	45.8	79.3	67.1	118.6	132.6	102.4
1976	470.6	454.8	410.0	470.6	454.8	410.0	150.7	173.3	159.4	200.9	222.0	188.5	73.4	80.8	69.0	179.5	147.6	111.6
1977	314.4	412.7	401.8	319.7	413.8	402.3	67.3	161.4	148.8	136.5	199.4	182.8	35.5	69.8	65.5	97.0	139.2	115.3
1978	369.0	405.4	407.7	388.5	406.4	408.2	86.5	156.6	142.1	179.5	178.8	183.7	58.5	80.4	65.1	96.3	126.5	119.1
1979	326.3	381.0	417.7	301.3	376.9	415.7	80.1	124.8	144.0	79.5	143.8	184.2	16.0	45.6	63.8	39.0	106.1	117.0
1980	431.6	386.4	425.7	424.3	380.9	423.0	119.0	96.7	144.4	111.0	141.5	179.7	50.5	48.6	63.1	77.4	97.8	115.2
1981	319.9	356.2	405.5	355.2	357.8	406.3	45.9	75.8	124.5	122.5	125.8	173.9	25.5	37.2	59.0	35.0	68.9	108.3
1982	203.0	334.0	373.4	170.8	328.0	370.9	14.0	65.1	113.3	63.5	111.2	155.3	27.5	35.6	52.7	66.0	62.7	101.0
1983	584.0	373.0	389.2	556.0	361.5	384.0	275.0	106.8	131.7	321.5	139.8	158.2	119.0	47.7	54.0	121.4	87.8	97.1
1984	593.5	426.4	403.7	604.8	422.2	399.6	197.0	130.2	127.5	142.7	152.2	148.0	58.0	56.1	51.0	112.0	82.4	94.2
1985	863.0	472.7	429.6	774.3	492.2	436.6	156.1	137.6	117.2	153.8	160.8	151.1	32.4	52.5	49.6	81.3	83.1	90.5
1986	439.7	496.6	426.4	444.3	510.0	433.9	181.0	164.6	120.2	226.7	181.6	153.7	101.7	67.7	52.5	108.8	97.9	93.4
1987	319.5	519.9	427.0	416.9	559.3	443.6	83.1	178.4	121.8	38.3	176.6	143.9	14.0	65.0	50.3	49.0	94.5	78.6
1988	289.1	481.0	427.0	401.6	528.4	445.0	222.0	167.8	137.3	90.9	130.4	135.0	32.5	47.7	47.7	30.0	76.2	72.0
1989	241.1	410.5	418.4	234.8	454.4	438.3	59.0	140.2	135.2	68.9	115.7	134.0	41.2	44.4	50.2	791.9	68.2	75.3
1990	456.9	369.3	421.0	469.8	393.5	442.9	68.8	126.8	132.2	90.7	103.1	131.9	52.5	48.4	50.4	14.8	54.9	69.0
1991	120.2	305.4	401.0	169.2	338.5	424.3	10.0	92.8	128.6	52.1	68.2	124.9	21.0	32.2	50.0	28.0	38.7	68.3
1992	464.0	334.3	427.1	497.5	354.6	456.9	202.0	116.4	147.4	195.3	99.6	138.1	43.6	38.2	51.6	11.5	31.2	62.9
1993	543.9	365.2	423.1	581.9	390.6	459.5	130.8	98.1	133.0	99.0	101.2	115.8	37.5	39.2	43.4	119.7	49.2	62.7
1994	242.0	365.4	387.9	251.0	393.9	424.1	53.6	97.0	118.6	33.7	94.2	104.9	14.5	33.8	39.1	45.1	43.6	56.0
1995	311.6	336.3	352.8	311.6	362.2	377.9	54.0	90.1	108.4	28.8	81.8	92.4	12.7	25.9	37.1	11.5	43.2	49.0
1996	552.0	422.7	364.0	552.0	438.8	388.6	331.1	154.3	123.4	210.8	113.5	90.9	76.9	37.0	34.6	119.7	61.5	50.1
1997	355.1	400.9	367.6	355.7	410.4	382.5	178.2	149.5	133.0	91.2	92.7	96.1	15.9	31.5	34.6	45.1	68.2	49.7

Figura 2.2-4. Medias móviles de precipitaciones anuales



2.3 FLUVIOMETRÍA

2.3.1 Introducción

El análisis fluviométrico tuvo por objetivo determinar series confiables de caudales medios mensuales a lo largo del período de 35 años comprendido entre 1961/62 - 1997/98, los que fueron utilizados posteriormente para la generación de caudales en las cuencas de interés a través de relaciones Precipitación-Escorrentía o por transposición de caudales por unidad de superficie y precipitación. El período indicado es el mismo utilizado para el análisis pluviométrico.

Para obtener estas estadísticas definitivas, fue necesario realizar correlaciones cruzadas entre las estadísticas fluviométricas, a nivel mensual, de manera de corregir puntos anómalos y rellenar las series incompletas.

Las estadísticas así obtenidas fueron sometidas a los procesos habituales de análisis de frecuencia, para finalmente generar las curvas de variación estacional que caracterizan los cauces del área de estudio.

2.3.2 Información disponible

Se recopilaron las estadísticas de caudales medios mensuales de las estaciones fluviométricas del área de estudio, controladas por la Dirección General de Aguas, las cuales se consignan en el Anexo B.1. El listado de estas estaciones se presenta en el Cuadro 1.2-4, del Capítulo de Recopilación de Antecedentes.

Las estadísticas consideradas, en su mayoría se encuentran en régimen prácticamente natural, en el sentido de que no existen extracciones puntuales de importancia, como bocatomas u otras obras de toma. Únicamente la estación Lauca en Japu se encuentra alterada por las extracciones importantes del canal Lauca en Sifon N°1, razón por la cual debieron sumársele a los caudales observados en esta estación los caudales medios mensuales medidos en el canal.

Sin embargo, aquellas diferencias que hacen que las estadísticas no correspondan a régimen natural, se atribuyen a las extracciones realizadas por los pueblos Aymarás aguas arriba de las mediciones en las distintas estaciones fluviométricas. Es por ello que los caudales obtenidos representan el caudal disponible tras las extracciones de los pueblos aymarás.

Por otra parte, del análisis realizado se desprendió que las estadísticas de las estaciones de los esteros Coscaya, Batea, Collacagua y Guatacondo, son poco confiables, razón por la cual fue necesario recopilar las estadísticas de aforos

en esos cauces, con el fin de contrastar y complementar ambas fuentes de información. Los antecedentes de aforos recopilados se consignan en el Anexo B.2.

Como estudios referenciales para el presente análisis, se consideraron los estudios "Análisis Estadístico de Caudales en los Ríos de Chile"⁴, "Análisis Operacional del Sistema Lauca-Azapa I Región"⁵ y "Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del Río San José" antes citado.

2.3.3 Corrección y relleno de las estadísticas

Como se señaló anteriormente, las estadísticas de caudales medios mensuales se sometieron a un riguroso análisis, para culminar con estadísticas corregidas y rellenadas confiables.

Las estadísticas originales, a partir de las cuales se realizó el análisis, corresponden en su mayoría a las estadísticas observadas. Sólo para las estaciones Desaguadero en Cotacotani, Canal Lauca en Sifón N° 1 y Colpitas en Alcérreca, se consideraron estadísticas rellenadas en los estudios anteriormente señalados, las que fueron actualizadas con los últimos datos observados. Estas estadísticas presentadas en el Anexo B.3, que constituyen las estadísticas base, fueron sometidas a revisión mediante correlaciones, al igual que las restantes.

La estación Lauca en Estancia El Lago no fue considerada en el análisis por la escasa información que posee. En tanto, los datos de la estación Lluta en Chapisca fueron traspasados a la estación Lluta en Tocontasi, dada la cercanía de ambas y debido a que los antecedentes disponibles en ellas son complementarios. Por otra parte, como Lluta en Tocontasi se encuentra fuera del área de estudio, sólo fue empleada para revisar la confiabilidad de las estadísticas ubicadas aguas arriba de ella. Por lo tanto, los datos de esta estación no fueron rellenados.

Las estaciones ubicadas en los esteros Coscaya, Batea, Piga, Collacagua y Guatacondo, tampoco pudieron ser rellenadas, por los extensos vacíos de las estadísticas y por la imposibilidad de establecer buenas correlaciones con las estaciones del Lluta o del Lauca, debido a las diferencias ostensibles en los regímenes de escorrentía de estas cuencas.

En el Cuadro 2.3-1, se presenta el listado de las estaciones cuyos datos fueron corregidos y rellenados, y que posteriormente se emplearon como base para la generación de caudales en las cuencas de usos ancestrales. En las estaciones ubicadas al sur del estero Coscaya, sólo se utilizaron los datos de aforos

⁴ Prisma Ingeniería, DGA, 1992

⁵ Conic-BF, DR, 1996

para este fin, dada la baja confiabilidad de las estadísticas de caudales medios mensuales.

2.3.3.1 Correlaciones realizadas

Las estadísticas fueron correlacionadas entre sí, a nivel de caudales medios mensuales.

El primer objetivo de este análisis fue detectar puntos anómalos, definidos como puntos que aparecen sistemáticamente subestimados o sobrestimados, en varias correlaciones a la vez. Tales puntos fueron eliminados, conformándose así correlaciones depuradas, las cuales se presentan en el Anexo B.4.

Cuadro 2.3-1. Estadísticas fluviométricas corregidas y rellenadas

N°	Nombre Estación	Superficie Cuenca (km ²)
1	Caracarani en Humapalca	336
2	Caracarani en Alcérreca	1012
3	Colpitas en Alcérreca	460
4	Lluta en Alcérreca	1501
5	Caquena en Nacimiento	182
6	Caquena en Vertedero	520
7	Desaguadero en Cotacotani	92
8	Guallatire en Guallatire	27
9	Lauca en Japu (Rég. Natural)	2648

2.3.3.2 Patrones fluviométricos

Las estaciones de las cuencas del Lluta y del Caquena, presentaron correlaciones aceptables entre sí, conformando regímenes de escorrentía similares. En tanto, las estaciones del Lauca y del estero Guallatire, conformaron otro grupo relativamente homogéneo. De esta manera, en la zona norte del área de estudio se formaron dos grupos independientes de correlaciones, presentando las estadísticas un comportamiento netamente pluvial, con un efecto directo de las lluvias del invierno boliviano y un caudal peak entre enero y febrero.

En el primer grupo, correspondiente a las cuencas del Lluta y del Caquena, se consideró como Patrón la estación Colpitas en Alcérreca. En tanto, para el segundo grupo, correspondiente a las cuencas del Lauca y del Guallatire, se eligió como Patrón la estación Desaguadero Cotacotani. Ambas estaciones fueron anteriormente empleadas como base para rellenar otras estadísticas en el estudio "Análisis Estadístico de Caudales en los Ríos de Chile". Además, son las que poseen

las estadísticas más extensas y los datos mensuales más confiables, según se pudo apreciar en las correlaciones realizadas.

Como se señaló anteriormente, el resto de las estaciones existentes, ubicadas al sur del estero Coscaya, también fueron correlacionadas entre sí, pero sin buenos resultados. En este caso, si bien los caudales muestran un incremento en los meses de enero, los caudales máximos se producen entre los meses de junio y julio, durante el período de estiaje, por lo que en esta zona los caudales derivados de los deshielos adquieren preponderancia sobre los caudales producidos por las lluvias.

2.3.3.3 Estadísticas definitivas

Una vez realizadas las correlaciones y eliminados los puntos anómalos, se procedió a la corrección y al relleno de las estadísticas para el período de análisis.

Se debe señalar que en general las correlaciones muestran un alto grado de dispersión, por lo que los rellenos quedan también sujetos a un grado de incertidumbre importante. No obstante, para tales rellenos se privilegiaron las mejores correlaciones. Las estadísticas definitivas se presentan en el Anexo B.4.

2.3.3.4 Homogeneidad de las estadísticas

Para revisar la homogeneidad de las estadísticas definitivas a nivel de caudales medios anuales se elaboraron las curvas doble acumuladas de las series, en función de los dos Patrones Fluviométricos considerados.

Las curvas obtenidas se presentan en las Figuras 2.3-1 y 2.3-2.

2.3.4 Análisis de frecuencia de las estadísticas

Las estadísticas definitivas de caudales medios mensuales y anuales, fueron sometidas a un análisis de frecuencia, con el fin de determinar para cada mes y año respectivamente, los caudales con probabilidades de excedencia del 5%, 20%, 50%, 85% y 95%, ajustando las distribuciones Normal, Gumbel, Pearson III, Log Normal y Log Pearson III.

Para ello se empleó el programa de computación del Proyecto Itata ya citado.

De acuerdo a los resultados presentados en el Anexo B.5, la distribución Log-Normal es la que en general mejor se ajusta a las series

analizadas, razón por la cual se adoptaron los resultados correspondientes a esta distribución, como los definitivos para cada estación.

En el Cuadro 2.3-2 y en la Figura 2.3-3 se entregan los antecedentes de las curvas de variación estacional obtenidas. Los antecedentes detallados se presentan en el Anexo B.6.

FIGURA 2.3-1
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
CAUDAL MEDIO ANUAL ESPECIFICO ($l/s/km^2$)

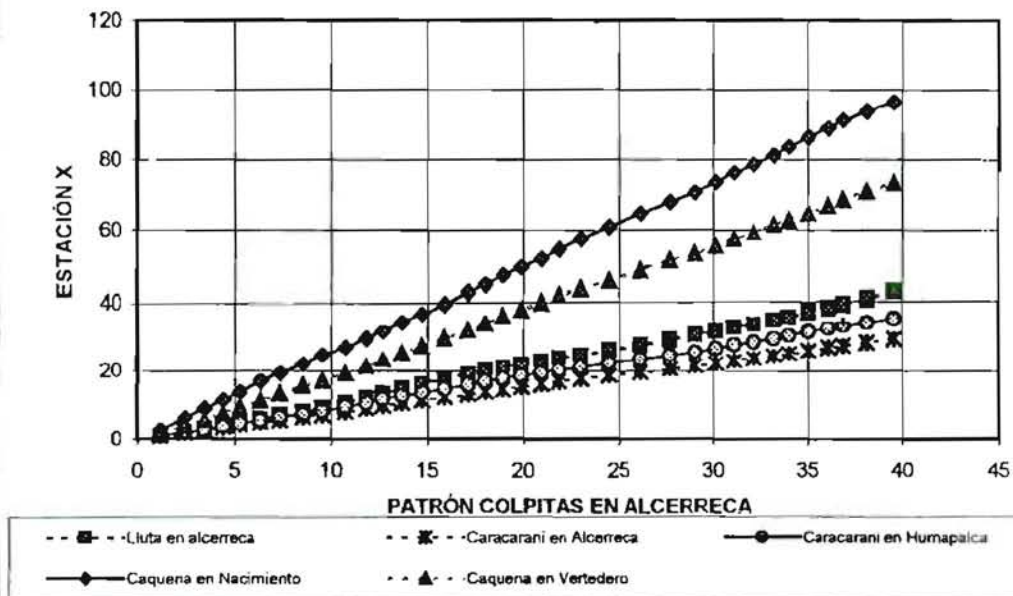
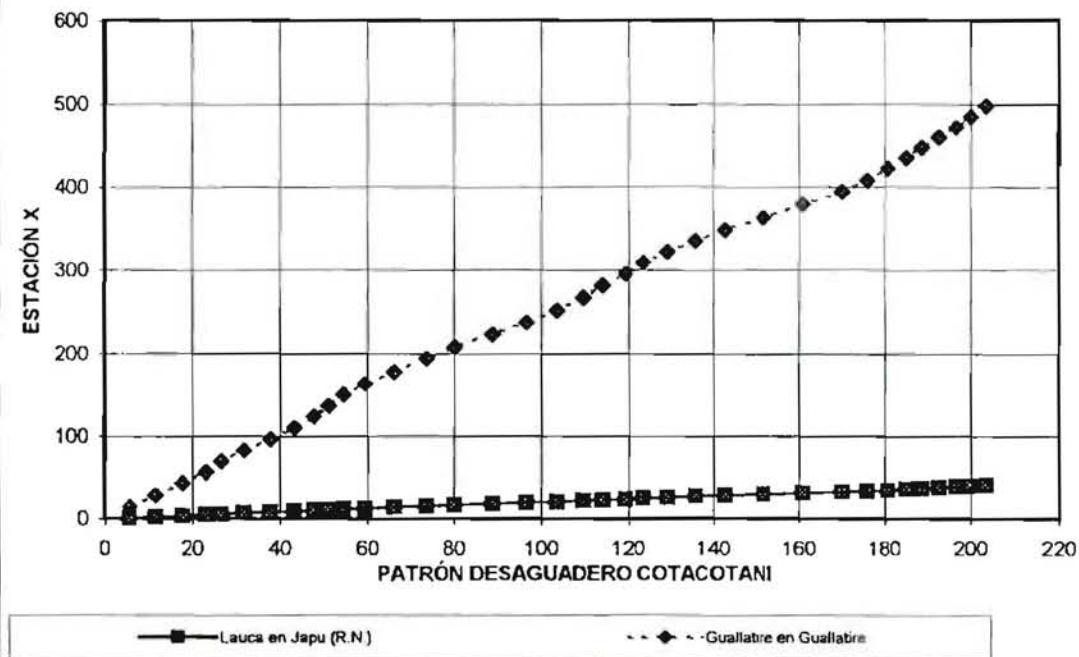


FIGURA 2.3-2
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
CAUDAL MEDIO ANUAL ESPECIFICO ($l/s/km^2$)



CUADRO 2.3-2
RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FRECUENCIA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

ESTACION : CARACARANI EN HUMAPALCA

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,188	0,146	0,146	0,225	0,142	0,224	0,228	0,249	0,254	0,274	0,246	0,209	0,251
85%	0,196	0,167	0,183	0,288	0,212	0,276	0,251	0,265	0,271	0,298	0,272	0,223	0,275
50%	0,211	0,208	0,267	0,440	0,416	0,395	0,295	0,295	0,304	0,342	0,323	0,250	0,321
20%	0,223	0,249	0,364	0,620	0,721	0,527	0,337	0,321	0,333	0,383	0,371	0,275	0,363
5%	0,236	0,296	0,489	0,861	1,217	0,695	0,382	0,348	0,363	0,427	0,424	0,300	0,409

ESTACION : CARACARANI EN ALCERRECA

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,495	0,565	0,595	0,329	0,486	0,559	0,498	0,648	0,744	0,760	0,742	0,643	0,675
85%	0,538	0,585	0,652	0,472	0,633	0,678	0,583	0,680	0,772	0,793	0,770	0,678	0,724
50%	0,620	0,620	0,762	0,872	0,994	0,943	0,764	0,740	0,821	0,854	0,819	0,742	0,815
20%	0,696	0,651	0,865	1,438	1,434	1,232	0,952	0,791	0,864	0,907	0,861	0,798	0,898
5%	0,777	0,682	0,976	2,315	2,035	1,591	1,174	0,844	0,906	0,961	0,903	0,856	0,984

ESTACION : COLPITAS EN ALCERRECA

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,215	0,271	0,273	0,226	0,209	0,337	0,267	0,287	0,277	0,266	0,239	0,266	0,363
85%	0,261	0,314	0,321	0,319	0,321	0,430	0,330	0,332	0,321	0,309	0,291	0,302	0,405
50%	0,364	0,404	0,423	0,574	0,667	0,650	0,474	0,426	0,413	0,400	0,407	0,375	0,489
20%	0,476	0,495	0,529	0,925	1,205	0,910	0,636	0,521	0,506	0,493	0,534	0,448	0,569
5%	0,616	0,601	0,654	1,459	2,121	1,254	0,841	0,632	0,615	0,601	0,693	0,530	0,657

CUADRO 2.3-2 (Continuación)
RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FRECUENCIA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

ESTACION : LLUTA EN ALCERRECA

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,906	0,883	0,972	0,848	0,961	1,084	0,972	1,181	1,275	1,200	1,118	1,002	1,191
85%	0,962	0,952	1,073	1,254	1,490	1,430	1,163	1,242	1,338	1,274	1,196	1,058	1,359
50%	1,066	1,083	1,271	2,442	3,146	2,295	1,579	1,355	1,453	1,410	1,342	1,161	1,702
20%	1,159	1,202	1,458	4,194	5,769	3,369	2,023	1,454	1,553	1,532	1,473	1,251	2,043
5%	1,255	1,328	1,661	7,030	10,293	4,860	2,564	1,555	1,656	1,658	1,610	1,344	2,433

ESTACION : CAQUENA EN NACIMIENTO

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,324	0,400	0,355	0,451	0,339	0,392	0,198	0,084	0,218	0,255	0,320	0,376	0,379
85%	0,354	0,413	0,393	0,513	0,389	0,433	0,267	0,157	0,267	0,299	0,359	0,396	0,413
50%	0,412	0,435	0,468	0,638	0,490	0,515	0,446	0,458	0,377	0,392	0,436	0,433	0,479
20%	0,465	0,454	0,539	0,762	0,591	0,593	0,676	1,090	0,499	0,489	0,511	0,465	0,540
5%	0,523	0,473	0,617	0,903	0,707	0,678	1,005	2,493	0,652	0,603	0,595	0,499	0,605

ESTACION : CAQUENA EN VERTEDERO

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,498	0,339	0,536	0,883	0,543	0,791	0,564	0,803	0,899	0,934	0,884	0,764	0,835
85%	0,542	0,389	0,590	0,974	0,763	1,058	0,709	0,855	0,951	0,987	0,928	0,805	0,905
50%	0,626	0,493	0,693	1,152	1,363	1,737	1,046	0,952	1,047	1,084	1,007	0,880	1,038
20%	0,704	0,597	0,790	1,320	2,184	2,597	1,435	1,038	1,132	1,169	1,076	0,946	1,161
5%	0,787	0,717	0,896	1,503	3,426	3,813	1,940	1,128	1,220	1,257	1,147	1,013	1,292

CUADRO 2.3-2 (Continuación)
RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FRECUENCIA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

ESTACION : DESAGUADERO COTACOTANI

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,300	0,358	0,275	0,214	0,161	0,168	0,171	0,216	0,218	0,189	0,166	0,235	0,305
85%	0,375	0,440	0,370	0,285	0,233	0,230	0,237	0,285	0,280	0,247	0,232	0,303	0,366
50%	0,551	0,624	0,610	0,465	0,437	0,392	0,412	0,457	0,427	0,390	0,411	0,467	0,499
20%	0,753	0,830	0,916	0,690	0,730	0,606	0,646	0,672	0,603	0,564	0,653	0,665	0,642
5%	1,013	1,089	1,351	1,006	1,191	0,917	0,992	0,970	0,837	0,803	1,016	0,931	0,817

ESTACION : GUALLATIRE EN GUALLATIRE

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	0,304	0,309	0,300	0,333	0,320	0,317	0,304	0,317	0,302	0,320	0,321	0,321	0,329
85%	0,328	0,325	0,320	0,349	0,337	0,333	0,323	0,333	0,326	0,336	0,342	0,338	0,343
50%	0,373	0,354	0,357	0,377	0,369	0,363	0,357	0,364	0,370	0,366	0,381	0,370	0,368
20%	0,414	0,380	0,390	0,401	0,397	0,389	0,388	0,390	0,410	0,391	0,415	0,398	0,390
5%	0,457	0,405	0,424	0,426	0,426	0,416	0,420	0,418	0,452	0,417	0,451	0,427	0,411

ESTACION : LAUCA EN JAPU (R.N.)

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
95%	1,769	1,794	1,791	2,639	1,940	3,286	2,026	2,082	2,126	2,126	1,855	1,860	2,371
85%	1,971	2,014	2,079	2,803	2,513	3,491	2,201	2,289	2,351	2,336	2,188	2,102	2,568
50%	2,371	2,454	2,682	3,105	3,905	3,868	2,536	2,691	2,791	2,743	2,897	2,588	2,943
20%	2,755	2,880	3,297	3,374	5,586	4,205	2,845	3,067	3,209	3,124	3,639	3,065	3,288
5%	3,180	3,356	4,016	3,652	7,861	4,554	3,174	3,476	3,665	3,538	4,523	3,602	3,654

Figura 2.3-3. Curvas de variación estacional

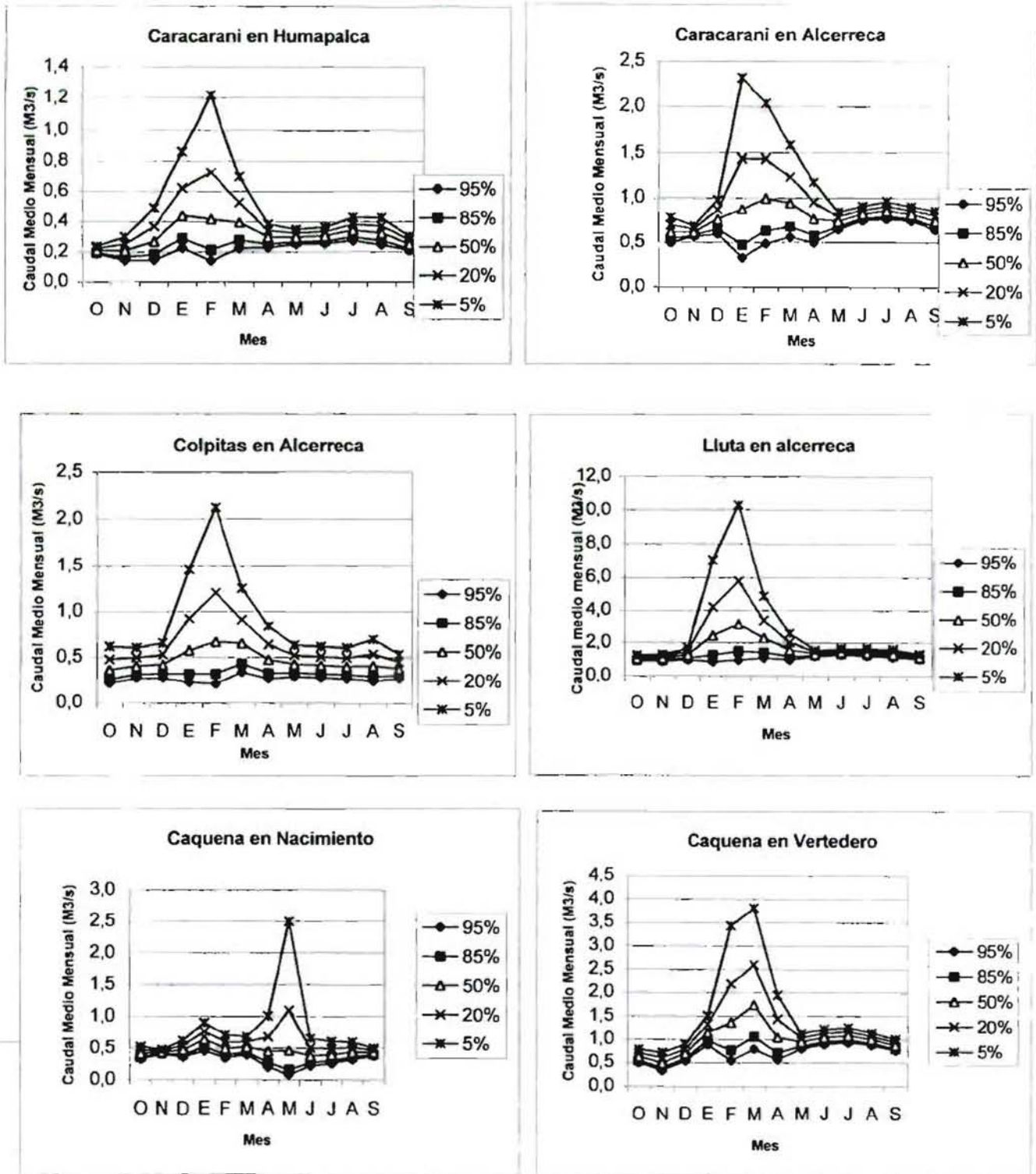
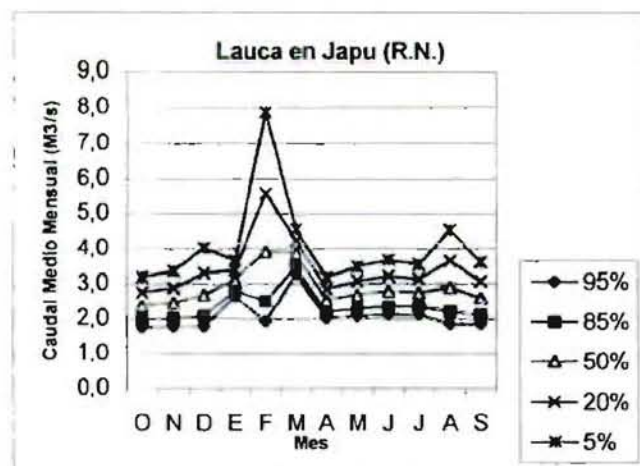
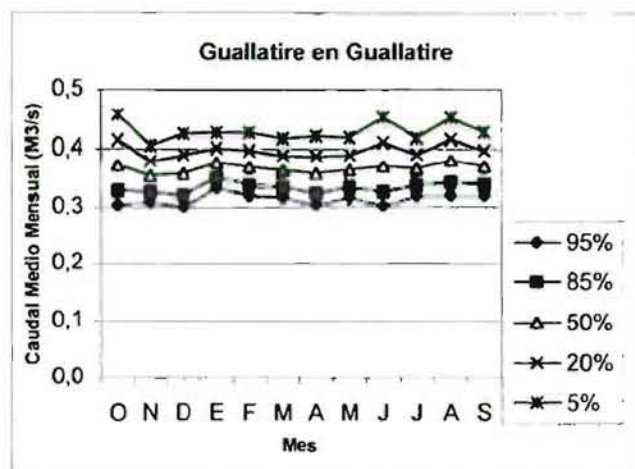
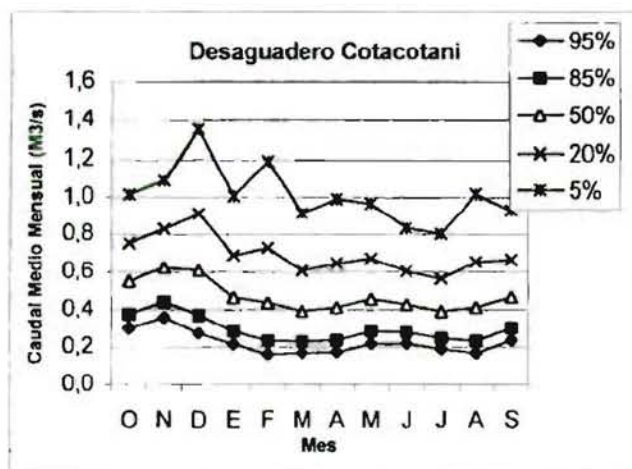


Figura 2.3-3 (continuación). Curvas de variación estacional



2.4 OFERTA DE AGUA SUBTERRÁNEA

Para el estudio y determinación de la disponibilidad del agua subterránea en cada uno de los sectores o áreas de estudio, se consideró los antecedentes recopilados, que ya han sido indicados en el capítulo 1.

Además, se determinó los flujo subterráneos pasantes a través de una sección, utilizando la Ley de Darcy. Los parámetros necesarios para ello son:

Permeabilidad: la que puede ser estimada en forma directa a partir de pruebas de bombeo en captaciones superficiales o profundas que existan y que se hayan efectuado con anterioridad (recopilación de antecedentes), o en forma indirecta, de acuerdo con los materiales que conforman los rellenos.

Pendiente de la napa: se estimó en función de información de niveles de agua subterránea, de la pendiente del terreno en el sector de interés u otra información que se haya recabado.

Sección de escurrimiento: el espesor del acuífero se determina de acuerdo con información que se haya recopilado de otros estudios y de acuerdo con la experiencia de este consultor en el tema. En la campaña de terreno del estudio, a través de visualización in situ de los rellenos y de acuerdo con la experiencia de este consultor en el tema, se pueden validar los espesores estimados. El ancho de escurrimiento se midió directamente en planchetas 1:50.000 del IGM.

Sin embargo, la información recopilada determinó que los recursos subterráneos disponibles son escasos y poco significativos, debido a lo cual el análisis se enfocó a una descripción general en la zona de estudio y no a un análisis de cada acuífero, caracterizándose 15 sectores, tal como se detalla más adelante.

2.4.1 Antecedentes generales

Respecto a la oferta de agua subterránea, y en términos generales, debe señalarse en primer lugar que en la zona de estudio los recursos de dicho tipo son muy escasos. En efecto, salvo sectores puntuales que son descritos más adelante, toda la zona del altiplano de la I Región se caracteriza por acuíferos de poca potencia y dimensiones muy reducidas, asociados a transmisibilidades bastante pequeñas. Adicionalmente, la discontinuidad espacial de los rellenos implica considerables restricciones a las posibilidades de recarga de los mismos.

Por otro lado, en gran parte de los acuíferos existentes ellos descargan o afloran en zonas de vegas y bofedales protegidos, por lo que no pueden ser considerados como potenciales sectores de oferta de agua subterránea, ya que su explotación se encuentra severamente restringida para la protección de dichas zonas de vegas o bofedales.

Otro problema que tienen las aguas subterráneas para efectos de su uso está relacionado con la mala calidad que éstas presentan para fines de agua potable, debido a su alto contenido de diversas sales.

En cuanto a su utilización actual, tal como se describe más adelante, corresponden principalmente a extracciones desde afloramientos de vertientes, con caudales del orden de unos pocos litros por segundo o menores. Existen también algunas norias para uso potable y en lugares muy específicos existe un limitado número de pozos profundos, pertenecientes a empresas mineras o a la Dirección de Obras Hidráulicas.

2.4.2 Descripción del área de estudio

a) Río Lluta Alto

Dentro del área de estudio, su extremo noroeste corresponde a la zona alta de la cuenca del río Lluta. Dicho sector, se extiende unos 70 km de norte a sur, con un ancho que varía entre unos 20 km en los extremos norte y sur y algo más de 40 en el sector medio, en el área en que se ubica Colpitas. Al este, dicha subcuenca limita con cordones de cerros que la separan de la cuenca del río Caquena y el extremo norte de la cuenca del río Lauca.

Los recursos de aguas subterráneas se limitan en el área a los bofedales que se forman en los fondos de quebradas, y los pequeños acuíferos de respaldo asociados.

En esta subcuenca no existe explotación de pozos profundos, excepto un sondaje profundo ubicado en la localidad de Colpitas, el cual posee derechos de aguas subterráneas por 35 l/s. Además, en algunos sectores, tal como Humapalca, existen algunas norias, de unos 4 m de profundidad, usadas para el abastecimiento de agua potable, especialmente durante la época de crecidas del río Lluta, en que no es posible extraer agua desde dicho cauce. El caudal de extracción desde las norias es mínimo, ya que se realiza manualmente.

El área de mejores potenciales acuíferos en la subcuenca se ubica en el sector de Colpitas, al sudeste de la misma, donde hay un sector de rellenos de cierta importancia en relación al resto del área. En dicha zona existen pequeños

afloramientos en cerros y bofedales, utilizados para uso agrícola y ganadero, correspondiendo en general a aguas de mala calidad.

b) Río Caquena

Al oriente de la cuenca del Lluta Alto se ubica la cuenca del río Caquena. En dicha cuenca, los recursos hídricos tienen su origen en su extremo sur, en el sector de Caquena, donde se producen afloramientos a los pies de los Nevados de Payachata, desde donde escurren hacia el norte, descargando posteriormente hacia Bolivia, y recibiendo en dicha trayectoria recursos provenientes de pequeñas quebradas que descargan en dirección oeste-este.

En los alrededores de Caquena existen varias quebradas cuyos afloramientos confluyen al río, usándose dichos recursos para el riego de los bofedales existentes. El tipo de relleno característico de dichos bofedales es del tipo arenoso y limoso, formando un relleno fangoso que se mantiene rígido debido a las bajas temperaturas del área, por lo que no existen áreas reconocidas como potencialmente explotables.

c) Río Lauca

Inmediatamente al sur de la cuenca del río Caquena, se ubica la cuenca del río Lauca. Esta cuenca, que al igual que la anterior descarga sus aguas hacia el este, a Bolivia, tiene un ancho que varía entre unos 40 km en su extremo norte y unos 25 km en el extremo sur, con una longitud de unos 80 km en sentido norte sur.

La cuenca del río Lauca constituye la de mayores recursos subterráneos en el área de estudio, tanto desde el punto de vista de los estratos acuíferos identificados como respecto de los recursos subterráneos utilizados.

En efecto, en el sector alto de dicha cuenca, desde Misituni hacia aguas arriba, hasta aproximadamente donde se ubica Chucullo, se concentra un número importante de sondajes profundos. De dichos pozos, los únicos con derechos constituidos corresponden a tres sondajes de la Minera Vilacollo con derechos por 68 l/s en total. Adicionalmente, existen otros siete sondajes con solicitudes en trámite, pertenecientes a la Dirección de Obras Hidráulicas, cuyas peticiones suman derechos por un total de 342 l/s, existiendo actualmente un proyecto de utilización de dichas aguas para el riego del sector bajo del río San José, en el valle de Azapa. Finalmente, de acuerdo a la información disponible, existen en el área otros cinco sondajes de propiedad de PROMEL, no existiendo antecedentes sobre peticiones de derechos realizadas respecto de los mismos.

Caracterizando la cuenca desde su extremo de aguas arriba, en la zona alta existen una serie de vertientes, que descargan hacia el bofedal de Parinacota, y que afloran entre el pie de los cerros y el límite del bofedal. Estos recursos, más los aportes del sector de la laguna de Cotacotani, dan origen a la ciénaga de Parinacota y al río Lauca propiamente tal.

Hacia aguas abajo se ubican varias quebradas que nacen de igual forma a la descrita y drenan hacia el río Lauca, a través de la Quebrada Caliente, río Chusjavidá, río Guallatiri, río Ancuta y otros.

En cuanto al relleno que podría albergar estratos acuíferos, en la parte alta de la cuenca **prácticamente no existen rellenos**, observándose roca a ambos lados del cauce, mientras que hacia aguas abajo, especialmente en el sector de Misituni, el valle presenta un ancho considerable, del orden de unos 3.500 m, lo que se mantiene hasta la junta con el río Guallatiri. En el tramo indicado, el relleno es del tipo bolones, grava y arena, encontrándose en el sector importantes áreas de bofedales. Desde dicha sección hacia aguas abajo el valle se mantiene relativamente angosto, con rellenos de poca relevancia.

De acuerdo con resultados de un estudio realizado para la Dirección de Riego en 1992,⁶ que incluyó trabajos de terreno tales como perfiles gravimétricos y sondajes eléctricos verticales, en el sector de río Blanco, al norte de la cuenca, los rellenos tendrían **espesores** del orden de entre 140 y 500 m, **alcanzando** las mayores profundidades hacia el este. Los estratos con mayores capacidades acuíferas tendrían espesores de hasta 350 m.

Otro estudio similar realizado por dicha empresa dentro de la misma cuenca, pero algo más hacia el este, en el sector de Pampa Ancochalloani, también en el sector norte de la cuenca, concluyó que los espesores del relleno serían del orden de 100 a 500 m, aumentando hacia el sur y disminuyendo hacia el este. Los estratos con mayor potencial acuífero tendrían espesores de hasta 300 m, siendo de especial interés el sector ubicado al norte de la línea UTM 7.974.000 N.

De acuerdo con otros antecedentes disponibles, en el sector Baños de Morales los estratos de mayor interés hidrogeológico se ubicarían bajo los 80 m de profundidad, con un espesor de unos 130 m, con niveles de tipo surgente, indicativo del carácter confinado de los acuíferos. En el sector de la confluencia con la quebrada Ancochalloani, las características serían similares, pero con el techo del acuífero a unos 50 m de profundidad.

Entre dicha área y la confluencia con el río Vizcachani, los espesores del estrato acuífero aumentarían a unos 250 m, y estarían formados por arena fina y

⁶ Estudio Geofísico Sector Río Blanco, I Región. Geoexploraciones, Dirección Nacional de Riego, 1992.

gruesa, gravilla, grava y arcilla, manteniéndose la condición confinada de los acuíferos, que en esta área son también surgentes.

En el área de Misitune, los acuíferos son confinados, y el relleno alcanzaría unos 80 m de espesor.

Por último, en el sector del río Vizcachani, los acuíferos serían confinados, aunque presentarían limitadas condiciones para ser explotados.

d) Salar de Surire

La cuenca del Salar de Surire corresponde a una cuenca endorreica, de unos 15 por 15 km, ubicada inmediatamente al sur de la cuenca del Lauca. En todo el perímetro de esta cuenca existen pequeñas vertientes que descargan hacia el salar, no existiendo por tanto acuíferos de importancia en el área de estudio ni un respaldo hidrológico que permita escorrentías de alguna importancia. El único antecedente de derechos de aguas subterráneas en el sector, lo constituye una solicitud por 16 l/s en un sondaje ubicado al costado noreste del salar, presentada recientemente por Química e Industrial del Bórax Ltda.

e) Río San José

El sector de la cuenca del río San José ubicado dentro del área de estudio, corresponde a la parte alta de dicha cuenca, desde su extremo de aguas arriba en el extremo sur, hasta un sector ubicado al norte de la Pampa de Oxaya. En dicho sector, se ubican vertientes que drenan a los cauces principales, correspondiendo las de mayor importancia a las ubicadas entre Tignamar y Chapiquiña, con caudales destinados al riego del orden de unos 150 l/s, aproximadamente. En dicho sector, el valle presenta un ancho total de unos 200 m, disminuyendo hacia aguas abajo hasta unos 15 m, e incluso menos en la zona de la confluencia con el río San José, según los antecedentes disponibles.

En el caso de la Quebrada de Oxa, por su parte, la utilización de aguas subterráneas se limita a pequeños drenes con caudales del orden de 1 a 2 l/s.

f) Río Sitani

Al sur del Salar de Surire se ubica la cuenca de los ríos Sitani y Cariquima, cuyas aguas escurren hacia el suroriente desde el norte y hacia el nororiente desde el sur, convergiendo hacia los cauces de los ríos Isluga y Sitani por el norte y el río Cariquima por el sur, para finalmente descargar sus aguas hacia Bolivia.

En el sector del río Isluga existen bofedales originados en vertientes, los que drenan hacia dicho cauce, no existiendo ni norias ni sondajes profundos que

utilicen recursos de aguas subterráneas en el área. La única información relativa al uso de recursos subterráneos se refiere a una noria que existiría en el sector de la Central Sitani, en las cercanías de Colchane, por lo que es posible suponer que no habrían áreas con potencial para explotación de acuíferos.

g) Quebrada Camiña

En esta cuenca hay agricultura a partir de recursos obtenidos desde vertientes, los que infiltran en el sector de Moquella hacia aguas abajo, debido a que el relleno aumenta su espesor y el valle es más ancho. En el sector de interés, existen algunas norias de pequeña importancia, con niveles estáticos relativamente superficiales ubicados a unos 2 m de profundidad, la que es usada juntamente con los recursos superficiales disponibles, los que en periodos de crecidas son considerables.

Aguas arriba de Camiña, Yala Yala y Altuza se ubica el principal sector agrícola del área.

No se dispone de antecedentes sobre áreas con potencial acuífero, aunque puede suponerse que no serían de importancia.

h) Quebrada Chismusa

En el caso de la quebrada Chismusa los recursos de aguas subterráneas provienen de afloramientos de vertientes, los que son usados para uso agrícola. Los recursos utilizados son del orden de 30 a 40 l/s.

No existen antecedentes sobre el potencial acuífero del área, el que sería muy limitado, debido a la extensión de los rellenos.

i) Quebrada Tarapacá

La Quebrada de Tarapacá está formada por la confluencia de varias quebradas cuyos recursos provienen de vertientes de los bofedales del sector. El área de estudio corresponde a angostas quebradas, cuyo ancho total no supera los 200 m desde Mocha hacia aguas arriba. En el sector no existen ni norias ni sondajes, y los recursos superficiales se limitan a caudales registrados exclusivamente durante crecidas, por lo que no existen rellenos de interés que alberguen potenciales acuíferos.

j) Río Cancosa

La cuenca del río Cancosa corresponde a una pequeña cuenca ubicada al sureste de la cuenca del río Cariquima, que al igual que ella drena sus aguas hacia el este, a Bolivia.

En esta cuenca tampoco existen extracciones de aguas subterráneas de pozos o norias, y los recursos disponibles provienen principalmente de afloramientos de aguas en zonas de vertientes; en la cuenca no habrían acuíferos de interés para su explotación.

k) Salar del Huasco

En la cuenca del Salar del Huasco, el cauce natural principal corresponde al río Collacagua, que nace de bofedales existentes en el extremo norte de la cuenca, a los pies de la Cordillera de los Andes, a unos 4.000 a 5.000 m.s.n.m. Toda el agua superficial escurre en dirección hacia el sur, infiltrándose y alimentando el acuífero del Salar del Huasco, constituyendo esta cuenca una hoya de tipo endorreico, con una superficie total de 1.712 km².

El Salar del Huasco, por su parte, está ubicado a una altura de 3.800 m.s.n.m., con una superficie total de 29 km², de los cuales alrededor de 2 km² se encuentran cubiertos por aguas superficiales, de menos de 20 cm de profundidad, mientras que el resto corresponde a sectores pantanosos.

Al norte de Collacagua y antes de Lirima se encuentran 4 sondajes de la Minera Cerro Colorado, cuyos derechos totales alcanzan los 300 l/s. Además, a los 20°20' latitud sur y 69°20' longitud oeste existen dos sondajes perforados por la Corfo con derechos totales por 15 l/s, uno de los cuales constituye un pozo surgente.

Adicionalmente, en el Salar del Huasco, existen dos pozos de observación, perforados como parte de los estudios realizados por la JICA en el norte de Chile.

De acuerdo con la información proporcionada por dichos estudios, los acuíferos existentes en el Salar tendrían una superficie total de unos 190 km², con espesores que aumentan hacia el sur a partir de 130 m en el extremo norte, y llegando hasta los 210 m en el extremo sur. Estos acuíferos están compuestos principalmente de grava con barro, además de costras de sal y de cal, y su transmisibilidad sería de unos 170 m²/día, mientras que el gasto específico sería del orden de 1,0 l/s/m.

Debido a las interconexiones descritas entre las aguas superficiales y subterráneas, el uso de estos recursos se habría desechado como potencial fuente de suministro futuro para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Iquique.

l) Quebradas ubicadas al este de Iquique

Al este de Iquique, en la vertiente occidental de los cordones que circundan el Salar del Huasco por el oeste, nacen gran cantidad de pequeñas quebradas, que no presentan flujo superficial. Dichas quebradas, originadas en bofedales y vertientes presentan muy escasas capacidades acuíferas, ya que se caracterizan por constituir cañones abruptos y de ancho muy reducido.

En el sector de Pica existen algunas vertientes, utilizadas para regadío, además de otras fuentes de aguas termales, utilizadas con fines turísticos.

En el sector de Matilla, casi en el límite del área de estudio en el sector, existen doce sondajes con derechos constituidos a favor de Agrícola y Agroindustrial Esmeralda S.A., cuyos derechos totales alcanzan a 85,5 l/s.

En el caso de la Quebrada de Chacarilla, una de las principales del sector, se produce un escurrimiento superficial de unos 10 a 15 l/s antes de llegar a la Pampa del Tamarugal, donde se infiltra. En el área indicada se realizó un sondaje de gran profundidad, de alrededor de 300 m, sin resultados positivos.

m) Salar de Coposa

La cuenca del Salar de Coposa se ubica inmediatamente al sur de la cuenca del Salar del Huasco, constituyendo al igual que la anterior una cuenca de tipo endorreico, pero de menores dimensiones a la anterior, con un ancho medio de unos 20 km en sentido este – oeste y un máximo de unos 40 km a la altura del salar, mientras que su longitud total en dirección norte sur es de unos 50 km.

En la cuenca, los recursos principales se originan en vertientes ubicadas en el extremo sur de ésta, las que escurren hacia el norte a través de la Quebrada de Coposa.

Mientras que algunas otras quebradas que drenan al salar presentan flujos intermitentes de agua superficial, la quebrada de Coposa mantiene todo el año flujos del orden de unos 20 l/s.

n) Salar de Michincha

La cuenca del Salar de Michincha corresponde a la ubicada en el extremo sur del área de estudio, dentro de la I Región de Tarapacá. Corresponde a una pequeña cuenca endorreica situada al sur de la cuenca del Salar de Coposa.

A pesar de sus pequeñas dimensiones, esta cuenta está caracterizada por una importante extracción de aguas subterráneas para uso principalmente minero. En efecto, a través de las empresas Cia. Exploradora Doña Inés, y Cia. Minera Doña Inés de Collahuasi S.C.M., la Minera Collahuasi cuenta con un total de 14 sondajes, de unos 200 m de profundidad, con derechos de aguas subterráneas por un total de 1.108,5 l/s. Adicionalmente, Superior Oil cuenta con derechos sobre otros siete sondajes, con derechos totales por 206,9 l/s. Los sondajes indicados, se encuentran ubicados tanto en el Salar de Michincha, como en los alrededores de éste, cerca de Estación Yuma por el sur, y de Estación Ujina y Pampa Pabellón por el norte.

Aún cuando en el área los rellenos que albergan estratos acuíferos son de cierta importancia, la magnitud de los derechos constituidos no permite esperar que los recursos adicionales que pudieran ser explotados sean de una magnitud atractiva.

Adicionalmente, la calidad de las aguas alumbradas es en general de mala calidad para uso potable.

ñ) Quebrada Guatacondo

La quebrada de Guatacondo corresponde a una cuenca que en su parte alta tiene una superficie aportante de reducidas dimensiones. Los recursos superficiales nacen al pie de la cordillera, unos 15 a 17 km aguas arriba de Copaquire, y son utilizados principalmente para riego. Durante la presente temporada, caracterizada por una sequía en la zona, los recursos disponibles son del orden de 3 a 4 l/s.

2.5 DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA

2.5.1 Introducción

El análisis de los derechos de aprovechamiento de agua superficial y subterránea en el área de estudio, fue realizado utilizando como fuente de información los registros disponibles en el Centro de Información de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas del MOP, en las oficinas regionales y provinciales de dicha Dirección, ubicadas en las ciudades de Arica, Iquique y Antofagasta, en la Comisión Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), cuyas oficinas de interés para el presente estudio se ubican en Arica, Iquique y Calama, en los Conservadores de Bienes Raíces y Juzgados de Letras correspondientes y en las organizaciones locales encargadas del riego. La revisión de los antecedentes fue realizada en diciembre de 1998.

Se consideraron los derechos actualmente constituidos en el área de estudio (separados en derechos constituidos por la D.G.A y regularizaciones), nuevas solicitudes en trámite, solicitudes de regularización en trámite, permisos de exploración y en algunos casos de traslados del punto de captación, en las siete comunas de interés.

Se dio prioridad a conocer la situación en las comunidades aymara y atacameñas, motivo por el cual se investigó la situación de las solicitudes de regularización cursadas en los juzgados de letras correspondientes.

El área de estudio corresponde a todas las comunas altiplánicas y prealtiplánicas de las regiones I y II. En la I Región, las comunas de General Lagos y Putre pertenecientes a la provincia de Parinacota y las comunas de Colchane y Pica de la provincia de Iquique. En la II Región, las comunas de Calama, Ollagüe y San Pedro de Atacama, todas ellas pertenecientes a la provincia del Loa.

2.5.2 Derechos de aprovechamiento de agua superficial

En la presente Sección, se analiza la situación de derechos de aguas superficiales para distintas condiciones. En efecto, los antecedentes recopilados han sido agrupados separando derechos de aprovechamiento actualmente constituidos en el área de estudio (separados en derechos constituidos por la D.G.A y vía regularizaciones), nuevas solicitudes en trámite, solicitudes de regularización en trámite, permisos de exploración y en algunos casos traslados del punto de captación. Para cada una de esos casos, se presenta un Cuadro resumen de la situación y otro con el detalle de los antecedentes. En cada uno de dichos Cuadros, dependiendo del proceso en que se encuentre la tramitación del derecho, se identificó el usuario, el expediente, el número y fecha de la resolución que dio origen

al derecho, la fecha de solicitud del derecho, el tipo y ejercicio del derecho, el caudal, la ubicación del punto de captación y el número y símbolo utilizado para representarlo en los planos.

Adicionalmente, en las 5 láminas del Plano 2.5-1 y las 4 láminas del Plano 2.5-2, se presenta la ubicación asociada a los distintos tipos de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas.

Dado el objetivo del estudio, se da prioridad a conocer la situación particular de los derechos de aprovechamiento de agua en las comunidades aymarás y atacameñas, motivo por el cual se investigó la situación de las solicitudes de regularización cursadas en los juzgados de letras correspondientes.

2.5.2.1 Derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos

Los derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos por la Dirección General de Aguas, fueron recopilados como resultado de la revisión de los registros en el Centro de Información de Recursos Hídricos y completados con los antecedentes disponibles en las oficinas regionales. La información obtenida se muestra en forma resumida en el Cuadro 2.5-1 y el detalle de los derechos en las comunas de interés a nivel regional en los Cuadros C-1 y C-2 del Anexo C.

En consecuencia, se tiene que en el área de estudio existen 74 derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos por la D.G.A., de los cuales 1 de ellos corresponde a derecho de uso ancestral, con un caudal asociado de 4,7 l/s.

Cabe señalar que el Cuadro resumen engloba todos los tipos de derechos de aprovechamiento, es decir, se consideran en forma conjunta los derechos de aprovechamiento de tipo consuntivo y los no consuntivos. En este sentido, se destaca que en la comuna de Putre se ha constituido un derecho de aprovechamiento a Endesa de tipo no consuntivo por un caudal asociado de 2.700 l/s y en la provincia del Loa son dos los derechos del tipo no consuntivo por un caudal total asociado de 4.000 l/s.

Otro aspecto que se debe destacar, es que en el Cuadro C-1 se ha considerado el derecho de agua constituido al "fisco", bajo el número de registro 65. Este derecho de aprovechamiento involucra indistintamente aguas superficiales y subterráneas de la quebrada de Huatacondo por un caudal de 200 l/s.

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro C-2, se puede observar que se desconoce el tipo y ejercicio del derecho de aprovechamiento de casi la mitad de los derechos registrados. Al respecto, debe señalarse que se revisaron los antecedentes

disponibles, tales como expedientes, resoluciones y decretos, pero en ellos no se encuentran antecedentes al respecto.

Cuadro 2.5-1. Resumen de derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos en el área de estudio.

Región	Provincia	Comuna	Todo uso		Uso Ancestral	
			Nº de derechos	Caudal total (l/s)	Nº de derechos	Caudal asociado (l/s)
Tarapacá	Parinacota	Putre	5	3.880,20	1	4,70
		General Lagos	0	0,00	0	0,00
	Iquique	Pica	12	(3) 305,04	0	0,00
		Colchane	3	34,00	0	0,00
		(1)	2	0,51	0	0,00
Total Area de Estudio en I Región			22	4.219,75	1	4,70
Antofagasta	El Loa	Calama	29	4.708,19	0	0,00
		Ollagüe	3	275,00	0	0,00
		San Pedro de Atacama	17	5.157,77	0	0,00
		(2)	3	20,50	0	0,00
Total Area de Estudio en II Región			52	(3) 10.161,46	0	0,00
Total Area de Estudio			74	(3) 14.381,21	1	4,70

Fuente: Registros de DGA - MOP, diciembre 1998.

- (1) En los antecedentes disponibles, sólo se señala que los derechos se ubican en el departamento de Iquique.
- (2) Según los antecedentes, estos derechos se ubican en la provincia del Loa, pero no fue posible determinar la comuna en la cual se encuentran.
- (3) Este valor contempla también las aguas subterráneas de la Quebrada de Huatacondo.

2.5.2.2 Derechos de aprovechamiento de agua superficial regularizados

Los derechos de aprovechamiento constituidos mediante la dictación de una sentencia judicial, corresponden a derechos regularizados, luego de ser reconocidos por una sentencia emitida por el Juzgados de Letras correspondiente a la jurisdicción en la cual se ubica la captación. En el caso del presente estudio, interesa conocer en particular la situación de los derechos de aguas de comunidades indígenas y comunidades de agua, para determinar qué localidades cuentan con derechos, cuales no han regularizado su situación y establecer posibles

duplicidades de inscripción. En este sentido, se revisaron los antecedentes de los Juzgados de Letras y los libros de registros de los Conservadores de Bienes Raíces correspondientes.

En el Cuadro 2.5-2 se resume la información sobre derechos de aprovechamiento de agua superficial regularizados a comunidades indígenas y comunidades de aguas. Por su parte, en los Cuadros C-3 a C-8 del Anexo C se muestra en detalle los antecedentes de cada derecho, indicándose, el número de registro, las fojas y el año de la inscripción en el Registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces correspondiente.

Cuadro 2.5-2. Resumen de derechos de aprovechamiento de agua superficial regularizados en el área de estudio

Región	Provincia	Comuna	Cantidad de Derechos	Caudal Total (l/s)	
Comunidades Indígenas					
Tarapacá	Parinacota	Putre	80	1.423,00	
	Parinacota	General Lagos	42	4.162,08	
	Iquique	Pica	0	0,00	
	Iquique	Colchane	4	96,38	
	El Loa	Calama	20	136,50	
	El Loa	Ollagüe	0	0,00	
	El Loa	San Pedro de Atacama	55	3770,60	
Comunidades De Aguas					
Región	Provincia	Comuna	Cantidad de Derechos	Cantidad de Acciones	Fuente
Tarapacá	Parinacota	Putre	2	71.666,00	Queb. Ancoamache
			1	16.424,00	Queb. Araguallane
			2	5.832,00	Queb. Aroma – Mancaruma
			1	59.256,00	Queb. Chicacagua
			1	6.048,00	Queb. Espejune
			1	1.872,00	Queb. Fundición
			6	3654,00	Queb. Huancure
			5	18.336,00	Queb. Lupica
			1	79.494,00	Queb. Llancoma
			14	286.138,00	Queb. Misaña o Belén
	2	2.400,00	Queb. Murmuntane		

Cuadro 2.5-2. Resumen de derechos de aprovechamiento de Agua superficial regularizados en el área de estudio

Región	Provincia	Comuna	Cantidad de Derechos	Cantidad de Acciones	Fuente
			12	16.746,00	Queb. Oxa
			2	45.180,00	Queb. Perquelleque
			5	2.184,00	Queb. Putagua
			2	41.880,00	Queb. Putre
			2	6.792,00	Queb. Río Grande
			1	3.024,00	Queb. Sangla
			3	5.184,00	Queb. Saxamar
			8	18.432,00	Queb. Socoroma
			1	42.912,00	Queb. Surunche
			7	7.212,00	Queb. Tumaya
			1	8.640,00	Queb. Ubina
			2	1.248,00	Queb. Virsune
			1	132.072	Rio Cubrimani
			5	7.224,00	Rio Copaquilla
			11	49.680,00	Rio Chapiquiña
			5	8.250,00	Rio Chucurialla-Sirinune
			4	6.180,00	Rio Grande
			7	14.592,00	Rio Jaruma
			6	22.560,00	Rio Moxuma
			4	9.885,00	Rio Pachama
			1	5.184,00	Rio Pumane
			15	85.534,00	Rio Ticnamar
			1	2.142,00	Rio San Jose
			2	1.050,00	Vertiente Dos
	Parinacota	General Lagos	0	0,00	
	Iquique	Colchane	0	0,00	
	Iquique	Pica	2	18,00	Vert. Buena Esperanza
			3	288,9 0*	Vert. Concava
			1	2,22	Vert. Jesus Maria
			1	0,00*	Vert. La Quinta
			2	3.882,00*	Vert. Las Animas
			1	270,00	Vert. Los Locos
			1	237,20	Vert. Miraflores
			4	2.255,40	Vert. Resbaladero
			1	2.058,00	Vert. San Matias
	El Loa	Calama	0	0,00	
	El Loa	Ollagüe	0	0,00	
	El Loa	San Pedro de Atacama	0	0,00	

Fuente: Registros de Conservadores de Bienes Raíces, diciembre 1998.

*: Valor inferior al real, ya que no considera todas las acciones.

A continuación, a través del Cuadro 2.5-3 se determina el porcentaje en que las comunidades indígenas cuentan con derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos o regularizados a nivel comunal, pudiéndose apreciar además cuál es la vía de preferencia para conseguirlo.

Cuadro 2.5-3. Determinación del porcentaje del caudal de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales constituidos o regularizados a comunidades indígenas.

Comuna	Todos los derechos			Derechos de comunidades indígenas			Porcentaje de derechos de las comunidades indígenas
	Q. Der. Const. (l/s)	Q. Der. Reg (l/s) (1)	Q. Der. Total (l/s)	Q. Der. Const. (l/s)	Q. Der. Reg (l/s)	Q. Der. Total (l/s)	
GRAL. LAGOS	0,0	4.373,8	4.373,8	0,0	4.162,1	4.162,1	95,2
PUTRE	3.880,2	3.854,6	7.734,8	4,7	1.423,0	1.427,7	18,5
COLCHANE	34,0	2.164,5	2.198,5	0,0	96,4	96,4	4,4
PICA	(2) 305,0	717,8	(2) 1.327,8	0,0	0,0	0,0	0,0
CALAMA	4.708,2	286,6	4.994,8	0,0	136,5	136,5	2,7
OLLAGÜE	275,0	185,2	460,2	0,0	0,0	0,0	0,0
SAN PEDRO	5.157,8	5.061,0	10.218,8	0,0	3.770,6	3.770,6	36,9

Fuente: Registros de DGA - MOP, y Conservadores de Bienes Raíces, diciembre 1998.

(1): El porcentaje determinado, considera los derechos de aguas superficiales regularizados a comunidades indígenas y a comunidades de aguas, además de los derechos regularizados en trámite, enviados a los juzgados de letras antes de enero de 1997. Para tal efecto se supuso estos últimos, regularizados con un caudal del orden del 80% del caudal solicitado.

(2) Este valor contiene también las aguas subterráneas de la Quebrada de Huatacondo.

OBS: En el caso de las comunidades de agua, se consideró el caudal total al momento de asignar el derecho, agrupándolos de acuerdo a caudales comunes.

En el cuadro anterior se puede observar que en la comunas de Ollagüe y Pica no hay comunidades indígenas que cuenten con derechos de aguas superficiales constituidos ni regularizados. La comuna de General Lagos sólo cuenta con caudales de derechos de agua superficial regularizados, pudiéndose observar la fuerte preferencia de las comunidades por obtener tales derechos vía regularización.

2.5.2.3 Derechos de aprovechamiento de agua superficial solicitados o en trámite

Por otra parte, los derechos de aprovechamiento solicitados o en trámite, fueron identificados a partir de antecedentes disponibles en cada una de las oficinas regionales de la Dirección General de Aguas.

A la fecha de la recopilación de la información, las solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales en trámite identificadas en la

zona de estudio, alcanzan a 73 con un caudal asociado igual a 4.701,76 l/s. En el Cuadro 2.5-4 se resume la información contenida en los Cuadros C-9, C-10 y C-11 del Anexo C, que señalan los antecedentes de solicitudes de derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite en las comunas de interés ubicadas en las provincias de Parinacota, Iquique y El Loa respectivamente.

Cuadro 2.5-4. Resumen de solicitudes de derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite, en el área de estudio.

Región	Provincia	Comuna	Todo uso		Uso Ancestral		
			Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Porcentaje
Tarapacá	Parinacota	Putre	8	1554,8	1	35,0	2,3
	Parinacota	General Lago	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Colchane	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Pica	13	129,8	0	0,0	0,0
Total Parcial I Región			21	1684,6	1	35,0	2,0
Antofagasta	El Loa	Calama	7	105,0	0	0,0	0,0
		Ollagüe	16	1817,2	0	0,0	0,0
		San Pedro de Atacama	26	1071,0	0	0,0	0,0
		Total Parcial II Región			49	2993,2	0
Total área de estudio			70	4677,8	1	35,0	0,7

Fuente: Registros de DGA - MOP, diciembre 1998.

De acuerdo al Cuadro anterior, sólo en la comuna de Putre existe una comunidad indígena con solicitud de derecho de aprovechamiento de agua superficial en trámite.

Cabe hacer notar, que cinco de las ocho solicitudes de derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite, ubicados en la comuna de Putre, que se muestran en el Cuadro C-9, corresponden a derechos del tipo no consuntivo, con un caudal asociado de 1.505 l/s, que equivale a un 97% del caudal en trámite.

2.5.2.4 Regularizaciones de derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite

La situación de las solicitudes de regularización de derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite, correspondientes a aquellas extracciones de aguas realizadas desde antes del año 1981, que no cuentan con un derecho legal y que se encuentra en trámite su constitución, se resume en el Cuadro 2.5-5 y sus respectivos antecedentes se presentan en detalle en los Cuadros C-12 a C-14, del Anexo C.

Cuadro 2.5-5. Resumen de regularizaciones de derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite, en el área de estudio

Región	Provincia	Comuna	Todo uso		Uso ancestral		
			Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Porcentaje
Tarapacá	Parinacota	General Lagos	16	264,7	2	77,8	29,4
	Parinacota	Putre	21	870,8	0	0,0	0,0
	Iquique	Colchane	120	2.574,5	97	2122,0	82,4
	Iquique	Pica	56	801,0	38	641,1	80,0
Total Parcial I Región			213	4.511,0	137	2.840,9	63,0
Antofagasta	El Loa	Calama	14	187,6	4	100,0	53,3
		Ollagüe	21	251,5	0	0,0	0,0
		San Pedro de Atacama	7	1.613,0	3	470,0	29,1
Total Parcial II Región			42	2.052,14	7	570,0	27,8
Total área de estudio			255	6.563,13	144	3.410,9	52,0

Fuente: Registros de DGA - MOP, diciembre 1998.

En el Cuadro 2.5-5 se observa que existen comunas como Putre donde no hay comunidades indígenas tramitando alguna regularización de derecho de agua superficial, en cambio, en otras comunas como Pica el caudal asociado a regularizaciones por comunidades indígenas es casi la totalidad de las regularizaciones en tramitación.

2.5.2.5 Derechos de aprovechamiento de agua superficial con traslado del punto de captación

Tras revisar los antecedentes en las oficinas regionales de la Dirección General de Aguas, se indica que sólo en la comuna de Pica se ha aprobado a la fecha un traslado del punto de captación de un derecho de aprovechamiento de agua superficial ya existente. El resumen de la información en el área de estudio, se muestra en el Cuadro 2.5-6 y su detalle en el Cuadro C-15 (Anexo C).

Cuadro 2.5-6. Resumen de derechos de aprovechamiento de agua superficial con traslado del punto de captación, en el área de estudio

Región	Provincia	Comuna	Todo uso		Uso Ancestral		
			Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Porcentaje
Tarapacá	Parinacota	General Lagos	0	0,0	0	0,0	0,0
	Parinacota	Putre	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Colchane	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Pica	1	60,0	0	0,0	0,0
Total Parcial I Región			0	0,0	0	0,0	0,0
Antofagasta	El Loa	Calama	0	0,0	0	0,0	0,0
		Ollagüe	0	0,0	0	0,0	0,0
		San Pedro de Atacama	0	0,0	0	0,0	0,0
	Total Parcial II Región			0	0,0	0	0,0
Total área de estudio			1	60,0	0	0,0	0,0

Fuente: Registros de DGA - MOP, diciembre 1998.

2.5.3 Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas

2.5.3.1 Derechos de aprovechamiento de agua subterránea constituidos

Los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas constituidos por la Dirección General de Aguas, recopilados corresponde a los señalados en el Cuadro 2.5-7 y su detalle se muestra en los Cuadros C-16 y C-17 del Anexo C.

Cuadro 2.5-7. Resumen de derechos de aprovechamiento de agua subterránea constituidos, en el área de estudio

Región	Provincia	Comuna	Todo Uso		Uso Ancestral	
			Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Cant. de derechos	Caudal total (l/s)
Tarapacá	Parinacota	Putre	3	68,0	0	0,0
	Parinacota	General Lagos	0	0,0	0	0,0
	Iquique	Pica	59	2.717,4 (1)	0	0,0
	Iquique	Colchane	0	0,0	0	0,0
Antofagasta	El Loa	Calama	29	2.107,3	0	0,0
		Ollagüe	6	605,0	0	0,0
		San Pedro de Atacama	26	1.524,0	0	0,0
		TOTAL ÁREA DE ESTUDIO		123	7.021,8 (1)	0

Fuente: Registros de DGA - MOP, diciembre 1998.

(1) Contempla aguas superficiales y subterráneas de las hoyas de los salares de Huasco, Coposa, Michincha, Alconcha y Quebrada de Mani.

Cabe observar que en el Cuadro C-16 se ha considerado el derecho de agua constituido a el usuario "Prospecto Minero de Quebrada Blanca", bajo el número de registro 174, derecho que corresponde a la totalidad de aguas superficiales y subterráneas de las hoyas de los salares de Huasco, Coposa, Michincha, Alconcha y Quebrada de Mani. En los antecedentes disponibles no se especifica el caudal correspondiente a cada una de las fuentes en particular. Es importante señalar además, que este derecho se encuentra inscrito dos veces: en los libros de registros de aguas de la primera y segunda región, en los números de registros 64 y 174 respectivamente.

2.5.3.2 Derechos de aprovechamiento de agua subterránea regularizados

Con respecto a los derechos de aprovechamiento de agua subterránea regularizados, en el Cuadro 2.5-8 se muestra su situación, en forma resumida, a través del y el detalle a través de los Cuadros C-18 y C-19 del Anexo C.

Cuadro 2.5-8. Resumen de derechos de aprovechamiento de agua subterránea regularizados, en el área de estudio

Región	Provincia	Comuna	Todo Uso		Uso Ancestral	
			Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Cant. de derechos	Caudal total (l/s)
Tarapacá	Parinacota	Putre	0	0,0	0	0,0
	Parinacota	General Lagos	0	0,0	0	0,0
	Iquique	Pica	10	7,9(1)	0	0,0
	Iquique	Colchane	0	0,0	0	0,0
Antofagasta	El Loa	Calama	1	2,8	1	2,8
		Ollagüe	0	0,0	0	0,0
		San Pedro de Atacama	1	1,5	1	1,5
		TOTAL ÁREA DE ESTUDIO		12	12,2	2

Fuente: Registros de Conservadores de Bienes Raíces, diciembre 1998.

(1): Este caudal sólo corresponde a cuatro de los derechos de aprovechamiento señalados.

Por su parte, en el Cuadro 2.5-9 se muestra el porcentaje de derechos de agua subterránea constituidos o regularizados en las comunidades indígenas, a nivel comunal, respecto de los derechos totales.

Cuadro 2.5-9. Porcentaje del caudal de derechos de aprovechamiento de agua subterránea constituido o regularizado a comunidades indígenas, en del área de estudio.

Comuna	Todos los derechos			Derechos de comunidades indígenas			Porcentaje de derechos de las comunidades indígenas
	Q. Der. Const. (l/s)	Q. Der. Reg. (l/s) (1)	Q. Der. Total (l/s)	Q. Der. Const. (l/s)	Q. Der. Reg. (l/s) (1)	Q. Der. Total (l/s)	
GRAL. LAGOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PUTRE	68,0	0,0	68,0	0,0	0,0	0,0	0,0
COLCHANE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PICA	2.717,4 (2)	*7,9	2.725,3	0,0	0,0	0,0	0,0
CALAMA	2.107,3	2,8	2.110,1	0,0	2,8	2,8	0,1
OLLAGÜE	605,0	0,0	605,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SAN PEDRO	1.524,0	1,5	1.525,5	0,0	1,5	1,5	0,1

Fuente: Registros de DGA - MOP, y Conservadores de Bienes Raíces, diciembre 1998.

* Este valor es inferior al real, ya que no considera los caudales de 6 derechos de aprovechamiento, por el desconocimiento de ellos.

- (1) Está formado por los derechos de aguas subterráneas regularizados propiamente tal, además se han considerado los derechos regularizados en trámite según archivos D.G.A., que fueron enviados al juzgado de letras antes de enero de 1997. Para tal efecto se supuso que todos han sido regularizados con un caudal del orden del 80% del caudal solicitado.
- (2) Contempla aguas superficiales y subterráneas de las hoyas de los salares de Huasco, Coposa, Michincha, Alconcha y Quebrada de Mani.

En el Cuadro anterior se puede observar que no existe ningún derecho de aprovechamiento de agua subterránea constituido por una comunidad indígena y que sólo las comunas de Calama y San Pedro de Atacama registran derechos regularizados, los cuales corresponden a la totalidad a nivel comunal.

2.5.3.3 Solicitudes de derechos de aprovechamiento de agua subterránea en trámite

En la zona de estudio, los derechos de aprovechamiento de agua subterránea solicitados o en trámite, identificados en los antecedentes disponibles en cada una de las oficinas regionales de la Dirección General de Aguas, alcanzan a 129, con un caudal asociado de 3.155,50 l/s. En el Cuadro 2.5-10 se resume la información detallada en los Cuadros C-20, C-21 y C-22 del Anexo C, que contienen los derechos en trámite en las comunas de interés ubicadas en las provincias de Parinacota, Iquique y El Loa respectivamente.

Cuadro 2.5-10. Resumen de solicitudes de derechos de aprovechamiento de agua subterránea en trámite, en el área de estudio

Región	Provincia	Comuna	Todo uso		Uso Ancestral		
			Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Porcentaje
Tarapacá	Parinacota	Putre	8	358,0	0	0,0	0,0
	Parinacota	General Lagos	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Colchane	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Pica	80	395,0	2	8,0	2,0
Antofagasta	El Loa	Calama	17	602,5	0	0,0	0,0
		Ollagüe	7	600,0	0	0,0	0,0
		San Pedro de Atacama	17	1200,0	0	0,0	0,0
TOTAL ÁREA DE ESTUDIO			129	3155,5	2	8,0	0,3

Fuente: Registros de DGA - MOP, diciembre 1998.

Conforme a lo indicado en el Cuadro anterior, en las comunas de General Lagos y Colchane no hay solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas cursadas, mientras que en las comunas de Putre y las de la provincia de El Loa, si bien existen solicitudes cursadas ninguna de ellas lo es por comunidades indígenas. Sólo Pica presenta solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas presentadas por comunidades indígenas solicitando un caudal equivalente al 2% del caudal total solicitado en dicha comuna.

2.5.3.4 Regularizaciones de derechos de aprovechamiento de agua subterránea en trámite

La situación de los derechos de aprovechamiento de agua en trámite de regularización, se resume en el Cuadro 2.5-11, mientras que el detalle se muestra en el Cuadro C-23 del Anexo C.

Cuadro 2.5-11. Resumen de regularizaciones de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en trámite, en el área de estudio.

Región	Provincia	Comuna	Todo Uso		Uso Ancestral		
			Cant. de derechos	Caudal Total (l/s)	Cant. de derechos	Caudal Total (l/s)	Porcentaje
Tarapacá	Parinacota	General Lagos	0	0,0	0	0,0	0,0
		Putre	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Colchane	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Pica	41	132,5	7	2,0	2,0
Antofagasta	El Loa	Calama	0	0,0	0	0,0	0,0
		Ollagüe	0	0,0	0	0,0	0,0
		San Pedro de Atacama	0	0,0	0	0,0	0,0

Fuente: Registros de Conservadores de Bienes Raíces, diciembre 1998.

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro anterior, sólo en la comuna de Pica existen regularizaciones de aguas subterráneas en trámite de las cuales sólo el 2% del caudal total está siendo requerido por comunidades indígenas

2.5.3.5 Derechos de aprovechamiento de agua subterránea con traslado del punto de captación

Tras revisar los antecedentes en las oficinas regionales de la Dirección General de Aguas, se determinó que sólo en la comuna de Pica existen casos registrados. El resumen de los antecedentes se muestra en el Cuadro 2.5-12 y su detalle en el Cuadro C-24 del Anexo C.

Cuadro 2.5-12. Resumen de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas con traslados del punto de captación, en el área de estudio.

Región	Provincia	Comuna	Todo Uso		Uso Ancestral		
			Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Cant. de derechos	Caudal total (l/s)	Porcentaje
Tarapacá	Parinacota	General Lagos	0	0,0	0	0,0	0,0
	Parinacota	Putre	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Colchane	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Pica	21	1.391,4	0	0,0	0,0
Antofagasta	El Loa	Calama	0	0,0	0	0,0	0,0
		Ollagüe	0	0,0	0	0,0	0,0
		San Pedro de Atacama	0	0,0	0	0,0	0,0
TOTAL ÁREA DE ESTUDIO			21	1.391,4	0	0,0	0,0

Fuente: Registros de DGA - MOP, diciembre 1998.

2.5.3.6 Permisos de exploración de agua subterránea

Respecto a los permisos de exploración, en el área de estudio sólo se encontraron permisos vigentes en la provincia de Iquique. El resumen de la información se muestra en el Cuadro 2.5-13 y su detalle en el Cuadro C-25 perteneciente al Anexo C.

Cuadro 2.5-13. Resumen de permisos de exploración de aguas subterráneas en el área de estudio.

Región	Provincia	Comuna	Todo Uso		Uso Ancestral		
			Cant. de derechos	Caudal Total (l/s)	Cant. de derechos	Caudal Total (l/s)	Porcentaje
Tarapacá	Parinacota	General Lagos	0	0,0	0	0,0	0,0
		Putre	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Colchane	0	0,0	0	0,0	0,0
	Iquique	Pica	3	1.400,0	0	0,0	0,0
Antofagasta	El Loa	Calama	0	0,0	0	0,0	0,0
		Ollagüe	0	0,0	0	0,0	0,0
		San Pedro de Atacama	0	0,0	0	0,0	0,0
		TOTAL ÁREA DE ESTUDIO		3	1.400,0	0	0,0

Fuente: Registros de DGA - MOP, diciembre 1998.

2.5.4 Información de Conservadores de Bienes Raíces

Aún cuando en los antecedentes presentados en las secciones anteriores se entregan los antecedentes completos recopilados sobre derechos de aguas, se ha estimado necesario presentar en forma separada el detalle de los antecedentes recopilados en organismos distintos de la Dirección General de Aguas, como es el caso de los Conservadores de Bienes Raíces, donde se tramitan regularizaciones de derechos que en muchos casos no quedan registrados adecuadamente en la DGA.

La revisión en los Conservadores de Bienes Raíces, se practicó en diciembre de 1998. En primer término se revisaron los antecedentes en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de la ciudad de Arica, donde se encuentran inscritos los registros correspondientes a la Provincia de Parinacota, encontrándose antecedentes de 122 comunidades indígenas que habían regularizado los derechos de aprovechamiento de aguas de diversos cauces naturales (Anexo C, Cuadro C-3), además de 144 comunidades de aguas (Anexo C, Cuadro C-4). En ambos Cuadros se indica el usuario, caudal, fuente, tipo de derecho, los antecedentes de la inscripción (fojas, número y año) y las coordenadas UTM del punto de captación.

Posteriormente, se revisaron los registros de propiedad de aguas en la ciudad de Pozo Almonte, lugar donde se regularizan los derechos de aprovechamiento de agua de las comunas de Pica y Colchane. En esa ocasión se obtuvo información de 17 regularizaciones de derechos de agua superficial a comunidades de agua (Anexo C, Cuadro C-5) y 4 a comunidades indígenas (Anexo C, Cuadro C-6) y 10 regularizaciones de derechos de aprovechamiento de agua subterránea (Anexo C, Cuadro C-18). En dichos Cuadros se indica el usuario, caudal, fuente, tipo de derecho, los antecedentes de la inscripción (fojas, número y año) y las coordenadas UTM del punto de captación.

Por último, se revisó el registro de propiedad de la ciudad de Calama, en el que se encuentran inscritas las regularizaciones realizadas en la Provincia del Loa. Se encontraron 75 regularizaciones de agua superficial (Anexo C, Cuadro C-7), 2 regularizaciones de agua subterránea (Anexo C, Cuadro C-19) y 15 cesiones de derechos de aprovechamiento de agua superficial, todas ellas correspondientes a comunidades indígenas (Anexo C, Cuadro C-8). En dichos Cuadros se indica el usuario, caudal, fuente, tipo de derecho, los antecedentes de la inscripción (fojas, número y año) y las coordenadas UTM del punto de captación.

La información de los antecedentes recopilados, ha sido presentada en las secciones anteriores, y se detalla en distintos cuadros del Anexo C, tal como se indicó anteriormente.

CAPÍTULO 3

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CON USOS ANCESTRALES

3. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CON USOS ANCESTRALES

3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente Capítulo se identificaron las áreas con usos ancestrales, definiendo los emplazamientos de las diferentes comunidades existentes en el área de estudio y caracterizándolas.

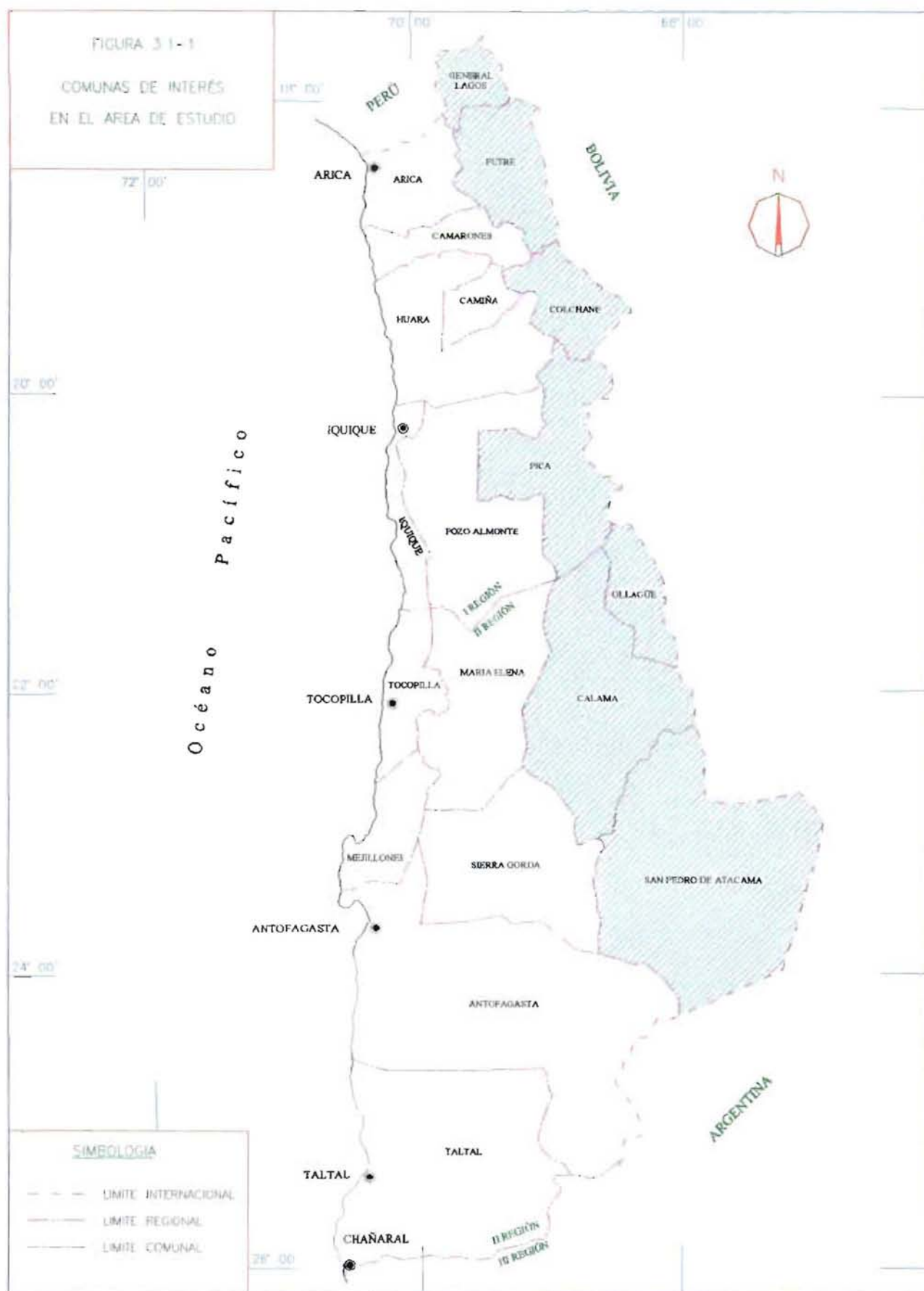
Para ello, se identificaron todas las comunidades presentes en el área de estudio y entre ellas las con carácter indígena, señalándolas mediante un punto representativo en coordenadas UTM y diferenciándolas según se tratase de poblados o caseríos. En la Figura 3.1-1, se indican las comunas de interés para el presente estudio.

Posteriormente, para cada comunidad fue definido el tipo de uso y/o destino del recurso hídrico, y los medios u obras empleadas en el aprovechamiento de los recursos.

Además, se recopiló información cuantitativa respecto de los usos efectuados, a saber: superficies cultivadas, población abastecida, número de animales etc., la que fue utilizada para determinar la cantidad de agua utilizada en cada uso, y se incluyó una descripción cualitativa del manejo de las aguas en las culturas aymara y atacameñas.

Cabe recordar que con los antecedentes recopilados y las primeras actividades de terreno, se concluyó que la situación en materia de derechos de aprovechamiento de aguas en la II Región estaba prácticamente resuelta, motivo por el cual, las actividades se concentraron en las comunas de la I Región de Tarapacá, lo que redundó en un barrido más acabado y representativo de la información allí obtenida.

Por otra parte, el equipo de antropólogos participante en el estudio, contaba con información detallada de las comunas de General Lagos y Putre, motivo por el cual la identificación de áreas con usos ancestrales en estas comunas estuvo basado en los antecedentes disponibles. En consecuencia, las actividades de terreno se centraron en las comunas de Colchane y Pica.



3.2 Acerca del uso y manejo del agua y las culturas aymara y atacameñas

En Los Andes, las formas de aprovechamiento de los recursos productivos fueron una respuesta a una naturaleza que más bien ofrecía desventajas al desarrollo agropecuario.

En el caso específico del manejo de recursos hídricos, el inicio de una eficiente tecnología hidráulica en los Andes se remonta a 500 años A. C. En estas zonas áridas y semiáridas, el hombre convirtió en chacras los cerros utilizando toscos muros de piedra a manera de contención. Diversas tecnologías se desarrollaron durante los 1.500 años que precedieron a la conquista europea, logrando su máximo desarrollo durante el imperio Incaico, el que se extendió hacia el sur hasta la cuenca de Santiago.

Con la llegada de los conquistadores europeos, el cómo y el por qué hacer las cosas en relación con la naturaleza y entre los hombres mismos se subordinó al extranjero. Desde entonces, los pueblos andinos de las diferentes regiones se mantienen en distintos estados de transformación, dependiendo de la posición estructural de cada grupo.

La racionalidad económica de los pueblos andinos, entendida como el conjunto de patrones específicos que gobiernan el adecuado uso de los recursos, es decir aquél sistema de reglas sociales conscientemente formuladas y aplicadas para alcanzar en la medida de lo posible el conjunto de objetivos que corresponden a cada concreto modo de producción y organización social, debe ser analizada en el marco de una zona donde la población controla medios de producción escasos, los que logran poner en actividad fundamentalmente valiéndose de la fuerza de trabajo que aporta el núcleo doméstico. Estos campesinos de los Andes, a raíz del mantenimiento de una dotación de instrumental técnico "rudimentario", evalúan la relación con la naturaleza integrada a un paradigma en el cual ésta es vista en forma activa, y por tanto con posibilidades de incidir en la vida de los sujetos. De ahí que las técnicas que poseen estos grupos esté compuesta por una técnica cotidiana y una técnica mágica. Esta última se mezcla en sus procedimientos con la primera con el objeto de dominar fuerzas sobrenaturales para producir determinados efectos en la naturaleza y la sociedad.

En consecuencia, y considerando que el agua ha tenido un papel fundamental en el desarrollo biológico, social y económico de los habitantes altoandinos o la sociedad andina, como se denomina a los grupos étnicos que habitan los Andes, se habla de una cultura hídrica, esto es, aquel contexto dentro del cual las ideas, las acciones manifiestas y los objetos naturales, pueden ser descritos en tanto conforman una trama inteligible de significaciones, con las cuales los hombres comunican, perpetúan y desarrollan su conocimiento y actitudes frente al recurso hídrico.

Es por ello, que esta sociedad andina ha tenido como uno de sus más grandes méritos la creación de complejos sistemas hidráulicos y diversas técnicas de riego. Estos pueblos de base económica agrícola y/o ganadera descubrieron técnicas de manejo y control, con las cuales pudieron "crear" suelos agrícolas, allí donde la topografía y la falta de agua constituían los principales obstáculos. La eficiencia de estas técnicas ha sido ampliamente documentada en la literatura especializada.

La arqueología, por su parte, ha entregado evidencias de obras destinadas tanto a la defensa de las márgenes de los ríos, como a formas de encauzar las aguas, conservarlas o almacenarlas en represas. La irrigación ha permitido por ejemplo no sólo intensificar la producción agrícola, también efectuar reciclaje de nutrientes.

Como ya se dijo, el papel que posee el agua en la cultura de los pueblos andinos es muy importante.

Este recurso, que en su forma natural está dotado de muchas significaciones, se encuentra estrechamente vinculado a cada uno de los componentes de la cultura: organización social, tecnología y aspectos ideacionales (religiosidad, creencias, valores, normas).

En la cosmovisión andina, el agua en su forma de vertientes y lagunas, es considerada un lugar sagrado, pues en ella se encontraría el origen de la vida. El Inca, la gente y los animales habrían salido del agua. Esta creencia proviene posiblemente del mito de la creación:

"...el dios Viracocha, creó al mundo y a los antepasados. Este dios mandó a los antepasados que caminasen por debajo de la tierra POR LAS VENAS DEL AGUA SUBTERRANEA, las venas de sangre de los cerros, desde el lago Titicaca hasta emerger por las lagunas y manantiales donde fundaron sus comunidades o "ayllus", distribuyendo las tierras y aguas a cada uno"

La circulación de las aguas está en la base de la cosmovisión: el hombre andino posee una concepción cíclica del agua. En esta cultura, ésta fluye por los ríos al océano y es luego recirculada por las nubes que absorben la humedad del mar y la transporta hasta los cerros. Esta circulación, que es también subterránea, sale por la cima de los cerros nevados, desde donde inicia su recorrido por la tierra hacia el mar.

Debido a esta concepción es que cuando llevan a cabo ceremonias y rogativas para que llueva, efectúan ceremonias en las que depositan agua de mar en vasijas que dejan en las cumbres de los cerros tapadas con algodón blanco, simulando las nubes; o depositan en las vertientes agua de mar, esperando que al mezclarse el agua de mar reinicie su camino a la costa haciendo brotar el agua de las vertientes, arrastrándola también.

Desde la concepción holística de la cultura andina, participan en este proceso las fuerzas del espacio sideral: en los meses de junio y julio es claramente visible una constelación de nube negra de forma de una enorme llama negra la que bebería el agua del mar y orinará, fecundando y nutriendo al universo. Pero todo este movimiento es asegurado por las ofrendas o "pagos" que efectúan los hombres en cada ceremonia.

El agua es también un ser andrógino: masculino cuando está asociado a los cerros y a los ríos, y femenino cuando está asociado a las lagunas, a las aguas estancadas. El agua de una vertiente produce un sonido melodioso "el agua canta....se aprenden melodías escuchando su sonido..".

En consecuencia, puede decirse que luego de vivir durante muchos siglos en estas regiones, los habitantes altoandinos han desarrollado un espíritu comunitario en relación con los elementos que le ofrece el medio.

En lo referente a su relación con el agua podemos identificar a lo menos tres características: a) al recurso agua le han dado una valorización propia de su cultura, incluso connotaciones de tipo religioso, b) han desarrollado una actitud solidaria respecto del uso y acceso al recurso, durante los problemas generados por los períodos de sequía y c) han desarrollado una concepción agroecológica en cuanto al uso para la agricultura y la ganadería. No conciben el agua separada de la tierra.

De esta forma se puede aseverar que el acceso al uso así como la construcción y ejercicio del derecho de agua tiene una fuerte raigambre consuetudinaria, la cual enfrenta frecuentemente desencuentros con la legislación existente en materia de aguas.

Con los antecedentes señalados se pretende demostrar que el agua en el área andina es mucho más que un recurso productivo, es un recurso al que se le asignan significados que involucran:

- Un nivel cultural representado por la religiosidad y las correspondientes pautas normativas.
- Formas particulares de organización social y jerarquización para efectuar las ceremonias y velar por la eficiencia en la distribución y aplicación en el riego, y
- Un desarrollado conocimiento técnico para efectos de la captación, conducción y distribución del recurso.

3.3

El caso chileno

La I Región del país, por sobre los 2.000 m de altura, presenta características geográficas y climáticas diferentes que han condicionado de algún modo la presencia humana. Los campesinos y pastores aymarás se encuentran asentados en dos pisos ecológicos de diferente altitud:

- a) En la llamada precordillera - alrededor de los 3.000 m.s.n.m, en donde se conformaron pueblos cuyos habitantes pudieron practicar una economía basada principalmente en la agricultura, complementada con ganado menor (ovinos y caprinos) y algunos vacunos.

En la precordillera de la comuna de Putre, se producen alfalfa, hortalizas, ajo, maíz, papas y orégano, y en la comuna de Pica hay producción de frutales (naranja, pomelo, mango, guayabo, membrillo) y hortalizas (tomates, pimentón, melones y sandías).

- b) En el altiplano, entre los 4.000 y 4.500 m.s.n.m., el patrón habitacional es diferente, existen una serie de caseríos dispersos nucleados en torno a lazos familiares que practican preferentemente la ganadería (llamos, alpacos y ganado menor).

Otra diferencia importante se observa en sentido norte-sur en la zona altoandina. En el altiplano al interior de la ciudad de Arica, entre el límite con Perú hasta los 19°10' de latitud sur aproximadamente, y dadas las severas condiciones climáticas del altiplano, con temperaturas que en invierno llega a -25° C, no ha sido posible practicar la agricultura, lo que sí acontece en la zona altiplánica al interior de la ciudad de Iquique, en la Comuna de Colchane, sector Isluga-Cariquima, donde se cultivan ajos y productos de secado tradicional (papas y quinoa).

En el altiplano, la actividad productiva se centra fundamentalmente en torno a los humedales: bofedales y vegas, formaciones vegetacionales cuya principal característica es que existen en zonas donde haya persistencia de anegamiento.

Una peculiaridad del altiplano de la I Región es que hay mayor abundancia de "bofedales", supeditados éstos a lugares donde exista agua corriente, mayor concentración de oxígeno y menor concentración de sales que en aguas estancadas.

Esta particularidad ha sido percibida desde muy antiguo por los pastores aymara, los que tienen una especial preocupación por manejar el agua de manera de maximizar la irrigación. Para este efecto han construido redes de canales de riego surcando esta compacta vegetación. Además de ello, ha sido una práctica ancestral crear canales por las orillas secas del bofedal para conducir el agua y así ir ampliando la superficie de esta vegetación. De esta práctica se concluye

que gran parte de la extensión que hoy poseen los bofedales se ha logrado gracias al manejo del agua que ha efectuado la población andina. Dentro del bofedal también han empleado el sistema de represas para controlar los caudales de agua y levantar la cota de riego.

Las redes de irrigación de los humedales deben ser mantenidas de la misma forma que los canales de la zona agrícola efectuando en determinadas épocas del año una "limpieza" de los mismos.

En la I Región, a diferencia de la II Región, el humedal es el principal recurso forrajero, que además ha hecho posible la crianza de alpacas, animales que por características biológicas se ha adaptado a estos húmedos y blandos pastos, mientras que la llama sí puede alimentarse de duros pastos que crecen en los cerros. Por ello, en la Región de Antofagasta, al prácticamente desaparecer los bofedales y aumentar las vegas salinas, desaparecen también las alpacas, quedando la crianza restringida sólo a los llamos.

El patrón de asentamiento en el altiplano es disperso, básicamente porque cada unidad productiva doméstica - grupos familiares - ha establecido su asentamiento permanente próximo a un bofedal central, desde donde se desplaza en circuitos trashumánticos (estacionales) con sus animales hacia bofedales menores y hacia lugares donde crecen pastos anuales después de las lluvias estivales.

No obstante este patrón disperso, existen ciertos pueblos que podemos denominar "cabeceras", atendiendo al estilo impuesto tempranamente por los colonizadores europeos, de concentración de la población en torno a una Iglesia y una plaza central. En la actualidad esto significa que cada hogar o caserio disperso posee una vivienda en este pueblo, que sólo usan ocasionalmente para efectos de participar en ciertas fiestas religiosas, o para facilitar la asistencia de sus hijos a las escuelas, o para participar en rondas médicas.

En función de este modelo, en el Plano 3.3-1 se muestra las áreas de influencia de los pueblos aymarás, en las comunas de General Lagos y Putre.

Además de utilizar los bofedales, como se señaló anteriormente, la población altiplánica aprovecha otros recursos de mayores altitudes donde el hombre no podría vivir ni utilizarlos directamente, gracias a los hábitos alimenticios de los llamos, animales que preferentemente utilizan los bofedales en forma ocasional y sólo como abrevaderos.

El territorio aymara se puede delimitar tomando en consideración dos tipos de variables: a) culturales (significación religiosa del espacio), y b) variables técnico-productivas (construcción de canales de irrigación). El espacio así definido comienza en los cerros nevados y vertientes cordilleranas, ambos de gran importancia en la cultura andina que se manifiesta principalmente a través de las

ceremonias propiciatorias para la abundancia de agua y de lluvias, y termina cuando el agua retorna a su curso natural luego de fertilizar los espacios productivos.

En la precordillera, esto es donde los aymara construyeron suelos aterrazados ("andenes" o terrazas), el sistema de riego es bastante más complejo, especialmente en lo referido al acceso del agua, a los turnos de riego y las formas de aplicación.

Ancestralmente, el acceso al derecho de agua dentro de la comunidad está supeditado a una directiva que se rige aún por un código propio de la cultura Aymará. Los regantes deben cumplir, en algunas comunidades por ejemplo, con cargos religiosos y con cargos asociados al reparto diario del agua ("comisarios", "alguaciles", "repartidores"). En todas las comunidades agrícolas existe una lista de personas con derecho ancestral a las aguas de riego.

El sistema de riego consiste primeramente en utilizar los derechos comunitarios de agua estrictamente en proporción a los terrenos cultivados y al tipo de cultivos (algunos requieren más agua que otros, o menor espacio de tiempo entre un riego y el siguiente).

Respecto a las formas de aplicación del agua, se observan diferentes tipos de sistemas de riego. Así, en Socoroma utilizan el sistema de "chipaya" que ha sido tarea preferentemente de las mujeres y que consiste en ingresar al predio una cantidad controlada de agua, la que lentamente debe ser repartida por la regadora con una vara hacia cada planta. Se van dibujando pequeños surcos que van conformado una verdadera red de irrigación. La idea es que el agua escurra lentamente para que no erosione el terreno y no filtre demasiado en las terrazas pues pondría en riesgo las pircas que la sostienen. En este mismo pueblo se observan otras formas de riego aplicadas especialmente a la horticultura, por ejemplo el riego por inundación de la terraza. Por último, podemos señalar -entre muchas otras formas- el riego por "derrame", utilizado en suelos de suave pendiente con cultivos de alfalfa.

El uso del agua para regadío es flexible en cuanto al intercambio que pueden efectuar las personas que necesitan el agua y otras que no la necesitan temporalmente, observándose reiteradamente diversas formas para acceder a préstamos de agua.

Algunos cambios observados en el sistema tradicional de riego obedecen al cambio de cultivos temporales (papas, maíz) a cultivos permanentes introducidos (alfalfa, orégano), lo que por cierto aumenta las demandas por el recurso.

El control sobre el agua ha significado que la comunidad representada en sus dirigentes tenga un control sobre su propia cultura, para reproducirla en cada ciclo anual. Por lo tanto, no es fácil cambiar bruscamente formas de uso o de control

ya que estos cambios tendrán efectos en otros componentes culturales (organización, religiosidad, jerarquías tradicionales). Por ejemplo en el caso de las comunidades atacameñas de la cuenca del río Salado, han rechazado entubar los canales porque ello eliminaría una importante ceremonia que aglutina anualmente no sólo a una comunidad sino a todos los usuarios del río, y porque en esa ocasión se recuerda y ofrenda a todos los antepasados, esto es, se renueva un importante mecanismo de su identidad étnica.

3.4 Caracterización demográfica y productiva

La presente sección tiene por propósito entregar una serie de datos preliminares, previo a las labores de terreno, de tipo demográfico y productivos, obtenidos de fuentes secundarias, para contextualizar la situación de los habitantes Aymarás residentes en las comunas de General Lagos, Putre, Colchane y Pica.

Las principales fuentes de información consultadas fueron: Censo de Población y Vivienda, 1992 y VI Censo Nacional Agropecuario, 1996/97.

3.4.1 Antecedentes demográficos

Como se observa en el Cuadro 3.4-1, la población total asentada en las comunas de General Lagos, Putre, Colchane y Pica representa un porcentaje bastante bajo en relación al total de la población de la región de Tarapacá, alcanzando a un 2,3%. No obstante lo anterior, estas cifras deben ser interpretadas a la luz de las dinámicas singulares que muestra la población en el área.

Dentro de las estrategias seguidas por la población aymara para lograr su reproducción en el tiempo se encuentra aquella que lleva a situar a parte de los integrantes de una familia u hogar en dos "territorios" en forma simultánea o alternada: algunos miembros se emplean en actividades asalariadas o en trabajos por cuenta propia (actividades independientes como pequeños comerciantes y otros) en los centros urbanos costeros de la región, mientras otros permanecen, o van y vienen en forma pendular, en los sectores altos donde continúan con sus actividades agrícolas y pastoriles.

Si esto es así, las cifras deben ser analizadas precisamente bajo ese prisma, significando que el total de población aymara sería bastante mayor al total indicado en el Cuadro 3.4-3, de acuerdo con el cual solamente el 42,4% de la población rural de las comunas altiplánicas, mayor de 14 años, pertenecería a dicha etnia.

Cuadro 3.4-1. Población por provincia

División Política Administrativa	Población Total	Hombres	Mujeres	Índice de Masculinidad
Región de Tarapacá				
- Total	339.579	171.356	168.223	101.86
- Urbana	318.925	158.865	160.060	99.25
- Rural	20.654	12.491	8.163	153.02
Provincia Parinacota				
- Total	3.815	2.547	1.268	200.87
- Urbana	1.203	841	362	232.32
- Rural	2.612	1.706	906	188.30
Comuna Putre				
- Total	2.803	2.012	791	254.36
- Urbano	1.203	841	362	232.32
- Rural	1.600	1.171	429	272.96
Comuna General Lagos				
- Total	1.012	535	477	112.16
- Urbano	0	0	0	0.00
- Rural	1.012	535	477	112.16
Provincia Iquique				
- Total	165.460	83.950	81.510	102.99
- Urbano	156.389	78.760	77.629	101.46
- Rural	9.071	5.190	3.881	133.73
Comuna Colchane				
- Total	1.555	752	803	93.65
- Urbano	0	0	0	0.00
- Rural	1.555	752	803	93.65
Comuna Pica				
- Total	2.512	1.441	1.071	134.55
- Urbano	1.767	942	825	114.18
- Rural	745	499	246	202.85

Fuente: INE. Censo de Población y Vivienda. 1992

Un antecedente que viene a reforzar la idea anterior se desprende del análisis de la información de las viviendas según el tipo. Aquí el censo discrimina entre viviendas "permanentes", "semipermanentes" y "móviles". Un porcentaje elevado de las viviendas quedan clasificadas como semipermanentes, o sea, se trata de viviendas que se ocupan temporalmente. Por ejemplo, en Enquelga, poblado localizado en la comuna de Colchane, el número de viviendas permanentes y semipermanentes son similares, lo que de muestra un patrón de ocupación temporal.

Con la excepción de la comuna de Colchane, las comunas estudiadas muestran un acentuado predominio de población masculina, siendo extremo en la comuna de Putre. Si bien este desequilibrio se debe en gran parte al carácter estratégico otorgado a la zona desde el punto de vista geopolítico, existiendo un

importante contingente de personal militar asentado en la zona de Putre, no es menos cierto que detrás de las cifras está uno de los fenómenos más característicos del agro nacional: la fuerte emigración femenina hacia centro poblados. Obsérvese y compárese en el Cuadro 3.4-1 el Índice de Masculinidad¹ entre el área rural y la urbana.

En el Cuadro 3.4-2 se constata que la dinámica que presenta la población de las comunas estudiadas es bastante errática, pasando de períodos con una tasa promedio de crecimiento muy elevada, lo que pone en evidencia fuertes procesos de inmigración, a otros con tasas de crecimiento negativas, lo que a su vez evidencia fuertes salidas de población de las comunas. Si se deja de lado la incidencia de los desplazamientos de población vinculada al ejército, se tiene una población que de una u otra forma responde a los ciclos de las actividades productivas que se desarrollan en la Región: auge y contracciones de la industria y comercio en los centros urbanos costeros; surgimiento de mercados para los productos agroganaderos del interior.

Cuadro 3.4-2 Población por comunas

Comuna	Población Total (años)				Tasa de crecimiento		
	1960	1970	1982	1992	1960/70	1970/82	1982/92
General Lagos	1.222	814	1.087	1.012	-4,00	2,39	-0,71
Putre	2.950	1.767	3.356	2.803	5,01	5,16	-1,79
Colchane	1.231	1.220	1.499	1.555	-0,08	1,71	0,36
Pica	2.196	1.528	1.796	2.512	-3,58	1,34	3,32
Total	7.599	5.329	7.738	7.882	-3,50	3,07	0,18

Fuente: Geografía de Chile. I Región. Instituto Geográfico Militar. INE, Censo de Población y Vivienda, 1992

Pero si se pone atención a las cifras de los censos de 1960 y 1992 se puede observar un fenómeno muy interesante: en todas las comunas se está en presencia de una cantidad de población muy similar en ambos años, después de haber experimentado fuertes contracciones de su población particularmente en la década de los 60, pero que se recupera en la década siguiente. En el último periodo destaca el alto crecimiento mostrado por la población de la comuna de Pica, que se debería al auge de la actividad agrícola en la zona.

¹ Índice de Masculinidad: Relación entre el total de población masculina y el total de población femenina, por cien. Por ejemplo, un índice 150 significa que el total de población masculina es 1,5 veces el total de población femenina.

Cuadro 3.4-3. Población por etnia

Comuna	Población de 14 años y más, según grupo étnico		
	Población 14 años y más	Población Aymara	% Población Aymara
General Lagos	696	508	73,0
Putre	2.344	804	34,3
Colchane	913	828	90,7
Pica	1.816	307	16,9
Total	5.769	2.444	42,4

Fuente: INE, Censo de Población y Vivienda, 1992

Como conclusión preliminar de lo anterior es factible sostener que de ninguna forma se está en presencia de un territorio que se queda sin población. Quizá la única comuna que presenta un saldo negativo es General Lagos, puesto que en el descenso de población de Putre intervienen otros factores como el retiro de personal militar. De hacerse el ejercicio de aislar el componente militar lo más probable es que la población si bien no muestre un crecimiento positivo al menos se mantenga.

Finalmente, un antecedente que resulta particularmente relevante para el presente estudio es la cifra de población de las comunas que se autoidentifican como miembros de la etnia Aymara. Dejando de lado los reparos que suscita la pregunta censal, se registra la presencia mayoritaria de este grupo en las comunas de General Lagos y Colchane, no siendo así en Pica, donde efectivamente la presencia de población mestiza es relevante. Nuevamente debemos dejar de lado Putre por las consideraciones ya apuntadas.

3.4.2 Antecedentes agropecuarios

A partir de la información contenida en el VI Censo Nacional Agropecuario, se puede caracterizar la situación del agro de las comunas en estudio en los siguientes términos.

En el área comprendida por las cuatro comunas habían al año 1997 un total de 2.185 explotaciones agrícolas, de las cuales 1.723 (78,9%) eran explotaciones con tierra. Putre es la comuna donde se localiza el 56,0% de las

explotaciones con tierra², seguida de Pica, con un 24,4%, Colchane, 12,8% y General Lagos con un 6,7% de las explotaciones con tierra. No obstante, estos porcentajes se modifican significativamente si sólo se consideran las explotaciones que efectivamente presentan al año del censo actividad, ya que en ese caso Putre reduce su presencia a un 48,4% de las explotaciones. Dicha información se presenta en el Cuadro 3.4-4.

Cuadro 3.4-4. Explotaciones agrícolas por comuna

Comuna	Número Explotaciones Agrícolas, Ganaderas o Mixtas	Superficie Explotaciones (hectáreas)	Explotaciones agropecuarias con tierra ⁽³⁾					Explotaciones sin tierra
			Total	Con actividad		Sin actividad		
				Nº	Superficie (ha)	Nº	Superficie (ha)	Nº
G. Lagos	259	266.449,4	116	115	266.444,4	1	5,0	143
Putre	1.136	354.502,9	965	678	352.149,2	287	2.353,6	171
Colchane	333	161.216,5	222	220	161.020,5	2	196,0	111
Pica	457	48.881,3	420	389	48.373,7	31	507,7	37
Total	2.185	831.050,1	1.723	1.402	827.987,8	321	3.062,3	462

Fuente: INE, Censo Agropecuario, 1996/97

Por otra parte, si se comparan los porcentajes de explotaciones con tierra y explotaciones sin tierra, el escenario que se dibuja es bastante ilustrativo de los énfasis productivos en las distintas comunas. Si se considera que las explotaciones sin tierras son aquellas unidades de producción que en este caso corresponden a unidades ganaderas móviles, entonces se puede sostener que la Comuna de General Lagos posee una orientación eminentemente ganadera (el 55,2% de las explotaciones son sin tierra); además, en el caso de General Lagos, la distinción entre explotaciones con y sin tierra está más bien relacionada con un problema de control jurídico de la tierra, puesto que en ambos tipos de explotación sólo se practica la ganadería, ya sea en terrenos propios o áreas fiscales. Le sigue, pero con un porcentaje bastante menor de explotaciones sin tierra, Colchane (33,3%), lo cual debe ser visto como una combinación de lo ganadero y lo agrícola. En el caso de Putre y Pica la orientación ganadera es bastante secundaria, predominando marcadamente la agrícola (las explotaciones sin tierra representan el 15,0 y 8,1% respectivamente). Lo anterior no quiere decir que tanto en Colchane, Putre y Pica no se practique la ganadería, puesto que ella sí está presente, de lo que se trata es de dimensionar la relevancia de una y otra actividad en función del número de explotaciones que están ligadas en forma casi exclusiva a una de ellas.

² Explotaciones agrícolas o ganaderas realizadas por el propietario del terreno. Por el contrario, las explotaciones sin tierra se refieren a explotaciones en terrenos ajenos, ya sea de terceros o del Fisco.

³ Son aquellas asociadas a una propiedad determinada, en contraposición a aquellas realizadas en forma móvil (ganadería en terrenos fiscales, o en propiedades no regularizadas jurídicamente).

Finalmente, no se debe dejar de mencionar el elevado número de explotaciones con tierra en la comuna de Putre que no presentan actividad; cerca de un tercio de las explotaciones se encuentran en esta situación, lo que contrasta fuertemente con lo que acontece en las otras comunas donde dicha situación no existe o es insignificante.

En el Cuadro 3.4-5 se muestra la distribución de las explotaciones según su superficie. Con la excepción de la comuna de General Lagos, se observa que en el paisaje agrario de las comunas predominan las explotaciones de reducidas dimensiones. El caso extremo se registra en la comuna de Pica donde cerca del 62,0% de las explotaciones posee menos de 1,0 hectárea; en el caso de Putre el mayor porcentaje de explotaciones se sitúa entre 1,0 y menos de 5,0 hectáreas.

Cuadro 3.4-5. Explotaciones por comuna y tamaño

Número y Superficie de las Explotaciones por Comuna y Superficie Predial (há)								
	General Lagos		Putre		Colchane		Pica	
Tipo Explotación	Nº	Superficie	Nº	Superficie	Nº	Superficie	Nº	Superficie
Expl. Sin Tierra	143	0,0	171	0,0	111	0,0	37	0,0
Expl. Con Tierra	116	266.449,4	965	354.502,9	222	161.216,5	420	48.881,3
Tamaño Explotaciones con Tierra [ha]	Nº	Superficie	Nº	Superficie	Nº	Superficie	Nº	Superficie
Menos 1	1	0,1	155	79,2	29	13,9	260	72,0
De 1 a - 5	2	6,8	417	993,5	62	135,8	101	230,4
De 5 a -10	2	12,0	139	938,9	13	88,5	31	218,7
De 10 a - 20	4	45,0	84	1.132,2	21	274,8	11	146,5
De 20 a - 50	5	154,4	40	1.179,7	37	1.070,8	6	175,0
De 50 a - 100	7	449,0	24	1.518,9	15	1.044,6	1	55,1
De 100 a - 200	6	735,0	17	2.229,1	19	2.861,3	7	804,3
De 200 a - 500	12	3.684,2	19	6.759,8	6	1.621,0	0	0,0
De 500 a - 1000	16	11.365,6	14	9.405,7	3	2.153,0	0	0,0
De 1000 a - 2000	23	28.760,8	16	24.012,0	4	6.768,1	2	2.179,3
De 2000 y + ha	38	221.236,5	40	30.6253,9	13	145.184,7	1	45.000,0
Total	116	266.449,4	965	35.502,9	22	161.216,5	420	48.881,3

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1996/97

La distribución que muestran las explotaciones en el caso de Colchane y General Lagos ponen de manifiesto el carácter ganadero de sus economías, particularmente en el caso de esta última comuna. Las grandes extensiones de terreno son funcionales al sistema de pastoreo extensivo que se desarrolla en la zona, donde además se combinan dos espacios: el "seco" y el "húmedo" (bofedales).

La condición de tenencia propia⁴, y como única forma de tenencia, es mayoritaria en las cuatro comunas (véase Cuadro 3.4-6 y Cuadro 3.4-7). No obstante lo más relevante se desprende del análisis en conjunto de la situación o dinámica que se registra en cada comuna. Si bien cada una presenta una singularidad, es posible identificar dos grandes procesos, teniendo cuidado de señalar que uno de ellos está en estado larvario.

Cuadro 3.4-6. Tenencia de la tierra para una única forma de tenencia

Comunas	Tipos de Explotaciones bajo una forma de tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Regalía		Cedida		Ocupada	
	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)
G. Lagos	104	253.511,6	4	5.952,8	0	0,0	0	0,0	3	2.280	3	800,0
Putre	741	281.458,5	17	9.948,7	7	128,4	2	2,5	28	21.143,7	10	3.276,8
Colchane	59	121.802,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	87	27.788,5	16	4.988,5
Pica	259	48.612,2	40	26,5	7	4,2	2	0,5	34	20,4	7	41,8
Total	1.163	705.385,1	61	15.928,0	14	132,6	4	3,0	152	51.232,6	36	9.107,1

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1996/97

Tenencia propia: La explotación es realizada por el propietario de la tierra

Tenencia en arriendo: La explotación es realizada por un arrendatario de la tierra

Tenencia en mediería: La explotación es realizada por un mediero, quien compensa al propietario con la mitad de la producción.

Tenencia en regalía: La explotación es realizada por un productor, como parte de pago por sus servicios prestados.

Tenencia en terreno cedido: La explotación es realizada por un productor, el cual utiliza el terreno voluntariamente entregado, sin realizar un pago por ello.

Tenencia en terreno ocupado: La explotación es realizada por un productor sin consentimiento del legítimo poseedor y sin mediar pago alguno por ello.

⁴ Tenencia propia: La propiedad del predio pertenece a quien realiza la explotación, en oposición a otros tipos de tenencia, como arriendo, mediería, regalía, cedida u ocupada.

Cuadro 3.4-7. Tenencia de la tierra para más de una forma de tenencia

Comunas	Explotaciones bajo más de una forma de tenencia									
	Propia – Arriendo		Propia - Mediería		Propia – Regalía		Propia – Cedida		Otras combinaciones	
	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)	Nº	Sup. (ha)
G. Lagos	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2.655,0	1	1.250,0
Putre	24	942,2	2	18,0	6	11,5	93	37.261,5	35	311,1
Colchane	0	0,0	0	0,0	0	0,0	59	6.443,9	1	193,7
Pica	31	82,9	0	0,0	3	2,8	23	38,4	14	51,8
Total	55	1.025,1	2	18,0	9	14,3	176	46.398,8	51	1.806,6

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1996/97

El primero de ellos está caracterizado por la presencia de manera casi exclusiva de la tenencia propia o en combinación con la condición cedida -ya sea como una forma más o asociada a la propia. Dada las características de la zona en cuanto al tipo de población que se dedica a las labores agrícolas, lo anterior es un claro reflejo del predominio de unidades domésticas de producción a cargo de la actividad, o lo que comúnmente se conoce como unidades campesinas.

El otro proceso adquiere su singularidad respecto al primero en el hecho de que si bien la forma propia de tenencia sigue siendo mayoritaria, y también se presenta la condición cedida, esta última pierde significancia y emerge la tenencia "arriendo". La comuna donde ello es más significativo es Pica. La presencia de esta forma de tenencia supone una relación que no es muy frecuente dentro del mundo campesino pero sí en otra forma de producción, aquella que está orientada por la ganancia. Esto tiene importantes consecuencias cuando se analiza el tipo de orientación y demanda en cada uno de los sistemas frente a los recursos naturales.

En el Cuadro 3.4-8 se puede apreciar que el porcentaje de superficie de las explotaciones efectivamente cultivadas es bastante reducido, y dentro de la superficie cultivada predominan, con la excepción de Putre, los cultivos anuales y permanentes. Queda fuera de esta caracterización General Lagos donde la presencia de cultivos es nula.

Cuadro 3.4-8. Uso del suelo

Comunas	Suelos de Cultivo				Otros Suelos (*)			
	Total	Cultivos Anuales y Permanente	Praderas Permanente	Barbecho Descanso	Total	Praderas Naturales	Uso Indirecto	Estériles
G.Lagos	0,7	0,7	0,0	0,0	266.448,9	181.526,4	717,9	84.204,6
Putre	1.547,4	211,9	962,6	372,9	352.955,5	171.939,9	41,9	180.973,7
Colchane	243,7	210,6	19,1	14,0	160.973,1	72.436,5	2.804,6	85.732,0
Pica	468,9	446,5	1,2	21,2	48.412,5	44.139,8	16,4	4.256,3
Total	2.260,7	869,7	982,9	408,1	828.790,0	470.042,6	3.580,8	355.166,6

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1996/97

(*): No hay superficies de praderas mejoradas, de forraje o de bosque.

Una buena parte de la superficie de las explotaciones está ocupada por praderas naturales. Sin embargo la denominación de pradera natural encubre una práctica cultural generalizada en aquellos sectores donde hay bofedales: la población procede a regar periódicamente estas formaciones vegetales para mantenerlas, ampliarlas o manejar la composición florística para privilegiar las especies más palatables para el ganado. Del mismo modo, la "plantación" de bofedal no es una práctica excepcional en la zona. Obviamente cada uno de estos manejos culturales requiere y descansa en un aprovisionamiento permanente de agua.

Si se analizan las cifras de superficie bajo riego en relación al total de la superficie, presentadas en el Cuadro 3.4-9, se aprecia que el número de hectáreas es bastante reducido. Pero como se señaló, esta cifra debe ser reconsiderada a la luz de una práctica tradicional en el área: el riego de bofedales, que constituye una fuente forrajera altamente significativa dentro del circuito de pastoreo

Cuadro 3.4-9. Superficie bajo riego

SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES BAJO RIEGO (HA), POR TIPO DE RIEGO								
COMUNAS	Totales		Riego Gravitacional		Explot. Riego Mecánico Mayor		Explot. Riego Micro	
	Superficie Explotaciones con Riego	Superficie Regada	Nº	Superficie	Nº	Superficie	Nº	Superficie
G. Lagos	100,0	0,5	1	0,5	0	0,0	0	0,0
Putre	6.542,9	1.139,0	392	1.139,0	0	0,0	0	0,0
Colchane	37.264,0	214,4	103	214,4	0	0,0	0	0,0
Pica	2151,2	448,1	342	235,6	1	3,0	72	208,8
Total	46.058,1	1.802,0	838	1.589,5	1	3,0	72	208,8

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1996/97

Si se compara la superficie bajo riego y la utilizada para cultivos se evidencia que la agricultura es mayoritariamente de riego, quedando una superficie reducida como suelo agrícola de secano.

Por otra parte, no se debe dejar de mencionar la significativa superficie de praderas permanentes (alfalfa) que hay en la comuna de Putre, lo cual habla de la importancia de la ganadería en la comuna, pero se trata, además, de una ganadería particular en su composición si se la compara con la de las otras comunas. Si se analiza el Cuadro 3.4-10 se observa claramente lo anterior. La presencia de ganado bovino y caballar, en primer lugar, y el ganado ovino en segundo lugar habla de una ganadería que demanda una cantidad de forraje que ya no es posible obtenerlo de la pradera natural, afectada como está por prolongados periodos donde escasean las precipitaciones. Además se trata de una masa ganadera bastante diversificada lo que contrasta con la situación de las otras comunas donde lo que hay es la especialización en dos o tres tipos de animales: llamas, alpacas y ovinos.

Cuadro 3.4-10. Ganado por tipo y comuna

Comunas	Ganado (Número de cabezas)								
	Bovinos	Ovinos	Porcinos	Equinos	Mulares	Asnos	Caprino	Alpacas	Llamas
G. Lagos	14	7.401	5	0	1	100	3	11.760	18.904
Putre	1.140	9.053	64	119	41	203	772	23.624	30.613
Colchane	4	3334	0	0	19	140	28	2.421	14.767
Pica	1	1071	114	0	14	110	10	340	2.916
Total	1.159	20.859	183	119	75	553	813	38.145	67.200

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1996/97

Finalmente, en las explotaciones agropecuarias de las cuatro comunas se encuentran laborando un total de 4.229 personas, como se desprende del Cuadro 3.4-11. De éstas el 73,4% lo hace en forma permanente y el 26,6% restante de manera temporal. Lamentablemente el censo agropecuario consignó al jefe de explotación como remunerado, lo que en el caso de las unidades campesinas impide discriminar efectivamente entre aquél y los externos remunerados. Pero si se asume que buena parte de los permanentes remunerados corresponden a los jefes de explotación y se los relaciona con el "personal permanente no remunerado", que en estricto rigor corresponde a los familiares del jefe de explotación, se tiene que la presencia de estos últimos es muy poco significativa, quizá con la excepción de Colchane, lo que puede ser interpretado como la evidencia de unidades de producción pequeñas, si la variable discriminadora es el número de sujetos vinculados a ellas.

Cuadro 3.4-11 Personal en las explotaciones por comuna

Comunas	Personal que trabaja en las explotaciones			
	Personal Permanente		Personal no Permanente	Total
	Remunerado	No Remunerado	Remunerado	
G. Lagos	429	5	228	662
Putre	1452	27	397	1876
Colchane	503	101	192	796
Pica	658	17	220	895
Total	3042	150	1037	4229

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1996/9

3.5 Caracterización social, económica y cultural de las comunidades aymarás I región.

El estado de la información secundaria disponible sobre población, animales, infraestructura de riego, superficie productiva y agua de riego, por localidades, es la siguiente:

- número de habitantes por localidad y número de hogares y viviendas;
- censo agropecuario por localidades. Se pudo acceder a información sobre masa ganadera para las comunas de Colchane y Pica.
- superficie: el Ministerio de Bienes Nacionales, a través de consultoras, está efectuando estudios sobre la propiedad Aymará de la precordillera y altiplano de la I Región;
- obras de aprovechamiento. La información disponible se encuentra en la DGA, como resultados de estudios realizados por consultoras, de una serie de catastros de redes de canales en los pueblos de la precordillera.

3.5.1 Metodología para la caracterización

Con la información cuantitativa disponible se elaboró una base de datos que contiene una caracterización por localidad a partir de las siguientes variables (ver Anexo D).

- Comuna
- Pueblo cabecera
- Caserío

- d) Coordenadas (U.T.M.)
- e) Número Viviendas⁵
- f) Número de hogares⁶
- g) Número de personas
- h) Tipo y número de cabezas de ganado
- i) Actividad productiva
- j) Riego
- k) Obras de captación

Se elaboró además una representación cartográfica, escala 1:500.000, que se presenta en el Plano 3.5-1, donde se incluyeron las siguientes variables:

- a) Poblados cabeceras y caseríos secundarios. Esta clasificación se efectúa atendiendo a la importancia que ha adquirido el poblado en función de los servicios que ofrece, preferentemente escuelas, las que además se convierten en centros de atención de salud ocasional, de reuniones de Juntas de Vecinos y otras. En el caso de los pueblos agroganaderos, de la precordillera, es evidente su condición de centro poblado.
- b) Área de influencia. Se ha denominado así al área reconocida por derecho consuetudinario, por parte de un sector de población sobre un determinado territorio. Dado que el área de influencia fue trazada en base a encuestas y estudios se califica como un límite aproximado. Para las comunas de Colchane y Pica, se delimita el área de influencia tras las labores de terreno.
- c) Áreas productivas. Se identifican y localizan: a) las áreas con cultivos, y b) bofedales. Como se expuso en el capítulo de Usos Ancestrales, estos recursos son utilizados para el pastoreo de alpacas, llamos y ganado menor (ovinos y caprinos).

3.5.2 Resultados de la caracterización socioeconómica

La cota de 2.000 m.s.n.m. ha sido establecida como límite occidental del territorio aymara en el interior de la provincia de Arica. En el presente estudio se han definido áreas de intervención antrópica, para el caso de las comunas de General Lagos y Putre, a partir básicamente de los circuitos de pastoreo de cada

⁵ Vivienda: es todo edificio o parte de él, construido o convertido para el alojamiento permanente o temporal de personas, así como cualquier clase de albergue, fijo o móvil, ocupado como lugar de residencia habitual, sin importar cual sea su estructura o los materiales empleados en su construcción.

⁶ Hogar: lo constituye un grupo de dos o más personas que, unidas o no por relación de parentesco tienen independencia económica, es decir, participan de la formación y/o utilización de un mismo presupuesto, compartiendo las comidas y habitando la misma vivienda o parte de ella. Un hogar particular puede estar constituido por una sola persona y puede existir más de un hogar en cada vivienda.

comunidad. Estos están dados por los pastos de bofedales y pastos de secano, siendo los últimos utilizados sólo si existen fuentes de agua cercanas como abrevaderos. En cada terreno comunitario o área de influencia existen una serie de bofedales menores que complementan el forraje.

Sector Arica:

Los poblados definidos como cabeceras de las comunas, se listarán en sentido norte-sur, separando altiplano de precordillera, atendiendo no sólo a la altitud sino a la actividad productiva dados los recursos disponibles:

- a) Altiplano: Visviri, Chislluma, Guacollo, Cosapilla, Tacora, Ancolacane, Umapalca, Chujluta, Colpitas, Alcérreca, Caquena, Parinacota, Guallatire, Parcohailla, Surire.
- b) Precordillera (poblados agro - ganaderos): Putre, Socoroma, Zapahuira, Murmuntani, Chusmiza, Chapiquiña-Pachama, Belén, Lupica, Saxamar, Tignamar, Cobija, Timar, Guañacagua, Chitita, Saguara, Esquiña, Illapata, Guancarane

Sector Iquique:

En el interior de la provincia de Iquique, los poblados cabeceras de las comunas de Colchane y Pica, clasificados según si son de altiplano o precordillera son:

- a) Altiplano: Mocomocone, Pansuta, Alsures, Enquelga, Aravilla, Ancullo, Coraguano, Isluga, Sitani Viejo, Central Sitani, Casablanca, Escapiña, Colchane, Pisiga – Chile, Cotasaya, Pisiga Centro, Pisiga Choque, Mauque, Usiga, Casusalla, Vilacollo, Ancovinto, Panivinto, Chijo, Cariquima, Quebe, Ancuaque, Huaitane, Villablanca, Templanza, Chulluncane, Cancosa, Coyacagua, Huasco, Jachucoposa, Chusquina.
- b) Precordillera: Pumire, Maimaja, Berenguela, Cultane, Charvinto, Calla, Copaquire.

3.5.3 Caracterización cultural relativa al uso del agua

Los estudios realizados en los poblados precordilleranos de la comuna de Putre, Socoroma y Tignamar, ofrecen resultados que pueden ser extrapolados a la mayoría de los pueblos con agricultura de riego.

Dentro de la sectorización de riego se identifican al menos tres áreas que definen ciertas peculiaridades de riego: área del estanque, área de los canales principales, y área de "manantiales". Estos últimos corresponden a tomas de agua que son consideradas consensuadamente de "escurraje", y son de usufructo individual no comunitario.

En el sistema cultural de riego se pueden identificar tres niveles de análisis:

a) Nivel material tecnológico

La organización para el riego considera los ciclos de cada cultivo, específicamente: a) el calendario agrícola, y b) la rotación del suelo, las tasas de riego en relación con el tamaño del terreno y tipo de cultivo.

El riego se define en función de las características observables referidas a la calidad de los terrenos (suelos más o menos permeables) y el tipo de cultivos sometidos a la irrigación en aquellos suelos.

Los tipos de riego se pueden clasificar, en términos generales, en:

- Mantos o capas (por inundación). Consiste en humedecer completamente el terreno regado.
- Riego por surcos. Consiste en regar el terreno cultivado en divisiones horizontales, definidas por surcos, los que están separados por camellones de tierra a una distancia variable.
- Riego por "chipaya". Consiste en distribuir el agua en terrazas levemente inclinadas utilizando una vara para conducir el agua a cada planta. El volumen de agua utilizado en el riego es mínimo pero durante un tiempo prolongado, se evita así la erosión de los suelos.

b) Nivel organizacional

Todos los pueblos poseen autoridades electas para el manejo del agua. Estas personas tienen a su cargo la repartición del agua por sectores y la organización de los trabajos comunitarios para el mantenimiento de la infraestructura.

c) Nivel ideacional

El agua es valorada tanto como un elemento desprovisto de funciones concretas, pero con propiedades trascendentes y como un recurso escaso.

Existe una variedad de creencias y ceremonias en torno al agua con leves variaciones entre los pueblos.

En el plano cognitivo se debe destacar la terminología vernacular utilizada en el riego, asociada a los ciclos de riego del calendario agrícola y a las unidades del tiempo.

Por ejemplo, poseen términos específicos para el riego antes de sembrar, durante el abono, después del abono y el riego durante el desarrollo de la planta, que generalmente es de 30 a 40 días, el que es ampliamente conocido como "mita".

La terminología relacionada con unidades de tiempo de medida reconoce varios términos: "pasadilla", "golpe de agua", "escurraje", "turno" o "una agua" (equivale aproximadamente a 8 horas de riego), "agua y media" (8 horas y 8 horas del día siguiente), "medio turno" (un turno se reparte entre dos regadores), "estancada" e "hilos" (en relación a la cantidad de agua que da una vuelta a la válvula de salida del estanque).

Es importante destacar que los suelos agrícolas se organizan sectorialmente de acuerdo con:

- especies posibles de cultivar de acuerdo con la calidad de los suelos;
- especies posibles de cultivar de acuerdo con temperatura o microclimas percibidos;
- presencia de cultivos permanentes o temporales.

En el Anexo E se adjuntan las variables antropológicas que serán incluidas en la ficha tipo elaborada con la información de terreno.

CAPÍTULO 4

LEVANTAMIENTO DE USOS ANCESTRALES

4 LEVANTAMIENTO DE USOS ANCESTRALES

4.1 INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del presente capítulo es proporcionar los antecedentes técnicos relativos a la situación de uso del agua que han venido efectuando las comunidades aymara y atacameñas en las Regiones I y II.

Dicho levantamiento se realizó utilizando en forma conjunta información disponible, y donde se requiriera, llevando a cabo un levantamiento catastral, en el que se identificaron el potencial uso por parte de comunidades aymara y atacameñas asentadas plenamente y desde tiempos inmemoriales en las Regiones I y II.

Como ya se ha señalado en el Capítulo anterior, los antecedentes relacionados con los derechos de aguas en las comunidades indígenas de la II Región mostraron que la totalidad de dichas comunidades habían regularizado previamente sus derechos, por lo que se convino con la Inspección Fiscal en centrar los trabajos de campo en la I Región.

Al respecto, debe señalarse que luego de las actividades de recopilación de antecedentes, fue posible determinar que mientras en el caso de las comunas de General Lagos y Putre la información era bastante completa y reciente, la información de las comunas de Colchane y Pica era menos completa, y debía por tanto intensificarse las actividades de terreno en esas comunas.

Debido a lo anterior, la metodología empleada para cada par de comunas indicadas fue diferente. En el caso de las comunas de General Lagos y Putre, se realizó una prospección y caracterización cualitativa del uso del agua, mientras que en las comunas de Colchane y Pica se realizaron encuestas en terreno, que permitieran realizar una caracterización cuantitativa, cualitativa y cartográfica de dichos territorios.

Por lo tanto, en las secciones siguientes se presenta en primer lugar, la información relativa a las comunas de General Lagos y Putre, y luego los antecedentes correspondientes a Colchane y Pica. Dentro de cada sección se entrega una descripción general, una descripción metodológica, las formas organizacionales y las técnicas de uso del agua.

4.2 COMUNAS DE GENERAL LAGOS Y PUTRE

4.2.1 Descripción General

Las Comunas de General Lagos y Putre presentan, en un perfil transversal, dos pisos ecológicos: precordillera (3.300 m.s.n.m. aprox.) y altiplano (4.300 m.s.n.m. aproximadamente).

Esta diferenciación altitudinal va acompañada de diferencias en el potencial productivo de cada uno de estos ecosistemas: en la precordillera se practica una economía agrícola en terrazas, andenes, que se riegan mediante complejos sistemas de canales, mientras que en el altiplano se practica una economía esencialmente ganadera, de llamos, alpacos y ovinos, lo que es posible debido a que cuentan con una gran cantidad de bofedales; en un estudio reciente desarrollado por el mismo equipo de antropólogos del presente estudio, se catastró un total de 430 humedales. En el altiplano, las hostiles condiciones climáticas no han permitido el desarrollo de la agricultura.

El suelo cultivable se encuentra en los valles y quebradas de la precordillera, y presenta la distribución mostrada en el Cuadro 4.2-1.

Cuadro 4.2-1. Distribución de la superficie cultivable por localidades

Localidad	Superficie Cultivable	
	(ha)	(%)
Socoroma	280	10,3
Muruntani	80	2,9
Putre	900	33,1
Pachama y Chapiquiña	320	11,8
Belén	350	12,9
Lupica	370	13,6
Saxamar	90	3,3
Ticnamar, Cobija, Timar	230	8,4
Esquiña	60	2,2
Zapahuira	12	0,4
Huancarane	30	1,1
Total	2.722	100,0

Fuente: Programa Quincenal de Inversiones, Odeplan, 1975

El principal producto es la alfalfa, destinándose a este producto alrededor del 80% del suelo. Le sigue el orégano, producto que es destinado al mercado y que ha ido reemplazando paulatinamente los cultivos tradicionales de papas y maíz. Este cambio en el uso del suelo tiene relación con la migración hacia las ciudades, pudiendo disminuir los productos tradicionales para el autoconsumo y reemplazarlos por productos que tengan un buen precio en el mercado. Favorece

este cambio el hecho de que el intercambio o trueque (modalidad tradicional para el abastecimiento en el área andina) de productos agrícolas de la precordillera y productos ganaderos (carne, lana, tejidos, etc.) del altiplano, también ha desaparecido. En cada uno de estos pisos ecológicos la población se ha articulado directamente al mercado.

Atendiendo a esta diferenciación descrita entre los tipos de uso del suelo entre la precordillera y el altiplano, la prospección se efectuó seleccionando tres poblados de la precordillera: Tignamar, Belén y Putre, y dos caseríos del altiplano: Ancolacane y Surasurane (Guallatire). En su conjunto, estos lugares resultan representativos de la situación de cada piso ecológico, e individualmente **representan** a los poblados de mayor importancia de las comunas de General Lagos y Putre.

En el caso del pueblo precordillerano de Socoroma, éste ha sido ampliamente trabajado por los antropólogos participantes en este estudio, por lo que se incluyó una descripción más amplia respecto de la denominada “cultura hídrica”¹ de la localidad.

El Plano 3.3-1 escala 1:500.000, muestra para las comunas de General Lagos y Putre, información que proviene de diversas fuentes, de los planos del IGM y otros estudios, relativas a pueblos cabeceras, estancias o asentamientos secundarios, bofedales y áreas de uso agrícola.

4.2.2 Metodología

Se efectuó una caracterización cualitativa de las formas organizacionales y técnicas que posee la población aymara en torno al uso del agua, a partir de los numerosos antecedentes y conocimiento del área de estudio del equipo de antropólogos. Se realizó, además, un levantamiento en terreno, para señalar las principales vertientes y canales del pueblo de Putre, y los caseríos de Surasurane (Guallatire) y Putani, en el altiplano, mientras que en las demás localidades se realizó encuestas, incluidas como monografías en el anexo F.

La descripción de estos pueblos se complementa con los croquis adjuntos en las Figuras 4.2-1 a 4.2-3, que indican los puntos de captación del agua, la extensión de los bofedales, los principales cauces y canales y otra información general.

1 Cultura Hídrica: un caso en Chile. Castro, M., Bahamondes M., Meneses C. y Jaime M., en UNESCO, 1992)

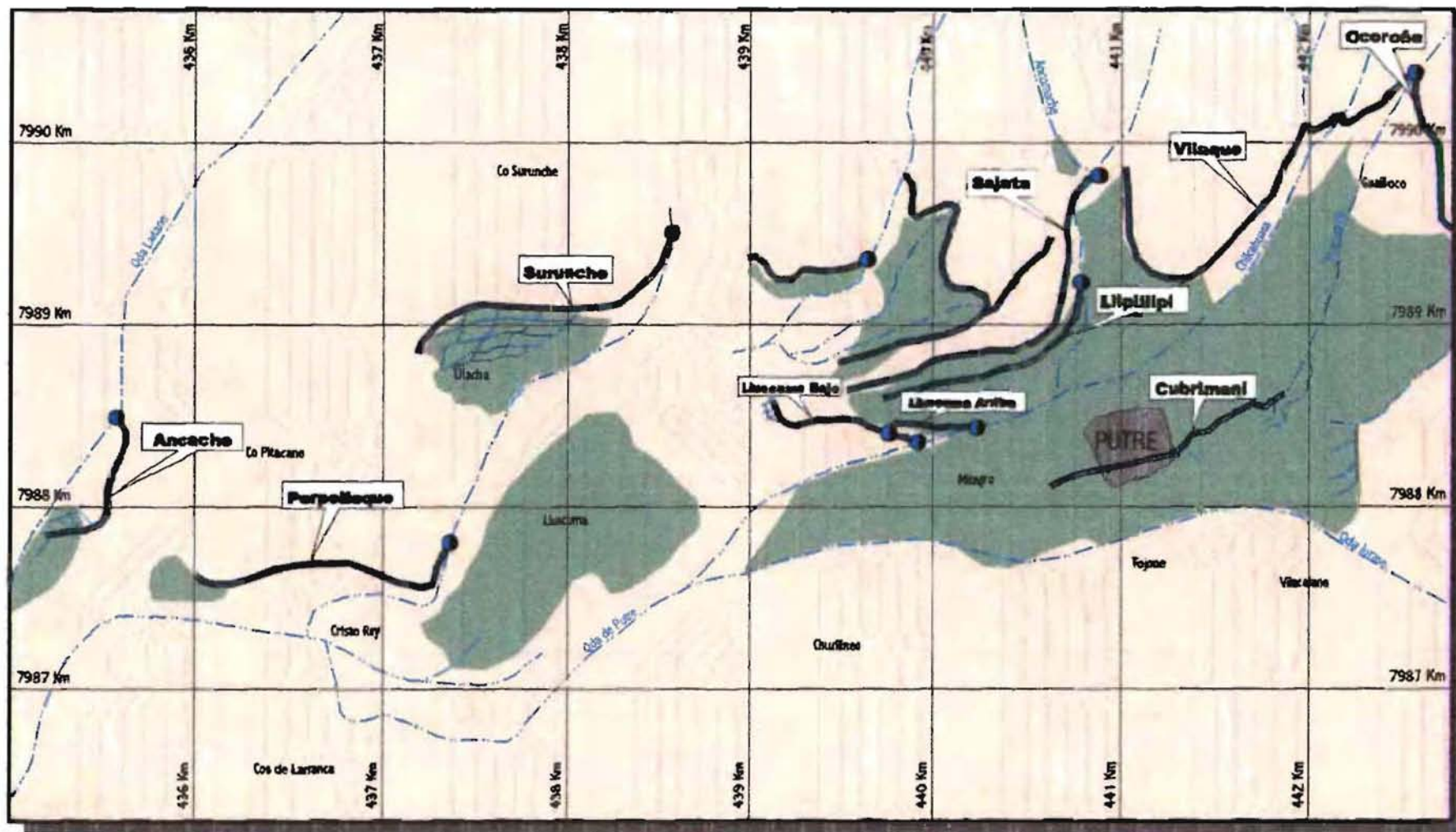


Figura 4.2-1: Canales de Putre

0 250 500 750 1000 Meters
1:35000

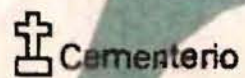
● TOMA CANAL
CANAL PRINCIPAL

CANAL MENOR
QUEBRADA

AREA URBANA
ZONAS DE CULTIVO



Guallatire



Cementerio

Qda Eugenio

7955 Km

Camino Guallatire - Paquiza

Río Guallatire

Surasurane

Canales para aumento de
superficie del bofedal

Vertiente Principal

7954 Km

Qda Surasurani

Qda Pisarata

483 Km

484 Km

Figura 4.2-2: Canales en Surasurane



RÍO

QUEBRADA

CANAL

Bofedales

0 100 200 300 400 500 Meters
1:2500

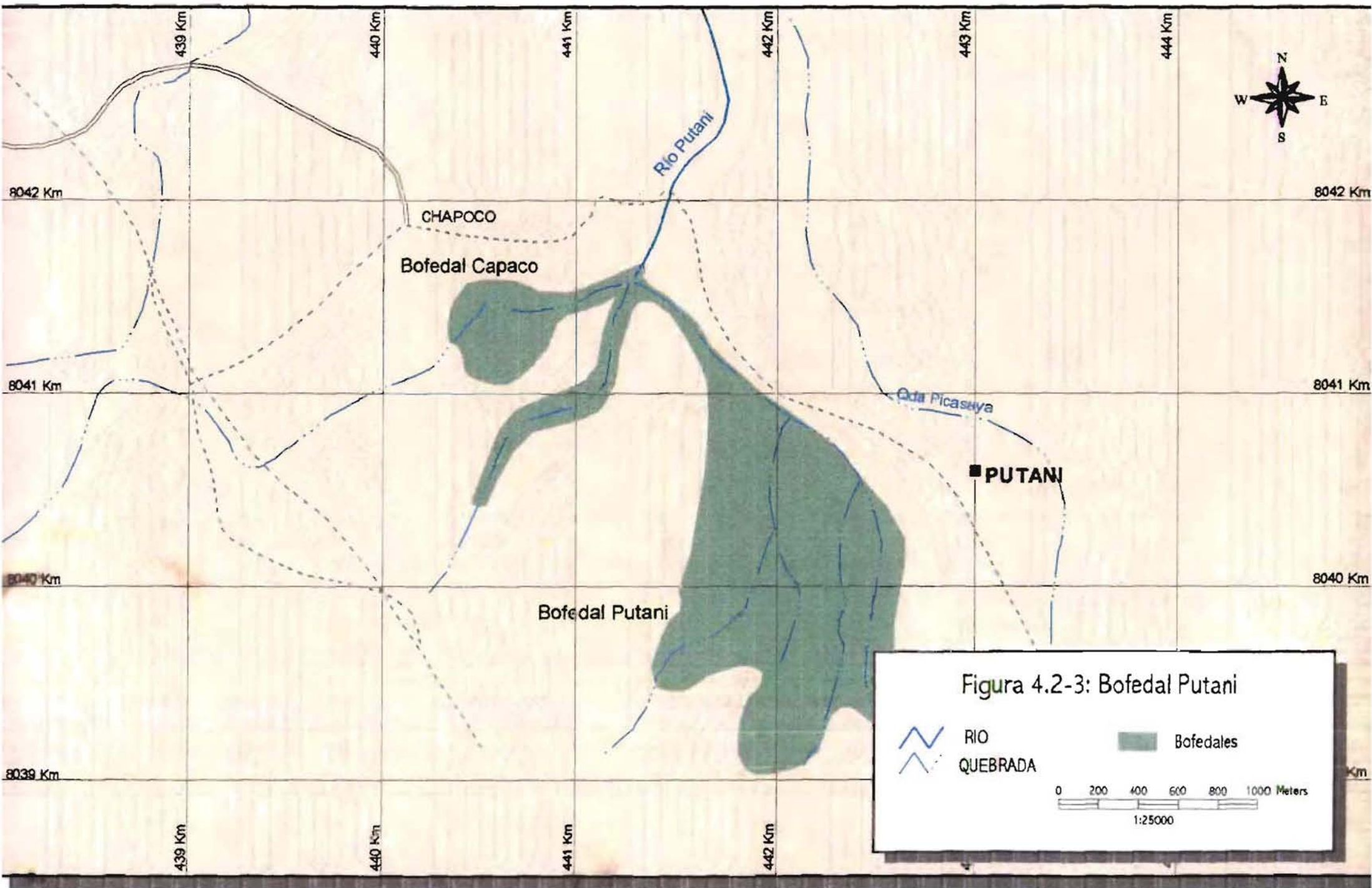


Figura 4.2-3: Bofedal Putani

Legend and Scale:

- RIO
- QUEBRADA
- Bofedales

Scale: 0 200 400 600 800 1000 Meters
1:25000

4.2.3 Formas organizacionales

Una particularidad del uso ancestral del agua en los pueblos andinos, radica en la estrecha relación entre componentes culturales (religiosidad), tecnológicos y organizacionales. Por ello, el presente estudio abordó en este capítulo variables de orden tecnológico y organizacional.

En la religiosidad andina, el agua posee un significado antropomórfico y animista, siendo una de sus principales características la estrechísima relación que mantiene con la tierra y las vertientes, y con los cerros desde donde fluye el agua que forma ríos y lagos.

El significado del agua en Los Andes, aún cuando escapa a los alcances del presente estudio, ha sido analizado en profundidad por los especialistas en antropología que participaron en el presente trabajo, en publicaciones tales como el libro *"Cultura Hídrica, un Caso en Chile"*, de los autores Milka Castro y Miguel Bahamondes.

Respecto al nivel organizacional, éste es similar en todos los pueblos de la precordillera, y comprende:

- a) autoridades para distribuir el agua y velar por la eficiencia del uso;
- b) sistema normativo que regula el reparto del agua (volumen de agua por tiempo asignado a cada persona, en función del tamaño del terreno), y
- c) deberes del regante como cuidar la eficiencia del uso del agua de riego evitando las pérdidas y reparar constantemente la infraestructura de riego.

4.2.4 Técnicas de uso del agua

El sistema tecnológico -hídrico de las comunidades aymara, está conformado por el punto donde se efectúa la captación del agua, los canales principales y secundarios que llevan el agua a los predios, y las formas mediante las cuales aplican el agua a la planta. Los puntos de captación pueden estar en ríos y/o vertientes, desde donde han construido canales de piedra, tierra o cemento, algunos de largo recorrido (de 15 km. Aproximadamente), que llegan directamente al predio a través de canales secundarios. En la mayoría de los casos se ha verificado que se dispone de estanques acumuladores.

Predomina entre los pueblos la forma de aplicación que se efectúa por derrame o dispersión del agua, cuando el área se localiza en terrenos con

pendiente; en segundo lugar se observó el sistema de inundación de un área o terraza, cuando ésta posee una superficie con escasa pendiente.²

Otro aspecto importante en Murmuntani, en la aplicación del agua para riego es el conocimiento que posee el campesino andino sobre el tipo de tierra, lo que define la forma de riego y tipo de cultivo a realizar:

- a) "Barro", es fácil regar, pues se remoja rápido, pero también se seca con la misma rapidez. Es bueno para la papa "chiquisa" o "colorada".
- b) "Caliche", es roca con tierra, es rápido el riego. Siembra de orégano.
- c) "Greda", deben guiar el agua. La ocupan poco.
- d) "Terreno arenoso", hay que guiar el agua. La ocupan poco.
- e) "Tierra maciza", es la mejor y fácil de regar. Siembran de todo: alfalfa, maíz, papa.

Además de la descripción general del área presentada, a continuación se entregan los antecedentes específicos recopilados en cada uno de los subsectores que componen las comunas de General Lagos y Putre. Dichos antecedentes se presentan agrupados en cuatro subsectores, cada uno con características similares. Ellos corresponden a Tignamar y Belén, sector altiplánico, Putre y finalmente Socoroma.

4.2.5 Tignamar y Belén (Comuna de Putre)

Específicamente, en los pueblos precordilleranos de Tignamar y Belén se pudo constatar una organización similar. En el caso de Tignamar, la organización está representada por un Comité de Regantes, que dura dos años en el cargo; además, cuentan para cada canal con cuatro repartidores o regidores, nombrados de entre los mismos regantes, los que al igual que los miembros del Comité de Regantes duran en el cargo dos años. Estos repartidores deben velar por el correcto uso del agua y por el cumplimiento del trabajo que corresponde a cada regante, en faenas de limpieza y reparación; en caso de incumplimiento se le aplica una multa en dinero (\$2.000).

En el caso de Belén, la comunidad nombra un Delegado de Aguas que dura un año en el cargo, y dos Repartidores. Estas personas reciben algún tipo de remuneración, generalmente en cuotas de agua; en el caso de Belén es 1/4 de estanque mensual.

² Las monografías de los pueblos visitados se presentan en el anexo F. Además se utilizó información existente en los estudios recopilados.

La "limpieza de canales", asociada, por cierto, a ritos y ceremonias andinas, la efectúan impostergablemente, después de las lluvias, en el mes de Febrero. En esta actividad participan todos los regantes, en un sistema de trabajo que se denomina "por tajo". En forma resumida el sistema opera de la siguiente forma: la tarea se inicia señalando a cada uno de los regantes un tramo de 2 metros aproximadamente para su limpieza; terminado este tramo, se le asigna otro. Cada participante hará tantos tramos como lo requiera la longitud del canal y el número de participantes en la obra.

Respecto al uso del agua, se utiliza el sistema de turnos o "mitas". En Tignamar este turno se entrega cada 4 - 6 meses para la alfalfa, y cada 2 - 4 meses para el orégano. Los cultivos de chacras se riegan cada 20 días.

Cuando se emplea el estanque acumulador utilizan un sistema de turnos llamado "sistema 24", donde "un venticuatro" es una estancada; o sea, el estanque completo.

En este pueblo, los turnos siguen el orden de la siembra, a diferencia de otros lugares en que el turno del agua es fijo. El periodo de riego, se extiende desde agosto (siembra) a mayo (cosecha). Durante junio y julio desvían el agua a la quebrada.

En el caso de Belén, el turno es cada 60 días para el orégano y cada 8 a 10 días para las hortalizas. En el caso de estas últimas se emplea el sistema de "entresaques", lo que alude a la posibilidad de obtener agua a partir de turnos fijos.

Las formas de aplicación también son similares. Se utiliza el sistema de derrame lento o "tendío". Esta forma es la más utilizada, pues la mayor parte de las terrazas tienen una leve pendiente. El agua corre por pequeños surcos. En Socoroma le llaman riego "por chipaya". Este sistema se utiliza en el riego de maíz, papas, habas, alfalfa y orégano. El otro sistema de riego se denomina "áreas llenadoras". Se usa en el riego de cultivos caseros, en áreas sin declive.

Las principales fuentes de agua provienen de ríos, vertientes y quebradas, desde donde nacen los canales principales que van a irrigar diferentes sectores o lomadas de la comunidad.

4.2.6 Sector Altiplánico

En el caso del altiplano, aún cuando podría afirmarse que el uso del agua es similar en términos culturales, en cuanto a que existe una organización, una tecnología y un significado religioso, existe una diferencia que proviene del recurso a ser regado: los humedales.

En Ancolacane y Humapalca (comuna de General Lagos), así como en Surasurane y Guallatire (comuna de Putre), los humedales deben ser irrigados a partir del mes de agosto. Esta actividad consiste en abrir cada año surcos y canales, bajo diversas modalidades: a) sacar parte de la vegetación abriendo pequeños surcos, para facilitar el escurrimiento del agua hacia todos los sectores del humedal; b) abrir surcos de mayor dimensión, las llamadas "cequias", para conducir el agua por cursos paralelos al río que va por el fondo o centro del humedal, y c) abrir canales por las orillas del humedal para intentar su ampliación mediante un riego constante. En palabras de los pastores, esta técnica se usa para "hacer bofedal", debiendo repetir esta operación durante, al menos, cuatro años.

Los bofedales³ tienen especial importancia para la crianza de alpacas. Este animal requiere de pastos húmedos y blandos, tanto por las características de su aparato masticatorio como por la fragilidad de sus patas, y consumen ciertas especies del bofedal, así como otras que crecen en el entorno "seco" de éste.

4.2.7 Putre (Provincia de Parinacota)

En este poblado, capital de la provincia de Parinacota, se dispuso de dos días para efectuar un estudio más exhaustivo, debido a su importancia en el área. Las condiciones climáticas han llevado a la población a cultivar en un 90 % de los predios la alfalfa, empleada para alimentar el ganado ovino, caprino y bovino.

4.2.7.1 Organización para el riego.

La máxima autoridad es el Juez o Delegado de Agua, elegido anualmente por todos los usuarios de todos los canales. Es interesante observar que aún cuando los usuarios han inscrito el agua por canales, no han querido cambiar a un sistema de autoridades por todos los canales. Colaboran con esta máxima autoridad un Comisario y dos Repartidores por canal; duran en sus cargos un año. El trabajo de estas autoridades es retribuido en cuotas de agua.

Es obligatorio que todos los regantes cumplan con las actividades de limpieza y reparación del sistema de riego (tomas, represas y canales), en caso contrario se les aplica una multa o se les suspende el uso del agua.

Para la distribución del agua de riego se emplean varios conceptos:

- a) el "turno", que alude a la rotación de los regantes para utilizar el agua. El término turno define el sistema de asignación de cuotas de agua dentro del

³ El bofedal, es el nombre que recibe ciertas asociaciones florísticas asociadas a los humedales de altura (son juncáceas que crecen en cojin, predomina *Oxychloe andina*, *Distichia muscoides*, entre otras).

conjunto de regantes de los poblados andinos. Los turnos se asignan de acuerdo a ciertos derechos definidos al interior de la comunidad; son unidades de tiempo que expresan la definición de las necesidades generales en un ciclo comunal y dependen en gran medida de la disponibilidad de agua, de la época del año que corresponda, y a la calidad de los terrenos y tipo de cultivos que se realicen.

En el caso de la alfalfa es cada 6 meses aproximadamente;

- a) "majuelo", es la alfalfa nueva, tiene preferencia de riego;
- b) "chacra", tiene preferencia de riego, cada 8 a 10 días;
- c) "partición", el volumen total de un canal se divide en mitades o enteros;
- e) sistema de "24" horas, un 6/24 equivale a 6 horas o 1/4 del tiempo de riego.

La escasez del agua, queja permanente en todos los pueblos andinos, lleva a que frecuentemente surjan conflictos por el no cumplimiento de los acuerdos o por irregularidades que cometen los repartidores, favoreciendo a sus amigos o parientes y aplicando estrictos criterios con el resto de los regantes.

La organización del riego va asociada a acuerdos que se toman en abril y mayo acerca de dónde (el área de cultivos está dividida en sectores), quiénes y qué se va a sembrar (los diferentes cultivos tienen cuotas diferentes de agua).

Durante los últimos años se han producido algunos cambios que transformaron el uso ancestral. Entre ellos puede mencionarse que tradicionalmente la "mita" o turno del agua se otorgaba según el cultivo; esto permitía que la "comunidad" le concediera más o menos agua, según lo que se estaba cultivando. Actualmente, en cambio, emplean la "acción" que tiene un valor fijo, aunque existe la opción de pedirla o cederla a otro, para solicitarla cuando la necesiten.

4.2.7.2 Tecnología (técnicas de riego e infraestructura)

La concepción que prima es que "el agua va con la tierra ...el predio tiene una cantidad de horas de agua".

Todos saben exactamente la cantidad de agua que necesita un predio. La escasez del recurso parece haberlos llevado a tener un conocimiento y control riguroso de la cantidad mínima necesaria para que la planta no se seque. En caso de emergencia existen posibilidades de solicitar agua, como ocurre en el período de crecimiento.

Canales principales:

Cubrimane (pueblo), Llancoma, Ancache y Lluzcuma, irrigan los predios o "pagos alfalfados" del mismo nombre. Surunche, Sajata y Tojone, son terrenos de "cultivos temporales", de papas, maíz, habas.

De estos canales se derivan canales menores que llevan el agua a los predios, donde la aplicación se efectúa mediante el sistema de derrame o "pañó tendío", conocido en otros lugares como riego por "chipaya", pues se utiliza una vara o "chipaya" para conducir el agua a través de pequeños surcos desde una planta a la otra.

Estos canales ,primarios y derivados, deben mantenerse "limpios", realizándose para este efecto trabajos comunitarios que llaman "relimpias", el día Miércoles de Ceniza y la primera semana de agosto.

Cuando no se riega correctamente puede ocurrir que el agua se detenga, desborde y dañe áreas agrícolas aledañas, caso en el cual la persona responsable debe reparar el daño hecho a los vecinos, pues de no hacerlo podrían suspenderle el turno de agua.

Agua, cultivos y ganadería.

Las terrazas tienen preferentemente alfalfa. Esto explica que haya algo más de 100 vacunos y 650 ovinos. Es el único pueblo que posee tal cantidad de vacunos, ya que los demás pueblos de la precordillera no llegan a tener 100 cabezas.

Una modalidad de pastoreo es alimentar directamente el ganado en las terrazas, donde el pastor debe cuidar que el consumo de alfalfa sea ordenado, por sectores.

En el momento en que es necesario dar agua a los animales, de acuerdo con el derecho establecido, el pastor puede cortar el agua por un tiempo prudente (menos de una hora), a quien esté regando en ese momento, y llevarla hasta el lugar donde pastan los animales. A esta modalidad le llaman "golpe de agua para el ganado."

4.2.8 Socoroma

Como se señalara anteriormente, los resultados que se presentan en esta Sección corresponden al resultado de una serie de estudios desarrollados en el área.

Socoroma es un poblado de la precordillera ariqueña que se encuentra localizado en la cuenca de la quebrada homónima, que a su vez se encuentra formada por varias quebradas menores, en cuyas laderas se ubican las terrazas de cultivo donde se realiza la actividad agrícola de los habitantes del pueblo.

El área se inserta en los cordones prealtiplánicos de la cordillera de los Andes, que configuran la hoya de la quebrada mencionada, que es afluente del río Lluta, y cuya confluencia se produce al término del curso superior de dicho río, en el tramo donde cambia su rumbo de escurrimiento desde una dirección norte - sur a una noreste – sur oeste.

La evidencia arqueológica permite sostener que hubo un asentamiento administrativo Inca en un poblado muy cercano a Socoroma, Zapahuira. La existencia de un tambo permite sostener que el control que se ejercía sobre la producción incluía la extracción de excedentes que eran almacenados en depósitos, en el plano alto de la quebrada.

Por otra parte, recientes estudios arqueológicos realizados en Socoroma han mostrado la existencia de un complicado sistema de riego, el trasvase de agua de un valle a otro, a través de canales intervalles, como el de Vilasamanani - Socoroma. Esta obra de riego, demuestra la posesión de altos conocimientos de ingeniería, como también la necesaria interacción de este plano con la organización política y administrativa para llevar a cabo y manejar una construcción como la referida. Este trasvase habría regado una superficie cultivable de 150 ha, y su construcción se sitúa entre 1.000 - 1.500 D.C., durante la época conocida como de desarrollo de cacicazgos locales.

4.2.8.1 Organización del riego en relación a los ciclos de cultivos.

En Socoroma se conocen dos periodos relacionados con el ciclo del agua: el período lluvioso y el período seco. El primero comprende los meses de diciembre a marzo, distribuyéndose las mayores precipitaciones entre enero y febrero. El resto del año se da una ausencia total de precipitaciones.

Para la confección del calendario agrícola, se consideran los ciclos del agua conjuntamente con los periodos de desarrollo de la papa y el maíz.

La siembra de la papa se inicia a mediados de agosto, y se extiende hasta fines de noviembre. El calendario agrícola de la papa se define en torno a tres actividades:

- i) Un día antes de sembrar el terreno debe ser regado, impregnándolo de humedad.
- ii) A los 15 días de sembrado, se solicita una "pasadilla" y se riega el terreno.

- iii) Al mes de efectuada la siembra, se guanea la planta, con guano de pájaro revuelto con estiércol; se riega al día siguiente.

Luego se sigue el turno regular de riego, cada 35 días aproximadamente. La papa se deja de regar 15 a 30 días antes de ser cosechada.

En el cultivo del maíz se siguen los mismos pasos descritos para la papa. La diferencia radica en el periodo de cosecha, que se efectúa desde mediados de mayo hasta fines de junio.

También ocupan un porcentaje significativo de la superficie cultivada el orégano y la alfalfa, cultivos permanentes.

4.2.8.2 Riego

Existe una prioridad en el riego de acuerdo con las especies cultivadas; la primera prioridad en el riego la tienen la papa y el maíz, en segundo lugar está el orégano y en tercer lugar la alfalfa.

Las tasas de riego por turno, se refieren a las horas de riego diario que corresponden dentro del ciclo anual de distribución del agua. A la papa, el maíz y el orégano, le corresponde un turno de riego entre 35 y 40 días. Para la alfalfa, por tratarse de una planta que no necesita mucho agua, entre 60 y 90 días.

Las medidas de riego, además, dependerán del tamaño del predio que se va a regar y de la cantidad de agua con que cuente la comunidad. Estas medidas se fijan por acuerdo entre los regantes.

El sistema de riego más extendido en Socoroma, se denomina riego por "chipaya". Este sistema consiste en distribuir el agua que penetra en el predio a través de una red de pequeños surcos mediante los que se conduce el agua a cada planta, utilizando para ello una vara o "chipaya". Este tipo de riego es empleado fundamentalmente en los terrenos cultivados mediante el sistema de andenes o terrazas.

En la comunidad se distinguen calidades de terreno, está el normal y el denominado "secarrón". Este último es un terreno con abundante material impermeabilizante en su superficie, lo que impide la penetración del agua. El riego en este terreno debe hacerse muy lentamente, teniendo especial cuidado en dirigir el agua a cada planta, haciendo un pequeño agujero en su base con la chipaya.

4.2.8.3 Terminología vernacular del riego.

En la terminología que utiliza la gente de Socoroma para definir el riego, se distinguen dos categorías: a) terminología relacionada con el ciclo de riego, especialmente conectado al calendario agrícola; b) terminología relacionada con unidades tiempo de medida.

En la terminología relacionada con el ciclo de riego se distinguen cinco términos:

- a) Satuma: se denomina al riego antes de sembrar.
- b) Pauma: corresponde al "riego de guaneo".
- c) Auchaca: corresponde al riego que se realiza un mes después del "guaneo".
- d) Mita: corresponde al riego regular cada 30 a 45 días, establecido durante el ciclo anual.
- e) Intermedio: cuando la planta se está secando, se pide un riego fuera de turno.

En el caso de la terminología relacionada con unidades tiempo de medida se tienen ocho términos:

- a) Pasadilla: cuando el cultivo necesita agua, a los 15 días de sembrado, se pide una pasada. Son cuatro horas de agua aproximadamente.
- b) Golpe de agua: corresponde a 20 minutos de riego, y es una solicitud de riego generalmente para hortalizas.
- c) Escurraje: corresponde al agua que se filtra o que no ha podido ser aprovechada en el riego, y que escapa del terreno del beneficiario, siendo de quien pueda aprovecharla. También se denomina así al agua que sigue corriendo una vez que se ha tapado el estanque.
- d) Un turno o una agua: ocho horas de riego.
- e) Agua y media: ocho horas y ocho horas del día siguiente, para completar la mitad del agua.
- f) Medio turno: un turno se reparte entre dos regantes.

- g) Estancada: medida de riego que corresponde a la cantidad de agua contenida en un estanque, y se aplica a los estanques contruidos en la quebrada del pueblo.
- h) Hilos: unidad de medida que se emplea para definir la cantidad de agua a que tiene derecho un regante, aplicado al estanque construido a la entrada del pueblo, y que alimenta a la acequia del pueblo. Los hilos corresponden a la cantidad de "hilos" que se abre la válvula que da el agua del estanque.

4.2.8.4 Aspectos organizacionales del riego.

Las autoridades del agua en Socoroma, tienen como función establecer los turnos de riego, indicar las personas que van a regar cada día, fiscalizar el buen funcionamiento de la repartición y solucionar los conflictos que se generan a causa del agua.

Para estas funciones existen dos autoridades:

- a) El comisario de aguas o repartidor. Cumple con la función de repartir los turnos de agua por regantes. Debe hacer la lista de mitaciones o turno, realizándose la inscripción de acuerdo con el orden de siembra. A medida que los terrenos van quedando listos para ser sembrados, el regante pide su inscripción para tener acceso al riego.

La elección del repartidor es realizada en el mes de agosto, con la participación de toda la comunidad de regantes. Los candidatos son propuestos para su elección. Estas propuestas parten de familiares y amigos, los que asisten unidos para ratificar su elección. Existen en la comunidad dos repartidores de agua, los que se encargan de dos canales de regadío cada uno.

- b) Delegado de aguas. Cumple una función controladora, pues es el encargado de velar por la claridad en el proceso de repartición. El delegado es elegido anualmente por votación, y tiene como requisito el haber sido repartidor de aguas y ser una persona considerada "intachable".

El delegado de aguas es el encargado de resolver los conflictos que se susciten a causa de la repartición. Para esto, los regantes se reúnen mensualmente y ven los problemas que se han generado. El conflicto que más comúnmente se da, es a causa de la posición de los regantes dentro del período de mitación. Se considera que se da agua antes a algunas personas por parentesco o amistad.

4.2.8.5 Repartición de aguas por sectores.

El agua se reparte considerando los turnos que se han establecido para regar. Los turnos son de ocho horas, y, dependiendo del sector, serán sólo de día o también de noche. Los regantes deben consultar el día que les toca regar, pues a veces la mitación se adelanta.

Dentro de la sectorización de riego se definen cuatro áreas que definen ciertas peculiaridades de riego:

- a) Área del estanque. El sector del estanque se define por la presencia de un acumulador de agua construido con el apoyo de la Dirección de Riego. Es una estructura de concreto, de forma irregular, y que recibe las aguas que vienen de Arcupuncuni, regando el sector del Pueblo.
- b) Área del Canal Chacacagua. Se construyen estanques en la quebrada, para acumular el agua que escurre por ella. El riego se mide por estancadas, que corresponde a la cantidad de agua que es capaz de acumular un estanque. La medición no es en tiempo de riego, sino en volumen de agua.
- c) Área de canales Aroma-Mancaruma. Esta área es de riego por agua corriente, es decir, agua que está continuamente fluyendo. Por este motivo, el horario de riego es continuado. De día es de 8 a.m. a 4 p.m., y por la noche de 4 p.m. a 8 a.m. Se establecen turnos en que riega más de una persona por día.
- d) Área de manantiales. Básicamente, la mayor cantidad de manantiales se encuentra en la quebrada del Pueblo. Debido a que es necesario permitir que los estanques acumulen agua, los manantiales sólo pueden utilizarse de día. Los manantiales corresponden a tomas de agua que son consideradas consensualmente de escurraje.

4.2.8.6 Organización de los trabajos de mantenimiento de la infraestructura de riego

La limpieza de las acequias es una responsabilidad de la comunidad de regantes. Las acequias se limpian dos veces al año y eventualmente después de una lluvia, considerando la arena y piedras que arrastran los canales en cada oportunidad. Una de las ocasiones pautadas para la limpia de canales es durante la fiesta del Carnaval del Agua, en febrero; en esta ocasión se aprovecha la asistencia temporal de numerosa población originaria del pueblo que ha emigrado.

A la limpieza de los canales deben asistir todos aquellos que tienen terrenos cultivados. Tienen obligación de trabajar en la limpieza todos aquellos que durante el ciclo de riego hicieron o harán uso del canal. Si no puede asistir el dueño

del predio, debe enviar otra persona que lo reemplace. Si no se encuentra representado se le multa en dinero.

Durante la limpieza de los canales, los grupos de trabajo son organizados por el repartidor de aguas. La juventud va a la bocatoma y a las áreas superiores del canal. Los mayores limpian las partes medias, hasta el final del canal.

4.2.8.7 La propiedad del recurso.

Para las comunidades no existe propiedad sobre el agua, lo que existe son derechos de riego, que se definen a partir de la propiedad y uso de la tierra. Cuando un terreno cambia de dueño, el derecho de riego sigue perteneciendo a ese terreno.

Para acceder al riego, se definen una serie de requisitos que es necesario cumplir. La persona tiene que ser casada, tiene que participar en las faenas de la comunidad, tiene que pasar cargos en la iglesia⁴, tiene que ser hijo del pueblo⁵ y no puede ser extranjero, en este caso aluden a las personas procedentes de Bolivia. Una vez que la persona cumple con todos los requisitos, el pueblo ordena al repartidor darle agua al interesado.

4.3 COMUNAS DE COLCHANE Y PICA

4.3.1 Descripción General

A diferencia de las comunas de General Lagos y Putre, en el territorio comprendido por las comunas de Colchane y Pica es posible encontrar cultivos sobre la cota de los 3.000 metros, específicamente en el área comprendida entre Enquelga, por el norte, y Cultane, por el sur. A ello se deben agregar los cultivos efectuados en la parte baja de la comuna de Pica, en los pueblos de Pica y Matilla.

Pero sin duda la actividad central de los pueblos aymarás de estas comunas sigue siendo la ganadería, al igual que en los pueblos de las comunas del interior de Arica, por asociación entre campos de pastoreo y sectores con alimentación para el ganado. Estos sectores pueden ser bofedales ("champiales"), nombre que dan a lugares donde crecen pastos después de las lluvias, o áreas que se mantienen en forma permanente, como es el caso de los tolares y pajonales, los que son denominados "secos", por oposición a los húmedos bofedales y vegas.

4 Asumir los cargos de alférez y mayordomos de la iglesia católica para responsabilizarse por un periodo de 2 a 3 años, del cuidado de ciertos santos patronos del pueblo (efectuar fiestas religiosas a los santos patronos, cuidados de la iglesia, etc.). El desempeño de cargos, ha sido un prerequisite para adquirir el derecho de productor, o sea, de regante de un predio, aunque hoy esta costumbre ha experimentado cambios.

5 Hijos de agricultores del pueblo

Estos campos de pastoreo son los que generalmente delimitan el área de influencia de cada uno de los poblados de la zona.

El patrón recurrente de ocupación espacial se estructura en torno a un poblado cabecera ("pueblo principal"), que es ocupado preferentemente por todas las familias que integran la comunidad en forma permanente, y un conjunto de construcciones de menor magnitud distribuidas dentro del territorio perteneciente a una determinada comunidad, las que son ocupadas en forma temporal. La ubicación de estas "viviendas" está asociada a la presencia de bofedales y campos de pastoreo ("secos").

La ocupación y el desplazamiento entre uno y otro tipo de asentamiento humano están estrechamente asociados a las precipitaciones estivales del área. Cuando éstas han sido abundantes los campos se cubren de pastos naturales; a partir de marzo- abril los ganaderos se desplazan con sus animales hacia esos lugares dejando las viviendas principales para instalarse temporalmente en estas viviendas o paskanas.

Este movimiento posibilita, entre otras cosas, la recuperación del bofedal, al que retornan a fines de agosto o inicio de septiembre, periodo en que comienza el tiempo de regar los bofedales.

Al igual que en las comunas de más al norte, la existencia del bofedal está estrechamente asociada a la intervención que efectúa la población sobre él. Como ya se indicó, el riego se inicia en agosto- septiembre, cuando se reparan las tomas de los canales y se limpian los canales o "cequias". Esto consiste en surcar el bofedal o "cortarlo" para conducir el agua hacia aquellos sectores que quedan fuera de la influencia natural del curso de agua principal; una vez efectuada esta labor no se vuelve a intervenir sobre él hasta el próximo año.

El agua escurre por el bofedal hasta el mes de abril - mayo, fecha en que el agua es conducida nuevamente por el curso principal. El propósito de sacar el agua del bofedal es evitar su congelamiento y quema, como consecuencia de las bajas temperaturas, que congelan el agua en los meses de Mayo a Julio.

La estructura básica de riego de un bofedal consta de las siguientes partes: río principal; "cequias"; "ramal" y "lloraderos". Del curso principal se sacan una serie de "cequias" de las cuales se desprenden, a su vez, una serie de canales menores llamados "ramal"; de los ramales salen surcos menores denominados "lloraderos".

En otros lugares, el sistema es más sencillo: del curso principal se saca una acequia de la que se desprenden en forma regular canales menores. Valiéndose de "pongos", especie de taco o compuerta hechos con piedras y champas del propio bofedal, van regulando la cantidad de agua destinada al riego.

En la reparación de las tomas y en la "limpia de los canales" que regarán el bofedal participan todas las personas que tienen ganado en el lugar. Si hay un ganadero que no haya participado en las labores de habilitación del sistema de riego, debe cancelar una multa en dinero o se debe hacer cargo del mantenimiento de las obras por un determinado periodo.

A diferencia de las comunas del extremo norte del territorio nacional, en las comunas de Pica y Colchane la masa ganadera está compuesta mayoritariamente por llamos, siendo minoritaria la presencia de alpacas y ovinos en los rebaños. Dado los hábitos alimenticios del llamo, la disponibilidad de pastos del tipo "seco" es fundamental para la mantención del rebaño. En el Cuadro 4.3-1 se presenta la población ganadera de las comunas de Colchane y Pica.

Cuadro 4.3-1. Población ganadera de las comunas de Colchane y Pica

Comuna	Llamas	Alpacas	Ovinos	Bovinos	Caprinos	Asnos
Colchane	15.065	3.267	3.789	12	98	403
Pica	5.312	502	1.100	2	152	334
Total	20.377	3.769	4.889	14	250	737

Fuente: SAG, 1996

En alguno de los pueblos existe la práctica, cada vez más escasa debido a la carencia de precipitaciones, de trasladar el ganado hacia las partes bajas del territorio, sector occidental, en lo que se conoce como el "costeo". Pero esto se realiza solamente cuando las lluvias han hecho surgir una abundante cantidad de pasto en los cerros.

En las tres láminas del Plano 4.3-1, "Cartografía Área de Influencia de los Pueblos Aymaras, Comunas de Colchane y Pica", escala 1:100.000 se presentan los resultados de la investigación de campo. En ella se consignan:

- a) pueblos cabeceras
- b) estancias o caseríos secundarios
- c) bofedales
- d) áreas de uso agrícola
- e) vertientes
- f) campos de pastoreo o "seco"⁶
- g) límites o territorio de cada localidad.

6 Es la denominación que da la población nativa a aquellos pastos que no pertenecen al humedal. Está conformada en forma predominante por gramíneas, como la paja brava, y arbustos, como el tolar, y pastos anuales que crecen después de las lluvias. En el sistema de pastoreo que emplea la población aymara, el "seco" conforma un tipo de pradera que complementa la dieta del ganado con los pastos de los humedales.

4.3.2 Metodología

Tal como se indicó anteriormente, en las comunas de Colchane y Pica se realizaron encuestas en terreno, que permitieran realizar una caracterización cuantitativa, cualitativa y cartográfica de dichos territorios, como complemento a la información recopilada.

La campaña de terreno, tuvo como objetivos específicos las actividades que a continuación se señalan:

- a) Establecer los pueblos principales en cada territorio reconocido ancestralmente, y los pueblos secundarios -"estancias" y "viviendas" o "paskanas", viviendas menores que son usadas estacionalmente en las actividades agroganaderas.
- b) Delimitar cada territorio, a partir de los hitos reconocidos por la propia comunidad entrevistada. En otras palabras, se refiere al espacio físico sobre el cual la comunidad detenta o reconoce derechos; quedan comprendido cerros, vertientes, ríos, lagunas, pastos y otros componentes del paisaje natural.

Cabe señalar, que el contorno del territorio fue señalado por los usuarios de cada comunidad y traspasado de inmediato, en terreno, a una carta de IGM. Así los informantes tenían la oportunidad de observar el trazado que se iba generando.

- c) Localizar los humedales utilizados por cada comunidad o pueblo;
- d) Localizar las áreas de pastoreo que utiliza cada comunidad o pueblo. Las áreas de pastoreo son pampas y laderas de cerros cubiertas de arbustos y pajonales, potencial forrajero que se enriquece con los pastos anuales que aparecen luego de las lluvias estivales.
- e) Localizar las vertientes;
- f) Localizar las áreas de cultivo,
- g) Caracterizar el sistema de pastoreo, terrenos de cultivo, alternancia y temporalidad en el uso de bofedales y pastos de cerros, la tecnología utilizada.
- h) Caracterizar la cultura y uso del agua, la organización para su uso.

4.3.3 Levantamiento de Terreno

Los antecedentes recopilados en el trabajo de terreno se entregan en el Anexo F, ordenados por los pueblos cabeceras o comunidades principales, reconocidos como tales por los propios usuarios.

A continuación en el Cuadro 4.3-2 se compara el listado de Pueblos Aymarás entregados anteriormente en el Cuadro 1.2-7 del capítulo de Recopilación de Antecedentes, para las comunas de Colchane y Pica, con los pueblos cabeceras catastrados. De esta forma se puede observar que todos los pueblos mencionados, para esas comunas, fueron catastrados, pudiendo encontrarse algunos de ellos bajo otro nombre de comunidad principal.

Por último, se incluye la denominación de cada pueblo según los usuarios.

Cuadro 4.3-2. Comparación entre listado de pueblos según el IGM y levantamiento de terreno (*)

Fuente						
Cartas 1:50.000 I.G.M.				Trabajos de terreno		
Nombre del pueblo	Comuna	Coordenadas UTM		Nº Catastro	Nombre del pueblo según usuarios	Comunidad Principal
		Norte	Este			
Mocomocone	Colchane	7,894,300	507,800	2	Mucomucone	Parajalla
Pansuta	Colchane	7,892,500	511,500	2	Pansuta	Parajalla
Pumire	Colchane	7,886,300	484,800	3	Pumire	Pumire
Maimaja	Colchane	7,877,000	473,500	29	Maimaja	Maimaja
Alsura	Colchane	7,874,300	529,200	9	Alsura	Isluga
Enquelga	Colchane	7,874,200	520,700	6	Enquelga	Enquelga
Aravilla	Colchane	7,873,700	513,800	5	Aravilla	Ancuyo
Berenguela	Colchane	7,873,500	481,500	28	Berenguela	Berenguela
Ancullo	Colchane	7,873,500	513,500	5	Ancuyo	Ancuyo
Coraguano	Colchane	7,872,600	520,400	8	Caraguano	Caraguano
Isluga	Colchane	7,871,900	529,400	9	Isluga	Isluga
Sitani Viejo	Colchane	7,870,000	535,900	11	Sitani Viejo	Central Sitani
Central Sitani	Colchane	7,869,000	535,600	11	Central Sitani	Central Sitani
Casablanca	Colchane	7,869,000	537,000	11	Casablanca	Central Sitani
Escapiña	Colchane	7,868,800	532,500	10	Escapiña	Escapiña
Colchane	Colchane	7,868,800	538,000	12	Colchane	Colchane
Pisiga - Chile	Colchane	7,868,500	549,500	13	Pisiga - Carpa	Pisiga Carpa
Cotasaya	Colchane	7,868,000	536,800	7	Cotasaya	Cotasaya
Pisiga Centro	Colchane	7,867,000	540,000	22	Centro Pisiga	Centro Pisiga
Pisiga Choque	Colchane	7,866,300	541,200	1	Pisiga Choque	Pisiga Choque
Mauque	Colchane	7,864,000	512,800	4	Mauque	Mauque
Usiga	Colchane	7,863,000	540,700	1	Usiga	Pisiga Choque
Casusalla	Colchane	7,862,500	530,500	7	Casusaya	Cotasaya
Vilacollo	Colchane	7,890,000	507,300	2	Vilacollo	Parajalla
Ancovinto	Colchane	7,854,500	543,600	19	Ancovinto	Ancovinto
Panavinto	Colchane	7,852,700	554,700	19	Panavinto	Ancovinto
Chijo	Colchane	7,851,200	544,300	21	Chijo	Chijo
Cariquima	Colchane	7,847,600	537,600	18	Cariquima	Cariquima
Quebe	Colchane	7,847,500	516,300	20	Quebe	Quebe
Ancuaque	Colchane	7,844,500	526,300	17	Ancuaque	Ancuaque
Huaitane	Colchane	7,839,400	541,800	16	Guaitane	Guaitane
Villablanca	Colchane	7,834,000	537,000	15	Villablanca	Villablanca
Templanza	Colchane	7,832,100	537,200	15	Templanza	Villablanca
Chulluncane	Colchane	7,828,500	537,500	14	Chulluncane	Chulluncane
Cultane	Pica	7,815,500	502,800	30	Cultane	Cultane
Charvinto	Pica	7,806,000	515,200	24	Lirima (Charvinto)	Lirima
Cancosa	Pica	7,804,900	542,000	25	Cancosa	Cancosa
Collacagua	Pica	7,784,500	517,800	23	Collacagua	Collacagua
Huasco	Pica	7,760,000	513,300	26	Salar Huasco	Salar Huasco
Jachucoposa	Pica	7,713,500	530,200	31	Jachu Coposa	Jachu Coposa
Calla	Pica	7,708,700	507,500	32	Calla	Calla
Chusquina	Pica	7,694,000	534,500	31	Chusquina	Jachu Coposa
Copaquire	Pica	7,686,300	512,700	27	Copaquire	Copaquire

4.3.4 Formas Organizacionales

En las labores de habilitación, mantenimiento y reparación de la infraestructura de riego, participan todas las personas que en ese año cultivarán. Las labores **se inician en el mes de agosto**, limpiando y reparando tomas, canales y estanques. En la mayoría de los poblados, inmediatamente concluido los trabajos se define la forma como operará el riego, y se definen los turnos y los montos de agua que cada regante requerirá.

Como en la mayoría de los pueblos la cantidad de familias que cultiva es reducida, la organización del riego no reviste mayores complicaciones. En todo caso hay diversas modalidades para organizar el riego. En una de ellas inicia el ciclo de riego la persona que primero toma el agua y a continuación se ubican las personas contiguas al predio de aquél; el agua pasa al siguiente predio una vez que el primero está completamente regado. En otras comunidades para evitar conflictos la asignación del turno de riego se efectúa mediante sorteo; para ello una vez finalizada la limpia de canales se realiza una reunión en la cual participan todas las personas que trabajaron y ahí se procede al sorteo.

En otros casos el riego se inicia por el predio ubicado al final del trayecto del canal y de ahí se va avanzando hacia la cabecera de la acequia a medida que se van regando los predios.

Los turnos de agua llegan cada 15 a 20 días y la cantidad de agua asignada dependerá de la superficie cultivada y el tiempo requerido para regar esa superficie.

En la mayoría de los pueblos no se reconoce la existencia de una organización particular a cargo del sistema de riego; en algunos casos esta función la cumple la directiva de la comunidad o de la junta de vecinos. No está presente la figura del "alguacil" o "repartidor" de agua.

Distinta es la situación que se registra en el riego efectuado en el sector bajo de la comuna de Pica, más específicamente en la quebrada de Quisma. En esta quebrada se ha asentado recientemente un importante número de familias llegadas del altiplano, quienes han habilitado terrenos de cultivo. La organización para el riego recién se está organizando.

4.3.5 Técnicas de uso del agua

En las comunas de Colchane y Pica se practican dos tipos de agricultura: bajo riego y de secano, siendo ésta última más importante si se considera la extensa superficie que ocupa.

Como se indicó anteriormente, una particularidad de estas zonas de altura es la posibilidad de practicar algunos cultivos tradicionales, como la quínoa, que constituye el principal cultivo de secano practicado en la zona, seguido de la papa, pero con escasa superficie.

La quínoa requiere que el terreno donde será sembrada sea regado antes de depositar la semilla. Si el año es lluvioso no será necesario un nuevo riego, de lo contrario se deberá proceder a un segundo riego aproximadamente al mes de haber sido sembrada, cuando la planta ha alcanzado unos 10 cm de altura, aproximadamente. Con posterioridad a este riego ya no se efectúan otros.

Distinto es el caso de cultivos como la alfalfa, ajos, papas y hortalizas en general. Estos requieren de un riego permanente para lo cual se ha diseñado un sistema de canales y formas de riego bastante similar al de los pueblos de la precordillera de las comunas al interior de la ciudad de Arica. A diferencia de estas últimas, donde destaca una compleja red de irrigación asociada al cultivo de andenes o terrazas, en esta zona la infraestructura de riego es bastante simple, limitándose en la mayoría de los casos a canales de tierra, y unos pocos estanques de reducidas dimensiones. En algunos sectores recientemente se está empezando a revestir con piedra y cemento algunos tramos de canales.

La modalidad más usada para el riego es por inundación de las áreas, pues se trata de superficies planas preferentemente en fondo de quebradas o lechos de ríos.

Para el riego en el sector de Quisma, se emplean pozos y estanques acumuladores de agua. En algunos casos éstos se llenan desde la red de agua potable. Con el agua de los pozos, mediante un sistema de bombas para elevar el agua desde el fondo de la quebrada hasta la parte alta de la misma, llenan un estanque de uso comunitario. De éste se desprenden una serie de mangueras que van a los distintos predios; en un día riegan entre 5 y 6 personas. El turno de riego corresponde cada 5 días y el sistema utilizado es el riego en tazas.

Algunas familias, además del agua que obtienen del estanque comunitario y del sistema de agua potable, poseen pozos particulares.

4.4 AFOROS

Como parte de la campaña de terreno realizada, se llevó a cabo un programa de realización de aforos en los principales cauces naturales y obras de captación de la zona de estudio, correspondientes a obras de toma de las comunidades indígenas de la I Región.

Esta campaña de aforos, realizada en coordinación con el trabajo de campo del equipo de antropólogos del estudio, comprendió cerca de 80 aforos. En el Anexo B.2 se presentan los resultados de dichas mediciones, agrupadas por subcuencas. Además, se entregan las estadísticas de caudales aforados de las estaciones controladas por la Dirección General de Aguas del MOP.

En dicho Cuadro, se señala la subcuenca correspondiente, la sección de aforo, las coordenadas UTM del punto, medidas con GPS, la fecha y hora del aforo y el caudal medido. En el Anexo G se presentan los datos originales y la planilla de cálculo de cada aforo. Por su parte, en los planos 5.1-1, Cuencas Definitivas y Aforos, Láminas 1/2 y 2/2, se indica la ubicación de los puntos en que se realizaron los aforos.

En general, debe señalarse que los valores aforados corresponden a una condición restrictiva, por cuanto se realizaron durante el período del año en que los caudales son menores, antes del efecto del invierno boliviano, en un año que resultó hidrológicamente seco. No obstante lo anterior, los valores relativos medidos permiten una buena representación general de los recursos disponibles en dicha época.

Desde el punto de vista de los antecedentes hidrológicos, los antecedentes proporcionados por los aforos, correspondientes a un valor puntual en un cierto momento, no son de utilidad, y no fueron considerados para dichos fines. A pesar de que se intentó correlacionar los valores medidos en distintas secciones dentro de una misma cuenca, la variabilidad temporal de las condiciones hidrológicas, tanto como variaciones diarias como variaciones entre los distintos días en que se realizaron las medidas, no permitieron llegar a resultados satisfactorios.

Considerando lo anterior, la utilidad de los aforos para los fines del estudio consiste en que constituyen información cierta respecto de los recursos existentes en dicha época. Si se considera que para los trámites de solicitud de derechos de aguas se requiere acompañar un aforo, los costos del trámite podrían reducirse permitiendo que las comunidades indígenas utilizaran directamente el aforo realizado en lugar de requerir una nueva medición.

4.5 CONCLUSIONES ACERCA DE LOS USOS ANCESTRALES

El territorio reconocido como tal por un pueblo, está estrechamente ligado al tipo de uso productivo y ceremonial. Los cerros son sagrados y sus vertientes, las laderas con pastos anuales, los ríos y lagunas son hitos básicos al momento de definir la territorialidad y demarcar lo que se ha denominado "área de influencia".

El uso ancestral del agua en las áreas de estudio, no se puede entender si no se considera en el análisis los aspectos ideacionales (creencias, valores, normas), los aspectos organizacionales (organización para el riego, autoridades, derecho ancestral entre otros) y los aspectos técnicos productivos (infraestructura, tecnología). Ellos conforman un riguroso sistema tendiente a maximizar el escaso recurso, avalado por la presencia de diversas formas de control y sanciones, sobre quienes desperdicien el agua, ya sea haciendo uso indebido o manteniendo en mal estado el sistema de conducción.

En general, tanto en Arica como en Iquique, en la precordillera y el altiplano, la población ha manifestado reiteradamente que percibe una disminución del agua. Señalan que debido a esta escasez, han debido dejar de cultivar varios de sus terrenos o disminuir la masa ganadera, en el caso del altiplano. Por cierto, durante los períodos de sequía se acentúa el control que ejerce la comunidad, pero también aumentan los conflictos intracomunitarios y entre comunidades que comparten un mismo cauce.

Como se puede apreciar en la cartografía asociada al Capítulo, el reconocimiento de un derecho ancestral al territorio está dado por el perímetro señalado en cada comunidad. La importancia del agua está asociada sin dudas a una cuidadosa delimitación de sus terrenos dejando dentro de sus límites vertientes, bofedales y campos de pastoreo, quedando la presencia del hombre plasmada por la infraestructura de pueblos, caseríos menores y viviendas temporales o "wanu", junto a un gran número de corrales.

Como se señaló inicialmente, existe una "cultura hídrica", donde la organización social (de regantes y jerarquías que imponen un sistema normativo), la tecnología (técnicas de uso y manejo del agua, e infraestructuras de almacenamiento y acumulación), y una compleja visión mágico - religiosa (ritos para pedir lluvias, vertientes sacralizadas y cerros poderosos responsables del caudal de las vertientes) conforman un gran sistema, cuyo funcionamiento integral les asegura cada año contar con lluvias y agua corriente, tener pasto en los cerros, reproducir los bofedales, y disponer de agua para las siembras anuales bajo riego y de secano, permanentes y temporales.

CAPÍTULO 5

DISPONIBILIDADES DEL RECURSO HÍDRICO
EN LAS ÁREAS CON USOS ANCESTRALES

5. DISPONIBILIDADES DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS ÁREAS CON USOS ANCESTRALES

5.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente capítulo es presentar la oferta, demanda y la situación legal del recurso hídrico, con la finalidad de estimar la condición de explotación y disponibilidad del recurso a nivel de subcuencas para nuevos derechos de aprovechamiento de agua.

A partir de los resultados anteriores, se efectuó un análisis en detalle de la situación de uso de los recursos hídricos con fines de sostenimiento de las comunidades ubicadas en el área de estudio.

Dichos resultados podrán aprovecharse para implementar procedimientos de reconocimiento de derechos y/o usos de aguas de las comunidades indígenas, en concordancia con las disposiciones del Código de Aguas, con el propósito de asegurar la permanencia de tales derechos en las comunidades existentes en las subcuencas de estudio.

Para el caso de la disponibilidad de agua superficial, se consideraron dos situaciones diferentes: la primera corresponde a una situación promedio, asociada a una probabilidad de excedencia del 50%, y la segunda a una situación de escasez de recursos, que corresponde a una probabilidad de excedencia del 85%. Para tal efecto se realizó el análisis de frecuencia a la estadística de caudales generados por subcuenca. Los caudales obtenidos tienen incorporadas las extracciones de los pueblos indígenas presentes en la zona (usos ancestrales y de antigua data), por lo que corresponden a caudales disponibles en la salida de cada subcuenca.

En cualquier caso, se ha considerado como disponibilidad sólo las aguas superficiales, sin estimar, desde el punto de vista cuantitativo, los recursos hídricos subterráneos o subsuperficiales, en general escasos y poco significativos.

Respecto de las demandas de agua, en cada una de las cuencas definidas ellas se calcularon considerando: los requerimientos de riego de las áreas cultivadas, la evapotranspiración de los bofedales, la evaporación de lagunas y la demanda para consumo humano y animal. Esta información se completó con la disponibilidad de aguas superficiales y los derechos de agua tanto superficiales como subterráneos, incluyendo las regularizaciones y los que se encuentran en trámite.

5.2

SECTORIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para efectuar los balances descritos, que implican la estimación de los recursos disponibles y las demandas asociadas, el área de estudio fue sectorizada, considerando la ubicación de las localidades pobladas, la información disponible, especialmente la de estadística de caudales, y la ubicación de los puntos en que existen derechos de aprovechamiento de aguas superficiales, constituidos o en trámite.

Para dicha sectorización, se delimitaron las zonas donde existían derechos de aprovechamiento de agua con el objeto de asociar posteriormente un caudal disponible a una agrupación de los mismos. Es decir, el criterio empleado para definir las subcuencas es el de facilitar un posterior análisis entre los derechos de aprovechamiento de agua y los recursos disponibles en cada una de las subcuencas.

En todo caso, debido al número de comunidades existentes, y a que en muchos casos los límites entre los territorios de cada uno son difusos, no se generó una subcuenca por cada comunidad indígena, sino que por agrupamientos de éstas, definiéndose en total 16 subcuencas.

En el cuadro 5.2-1 se individualizan las subcuencas definidas, entregándose además el área cubierta por cada una de ellas. En las dos láminas que forman el plano 5.1-1, Cuencas Definidas y Aforos, se puede observar la ubicación y puntos de descarga de cada subcuenca delimitada, además de los lugares en que se efectuaron aforos.

Cuadro 5.2-1. Subcuencas consideradas para el estudio

Subcuenca	Nombre	Área de la cuenca (Km ²)
1	Caracarani en Humapalca	336
2	Lluta en Alcérreca	1.501
3	Confluencia Putani y Coipacoipani	301
4	Caquena en Anantacollo	1.020
5	Lluta en Socoroma	2.402
6	Lauca en Misitune	677
7	Chusiavida en Lauca	331
8	Lauca en Cerro Pucará	2.648
9	Tignamar en Pachami	909
10	Todos los Santos en Chinchillani	310
11	Sitani en Pisiga	1.086
12	Cariquima en Pisiga Baquedano	838
13	Confluencia de Aroma y Macurquima	588
14	Confluencia Ocacucho y Socaya	1.019
15	Collacagua en Chaquina	231
16	Aporte Salar del Huasco	1.718

5.3 OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS

5.3.1 Introducción

El objetivo de esta Sección es la generación de estadísticas de caudales medios mensuales en las 16 subcuencas en que se ha dividido el área de estudio.

En las cuencas cuyas secciones de salida se encuentran cercanas a alguna estación fluviométrica existente, la generación de caudales se realizó transponiendo por unidad de superficie y precipitación, los caudales medidos en dicha estación. En los casos en que la estación se encuentra en el mismo cauce y a corta distancia de la sección de interés, se consideró válida la misma estadística de caudales medios mensuales de la estación.

Sin embargo, en aquellos cauces que no tienen control fluviométrico a lo largo de todo su recorrido, o cuando no existen estaciones fluviométricas cercanas para hacer una transposición de caudales, se recurrió a una relación Precipitación – Escorrentía, que debió ser generada sobre la base de los antecedentes pluviométricos y fluviométricos existentes.

La ecuación así obtenida permitió generar la serie de caudales medios anuales para el período de análisis en cualquier cuenca de interés, en base a una relación lineal con las precipitaciones anuales de una estación pluviométrica vecina.

Estos caudales anuales generados, fueron después distribuidos mensualmente considerando la distribución de caudales observada en una estación fluviométrica vecina.

5.3.2 Relación precipitación - escorrentía

Para la definición de una relación precipitación escorrentía que permitiera generar la información fluviométrica requerida, se probaron diferentes tipos de relaciones entre los caudales medios anuales de estaciones fluviométricas confiables y las precipitaciones anuales de una estación pluviométrica representativa del régimen de lluvias de la cuenca respectiva.

Entre las relaciones consideradas, se intentó inicialmente con relaciones lineales del caudal en función de la precipitación del mismo año y del año anterior, de manera de incorporar en cada año las condiciones iniciales del sistema. También se probó como condición inicial una función lineal del caudal del año anterior. Sin embargo, en casi la totalidad de los casos analizados, al imponer una dependencia del caudal en función de una variable del año anterior, se obtuvo como resultado una relación en que al elevar el valor de la condición inicial, el caudal del año requerido

debía disminuir, lo que no representa adecuadamente el comportamiento normal de la escorrentía en una cuenca.

En cambio, se obtuvieron buenos resultados al suponer una relación lineal entre el caudal medio anual y la precipitación del mismo año, sin considerar una dependencia directa de variables del año anterior. La relación propuesta es del tipo:

$$Q(t) = A * P(t) + B \quad (1)$$

En las figuras presentadas en el Anexo H se pueden visualizar las buenas correlaciones obtenidas al suponer una relación como la anterior, en las distintas secciones de control fluviométrico.

Sin embargo, como se sabe que si la precipitación es nula durante un período prolongado de tiempo, la escorrentía debe disminuir hasta tender a cero, el coeficiente B debe depender de la precipitación media anual en la cuenca para un período suficientemente prolongado, anterior a t.

De esta manera, y dada las unidades de los coeficientes A y B, se podría suponer una dependencia de A con respecto a la superficie de la cuenca, y una dependencia de B con respecto al volumen medio anual de agua caída sobre la cuenca, es decir, del producto entre la precipitación media anual y la superficie de la cuenca.

Debido a lo anterior, se realizaron correlaciones con las estadísticas de las diferentes estaciones fluviométricas, para obtener las ecuaciones que permitieran determinar A en función de la superficie, y B en función del volumen medio de agua caída en la cuenca. Los antecedentes básicos para la calibración de A y B se presentan en el Cuadro 5.3-1, y los resultados de las correlaciones en las Figuras 5.3-1 y 5.3-2.

Dada la similitud de las relaciones obtenidas para A y B, la ecuación (1) se puede finalmente escribir como

$$Q(t) = 0,0014 * S * (P(t) + P_{media}) \quad (2)$$

donde Q(t) es el caudal medio anual en m³/s, S es la superficie de la cuenca en km², P(t) es la precipitación sobre la cuenca en el año t, y P_{media} es la precipitación media anual durante una serie prolongada de años anterior a t. P_{media} se puede suponer igual a la precipitación media anual del período de análisis 1961/62 – 1997/98. Las precipitaciones están expresadas en metros.

Al validar la relación (2) y según se aprecia en la Figura 5.3-3, los caudales medios anuales simulados se ajustan bastante bien a los observados, presentando una diferencia promedio que no supera el 10%.

Cuadro 5.3-1. Antecedentes para la calibración de los coeficientes A y B

$Q = A * P + B$					
Q : Escorrentia media anual (m3/s) P: Precipitación anual (m)					
Estación	Superficie (km ²)	Precip. media anual(m)	Volumen Precip. (Mill m3)	Coef. angular	Coef libre
Caracarani en Humapalca	336	0,368	124	0,18	0,274
Colpitas en Alcérreca	460	0,367	169	0,67	0,283
Lluta en Alcérreca	1.501	0,368	553	2,08	1,014
Caquena en Nacimiento	182	0,367	67	0,21	0,430
Lauca en Japu	2.648	0,398	1.053	3,68	1,440
Coscaya en Pampa Lirima	220	0,135	30	0,40	0,109
Piga en Collacagua	136	0,135	18	0,12	0,120

Figura 5.3-1. Coeficiente Angular "A" en función de la superficie de la cuenca

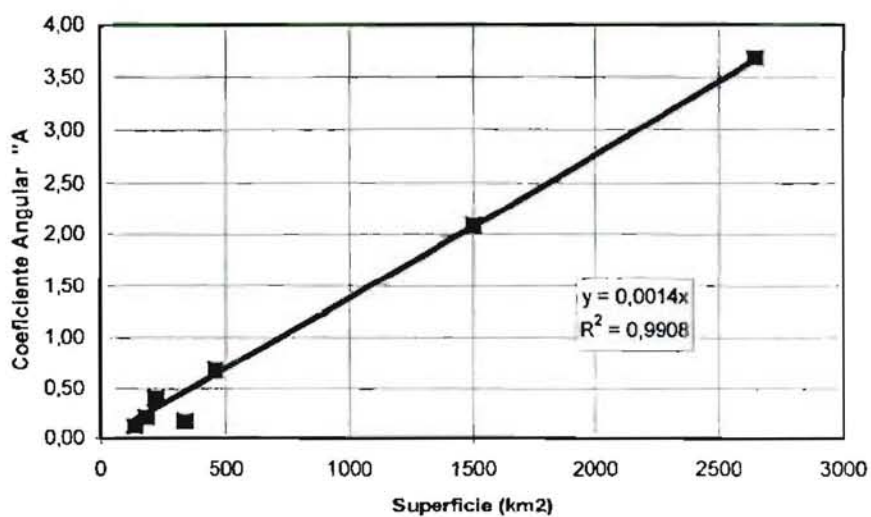


Figura 5.3-2. Coeficiente libre "B" en función del volumen medio anual de precipitaciones

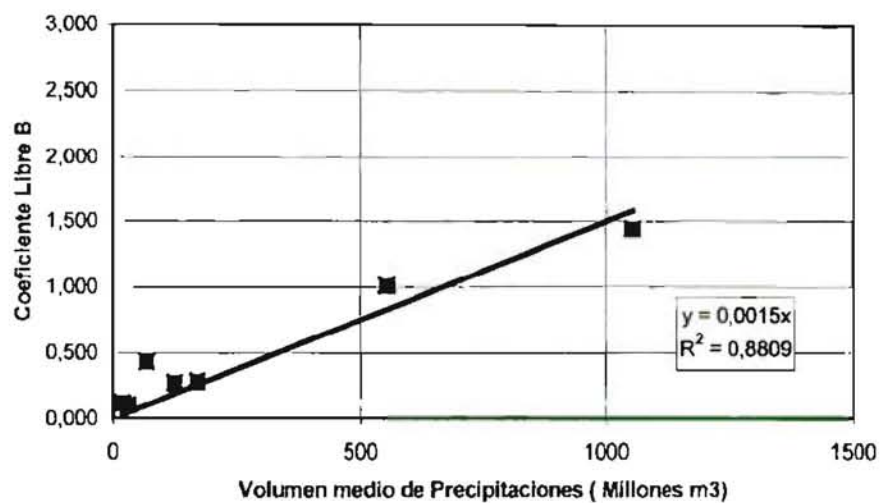
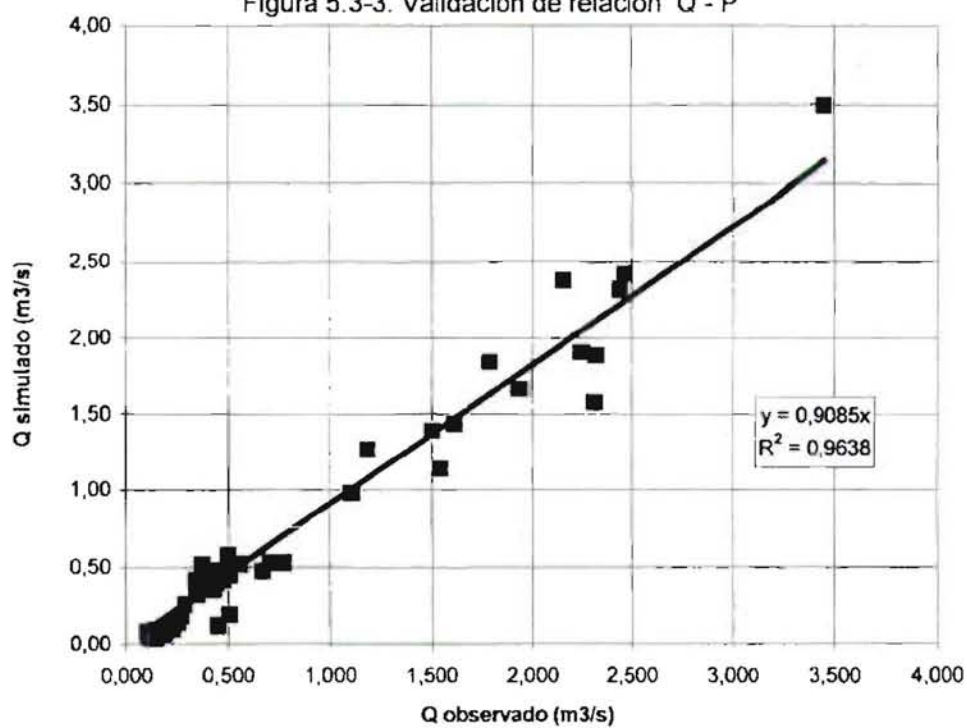


Figura 5.3-3. Validación de relación Q - P



5.3.3 Estadística fluviométricas generadas en cuencas sin control

Una vez definidas las 16 subcuencas en el área de estudio, y conocidas las respectivas secciones de salidas y aforos realizados, se determinó para cada subcuenca el método de generación de caudales más apropiado. La ubicación de las secciones de salida de las subcuencas y los aforos realizados aparecen indicados en las dos láminas del plano 5.1-1. Existen casos en que algunas subcuencas se encuentran comprendidas íntegramente dentro de otras subcuencas, tales como la N°1 que se encuentra dentro de la N°2 y ésta, a su vez, en la N°5; la N°6 y la N°7 están dentro de la N°8; y la N°15 está dentro de la N°16.

Los métodos utilizados para la generación de caudales fueron los siguientes:

Método 1: se supone válida estadística fluviométrica existente por cercanía a sección de interés, ubicada en el mismo cauce.

Método 2: se transpone por unidad de superficie y precipitación, la estadística de caudales medios mensuales de estación fluviométrica cercana, ubicada en el mismo cauce que la sección de interés. La precipitación es la media anual caída en la cuenca, asociada a una probabilidad 50%.

Método 3: se genera estadística de caudales medios anuales considerando la relación Q-P y una estación pluviométrica vecina, y luego se distribuyen mensualmente en función de la distribución de los caudales en una estación fluviométrica vecina. Al emplear la estadística pluviométrica base, se deben corregir las lluvias anuales de ésta, multiplicándolas por un factor igual al cociente entre las precipitaciones anuales 50% de la cuenca de interés y la de la estación pluviométrica base.

En el Cuadro 5.3-2 se presenta el detalle de la metodología adoptada para cada cuenca.

En tanto, las estadísticas generadas de caudales medios mensuales para las 16 cuencas sin control fluviométrico seleccionadas, se presentan en el Anexo H.

El caudal medio anual calculado sobre la base de la estadística de caudales generados para este estudio, se muestra en el Cuadro 5.3-3

Como se expuso en el punto 2.3, los caudales obtenidos tienen incorporadas las extracciones de los pueblos indígenas presentes en la zona, por lo que corresponden a los caudales disponibles en la salida de cada subcuenca del análisis.

Cuadro 5.3-2. Método de generación de caudales en subcuencas con usos ancestrales

Nº	Cuenca	Método (*)	Área (km ²)	P 50% (mm)	Estación Pluv. Base	P 50% (mm)	Estación Fluv. Base	Área (km ²)	P 50% (mm)
1	Caracarani en Humapalca	1	336	376	-	-	Caracarani en Humapalca	336	376
2	Lluta en Alcérreca	1	1.501	347	-	-	Lluta en Alcérreca	1.501	347
3	Confl. Putani-Coipacoipani	3	301	347	Visvin	256	Caquena en Nacimiento	182	303
4	Caquena en Anantacollo	2	1.020	349	-	-	Caquena en Nacimiento	182	303
5	Lluta en Socoroma	2	2.402	304	-	-	Lluta en Alcérreca	1.501	347
6	Lauca en Misitune	2	677	283	-	-	Lauca en Japu (Reg. Nat.)	2.648	264
7	Chusiavida en Lauca	2	331	298	-	-	Lauca en Japu (Reg. Nat.)	2.648	264
8	Lauca en Cerro Pucará	1	2.648	264	-	-	Lauca en Japu (Reg. Nat.)	2.648	264
9	Tignamar en Pachami	3	909	124	Belén	102	Lluta en Alcérreca	1.501	347
10	Todos los Santos en Chinchillani	3	310	141	Pumire	86	Collacagua en Peñablanca	692	94
11	Sitani en Pisiga	3	1.086	170	Chilcaya	273	Collacagua en Peñablanca	692	94
12	Cariquima en Pisiga Baquedano	3	838	150	Chilcaya	273	Collacagua en Peñablanca	692	94
13	Confl. De Aroma y Macurquima	3	588	182	Cancosa	143	Collacagua en Peñablanca	692	94
14	Confl. Ocacucho y Socaya	3	1.019	101	Cancosa	143	Collacagua en Peñablanca	692	94
15	Collacagua en Chaquina	2-3	231	115	Collacagua	115	Piga en Collacagua	136	115
16	Aporte Salar del Huasco	2-3	1.718	97	Collacagua	115	Collacagua en Peñablanca	692	94

(*) 1: Estadística Fluvimétrica igual a estadística de Estación Fluvimétrica Base

2: Transposición de caudales por unidad de superficie y precipitación

3: Relación Q-P anual y distribución mensual de caudales en función de estadística fluvimétrica base

Cuadro 5.3-3. Caudales medios anuales determinados para cada subcuenca

Subcuenca	Nombre	Caudal medio anual (m ³ /s)
1	Caracarani en Humapalca	0,332
2	Lluta en Alcérreca	1,785
3	Confluencia Putani y Coipacoipani	0,343
4	Caquena en Anantacollo	3,145
5	Lluta en Socoroma	2,503
6	Lauca en Misitune	0,803
7	Chusiavida en Lauca	0,424
8	Lauca en Cerro Pucará	2,929
9	Tignamar en Pachami	0,402
10	Todos los Santos en Chinchillani	0,135
11	Sitani en Pisiga	0,584
12	Cariquima en Pisiga Baquedano	0,398
13	Confluencia de Aroma y Macurquima	0,387
14	Confluencia Ocacucho y Socaya	0,372
15	Collacagua en Chaquina	0,118
16	Aporte Salar del Huasco	0,526

5.3.4 Disponibilidad de recursos hídricos

Para la determinación de la disponibilidad de recursos hídricos en cada una de las cuencas estudiadas, se estimó la escurrimiento total de cada cuenca (superficial y subterránea), a partir del balance hídrico sobre la misma.

Adicionalmente, se dispone de las estimaciones de la escurrimiento superficial generada en los capítulos precedentes, en la forma de caudales medios mensuales de escurrimiento superficial estimados a partir de tres métodos alternativos: relación precipitación escurrimiento, estadística fluviométrica en las cuencas con control y transposición de caudales entre cuencas similares. Como esta información no considera el balance hídrico sobre cada cuenca, puede estar afectada a errores por omisión de variables importantes, además de que tampoco considera la escurrimiento subterránea asociada a cada subcuenca.

En la estimación de la disponibilidad de agua superficial, se consideraron dos situaciones diferentes. La primera corresponde a una situación promedio, asociada a una probabilidad de excedencia del 50%, y la segunda a una situación de escasez de recursos, que corresponde a una probabilidad de excedencia del 85%. Para tal efecto se realizó el análisis de frecuencia a la estadística de caudales generados por subcuenca. Los caudales medios mensuales para cada subcuenca para una probabilidad de excedencia del 50% y 85 %, se presentan en los Cuadros 5.3-4 y 5.3-5.

**Cuadro 5.3-4. Caudal medio mensual a la salida de cada subcuenca.
Probabilidad de excedencia 50%**

Subcuenca	Caudal medio mensual [l/s]											
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1	213.1	217.3	272.1	445.3	455.0	422.5	303.7	299.3	309.2	346.1	332.5	253.3
2	1056.7	1084.3	1288.9	2442.9	3147.7	2296.2	1511.6	1361.2	1460.1	1411.5	1351.8	1144.2
3	295.0	304.7	337.2	473.6	343.7	359.6	294.3	375.9	263.7	273.8	304.9	299.2
4	2710.8	2841.6	3074.3	4097.0	3192.6	3311.2	2900.8	3579.8	2648.2	2700.3	3005.5	2832.2
5	1480.8	1519.4	1806.1	3423.2	4410.9	3217.7	2118.2	1907.5	2046.0	1977.9	1894.3	1603.4
6	651.3	665.4	736.1	855.9	1084.0	1051.9	702.5	729.1	776.5	761.8	823.2	700.4
7	334.5	346.3	378.4	438.1	551.0	545.8	357.8	379.7	393.8	387.0	408.8	365.2
8	2378.4	2428.1	2685.8	3123.2	3955.8	3838.2	2563.4	2660.7	2761.0	2712.8	3003.8	2555.6
9	236.6	240.0	281.7	580.8	697.0	508.2	340.0	296.3	318.2	312.5	297.4	257.4
10	144.8	107.3	82.3	107.6	123.1	103.4	102.4	119.7	193.3	154.5	184.2	131.1
11	631.1	486.6	361.5	457.2	544.5	448.9	449.9	536.6	869.5	673.9	837.3	580.0
12	429.6	331.4	244.2	317.1	370.8	305.6	308.6	365.3	584.3	477.2	570.1	394.8
13	412.0	312.2	232.3	290.4	352.6	289.0	290.6	339.4	548.3	437.1	524.5	372.2
14	396.2	300.3	223.1	281.0	339.2	277.5	280.2	326.7	525.7	419.7	504.5	358.8
15	88.9	98.3	72.5	73.0	86.7	77.9	87.1	110.1	133.3	138.9	140.5	125.9
16	561.4	430.9	315.8	394.1	480.9	392.9	396.5	462.5	790.8	598.4	763.4	506.5

**Cuadro 5.3-5. Caudal medio mensual a la salida de cada subcuenca.
Probabilidad de excedencia 85%**

Subcuenca	Caudal medio mensual [l/s]											
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1	199.2	174.8	187.8	292.9	216.1	269.8	252.5	268.3	276.7	301.5	276.9	228.0
2	958.8	954.2	1067.9	1255.1	1492.2	1431.5	1180.5	1244.6	1340.0	1274.7	1188.4	1066.4
3	217.5	234.7	248.8	290.6	231.5	251.9	180.0	158.4	188.9	206.4	231.5	235.7
4	2324.3	2694.2	2541.5	3313.7	2541.5	2806.6	741.7	1495.8	1846.1	2014.5	2498.2	2578.4
5	1343.6	1337.1	1496.5	1758.8	2091.0	2006.0	1654.2	1744.1	1877.7	1786.2	1665.3	1494.4
6	541.8	550.0	571.1	771.9	729.0	979.0	603.0	623.8	643.9	638.8	593.5	574.4
7	278.1	284.2	293.3	395.5	354.6	492.6	310.6	323.0	331.7	329.6	308.7	296.6
8	1980.7	2006.4	2083.5	2816.6	2660.3	3572.3	2200.3	2276.7	2345.6	2327.5	2165.6	2095.8
9	189.2	185.0	211.4	246.2	323.3	299.3	232.1	242.1	259.5	253.0	233.5	208.2
10	100.0	78.4	62.3	74.3	87.8	76.1	77.1	89.6	142.0	113.8	127.5	98.4
11	455.2	335.4	282.4	345.3	402.7	344.2	354.1	418.2	650.4	500.3	574.5	457.1
12	309.9	228.4	192.2	220.8	274.3	234.4	240.8	284.9	444.2	336.6	391.2	311.0
13	265.8	212.6	167.5	199.5	235.6	200.9	206.4	240.6	383.7	304.6	329.0	263.3
14	255.6	204.5	157.7	188.5	226.7	196.2	202.6	234.2	367.7	296.2	316.5	259.4
15	61.2	60.7	49.3	45.1	53.4	48.0	53.7	76.1	82.2	85.7	86.7	77.6
16	379.3	278.7	227.5	284.4	359.5	282.3	285.2	332.5	521.8	418.0	493.6	356.0

Para plantear el balance hídrico se consideró lo siguiente:

Ecuación de Balance Hídrico por Cuenca:

$$P = E_T + ETR + EV + S$$

Donde:

P = precipitación
 E_T = escorrentía total = $E_{SD} + E_{SB}$
 E_{SD} = escorrentía superficial directa
 E_{SB} = escorrentía subterránea
 ETR = evapotranspiración
 EV = evaporación
 S = variación del almacenamiento

Para largos períodos de tiempo, se puede establecer que la variación de almacenamiento en cada cuenca y para ciclos hidrológicos completos es cero, ya que en promedio tienden a compensarse en forma natural años hidrológicos con excedentes hídricos con años deficitarios. Por otro lado, la escorrentía superficial directa es igual a la escorrentía determinada en los puntos con control fluviométrico o escorrentía observada o registrada para una cuenca en régimen natural más las extracciones artificiales, esto es:

$$E_{SD} = Q_{FLUV} + \text{Extracciones}$$

En todo caso, lo que se determinó mediante este modelo de balances en cada cuenca es la escorrentía total, la que podrá ser desagregada según los valores determinados para la escorrentía superficial, pudiéndose derivar un valor para la escorrentía subterránea. En el punto 5.6 se efectúa una comparación entre la oferta de aguas y las demandas existentes en cada cuenca.

Para evaluar cada término de la ecuación de balance se considera lo siguiente:

La precipitación (P), se calcula a partir de las estadísticas pluviométricas y curvas isoyetas, estableciéndose un valor ponderado sobre cada cuenca. La evapotranspiración (ETR), es evaluada considerando zonas de cultivos, bofedales y superficies con vegetación natural. La evaporación (EV) es estimada para la superficie libre de los cuerpos de agua en cada zona. Más detalles sobre estas estimaciones se entregan en el capítulo 5.4 siguiente.

En el Anexo M se entregan para cada cuenca los resultados del modelo de balance para cada mes y para cada componente de la ecuación junto con los parámetros correspondientes que sustentan cada cálculo. Los valores mensuales determinados corresponden a valores medios o tipo 50%. Se muestra la escorrentía

total determinada, tanto en (l/s) como (mm/mes), y los valores de la escorrentía superficial, a modo de comparación y para desagregar la escorrentía subterránea.

En el cuadro 5.3-6 se entrega un resumen con los valores de la escorrentía total para cada cuenca y cada mes. En dicho Cuadro puede apreciarse que el método del balance entrega valores cero de escorrentía cuando las demandas evapotranspirativas superan a la precipitación en cada mes, lo cual es correcto. En cambio, si no se considera un balance de cuenca, se tiende a distribuir los caudales en forma más pareja dentro del año y a sobrestimar la escorrentía en los meses de estiaje.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que es posible que para algunos meses, parte de la escorrentía señalada en el Cuadro 5.3-6 se distribuya en los siguientes meses debido a los flujos de retardo subsuperficiales y subterráneos. Sin embargo como medida de la escorrentía media anual, el considerar un balance de cuenca es más confiable.

Cuadro 5.3-6 Resumen de Escorrentía Generada por Balances Hídricos

Nombre Cuenca	ESCORRENTÍA TOTAL (l/s)														E _{SD}
	Nº	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Media	Método.1
Rio Caracani en Humapalca	1	0	0	0	7.099	3.235	1.066	0	0	0	0	0	0	950	322
Lluta en Alcérreca	2	0	0	0	24.732	12.922	0	0	0	0	0	0	0	3.138	1.630
Confluencia de Rios Putani y Coipacoipani	3	0	0	226	6.057	4.081	1.928	0	0	0	0	0	0	1.024	327
Caquena en Anantacollo	4	0	0	2.076	22.020	15.839	7781	0	0	0	0	0	0	3.976	3.075
Lluta en Socoroma	5	0	0	0	28.235	16.399	0	0	0	0	0	0	0	3.720	3.075
Lauca en Mitsune	6	0	0	0	10.143	5.615	481	0	0	0	0	0	0	1.353	795
Chusiavida en Lauca	7	0	0	0	6.868	4.689	1.006	0	0	0	0	0	0	1.047	407
Rio Lauca en Cerro Pucará (Japu)	8	0	0	0	34.734	21.108	0	0	0	0	0	0	0	4.653	2.889
Rio Tignamar en Pachami	9	0	0	0	2.550	0	0	0	0	0	0	0	0	212	364
Todos los Santos en Chinchillani	10	0	0	0	1.155	1.332	0	0	0	0	0	0	0	207	129
Sitani en Pisiga	11	0	0	0	619	0	0	0	0	0	0	0	0	52	573
Cariquima en Pisiga Baquedano	12	0	0	0	1.947	0	0	0	0	0	0	0	0	162	392
Rios Aroma y Macurquima	13	0	0	0	1.018	0	0	0	0	0	0	0	0	85	367
Rio Ocacucho y Socaya	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	353
Collacagua en Chaquina	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
Salar del Huasco	16	0	0	0	7.063	1.200	0	0	0	0	0	0	0	689	508

5.4 DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS

Las demandas de recursos hídricos, en cada una de las cuencas definidas se calculan considerando: la evapotranspiración de los bofedales y la evaporación de lagunas como demandas naturales, y, los requerimientos de riego de las áreas cultivadas, los consumos humano y animal, estos últimos correspondientes a demandas por usos.

5.4.1 Bofedales

Para la estimación de las demandas desde los bofedales, se calcularon las superficies de los bofedales existentes en cada subcuenca, con las que se calculó la demanda por efecto de la evapotranspiración. Para establecer la evaporación de los bofedales de las subcuencas 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8 se utilizó la información corregida de la estación Parinacota; en el caso de las subcuencas 10 a 16 se usó la información corregida de evaporaciones de la estación Collacagua. En la subcuenca N° 9 no se identificaron bofedales. Las estadísticas de Evaporación de las estaciones Parinacota y Collacagua se adjuntan en el Anexo I.

Para corregir la información de meses en los que se obtuvo información incompleta se usó el siguiente criterio. Para los datos con 1 a 10 días con información, se consideró que el dato correspondía a 5 días; para aquellos datos con 11 a 20 días con información, se consideró que correspondía a 15 días; para los datos con más de 20 días con información, 25 días. Se compararon los valores mensuales corregidos (promedio) de ambas estaciones con los publicados en el Balance Hídrico de Chile (DGA, 1987), observándose tendencias similares.

Para evaluar la evapotranspiración desde los bofedales se utilizaron los valores medios mensuales de las estaciones base, los que fueron ponderados por el coeficiente del evaporímetro, el coeficiente de cultivo y el área considerada. En este caso, el evaporímetro utilizado corresponde a un modelo Clase A del U.S. Weather Bureau, por lo que corresponde un factor igual a 0,60. Por lo tanto, la evaporación real se expresa por la siguiente relación:

$$EV_{real} = 0,60 * EV_{estación} \text{ (mm/día)}$$

Para determinar el coeficiente del evaporímetro se emplearon las tablas incluidas en "Las Necesidades de Agua de los Cultivos" (FAO, 1977) considerando un viento moderado¹, una humedad relativa media y sin cubierta verde a barlovento en las estaciones de medición de la evaporación.

Para la determinación del coeficiente de los bofedales hay que tener presente lo siguiente: los bofedales son prados turbosos, compuestos principalmente

1 De acuerdo a "Evaluación del Potencial de Energía Eólica en Chile, Informe Final", CORFO, 1993, en la estación de Parinacota los vientos medios mensuales oscilan en el rango 2.5 a 3.3 m/s

por plantas de la familia Juncaceae, a menudo de crecimiento compacto o en cojín, que se encuentran en áreas pantanosas del altiplano y la puna. Las Juncaceae, o juncos de agua, presentan almohadillas bien convexas dando al bofedal una superficie ondulada. De acuerdo con el Cuadro 31 de la Publicación FAO N°24 de 1990, los valores de Kc para plantas acuáticas el tipo mencionado (juncos o familia juncaceae) son los siguientes:

PLANTA:	CLIMA HÚMEDO		CLIMA SECO	
	Vientos débiles a moderados	Vientos Fuertes	Vientos débiles a moderados	Vientos Fuertes
	2 – 5 m/s	5 - 8 m/s	2 – 5 m/s	5 - 8 m/s
Agua estancada	0.9	0.9	0.95	1.0
Suelos húmedos	0.7	0.7	0.8	0.85
Superficie de agua libre	1.1	1.15	1.15	1.2

Fuente: Cuadro 31 FAO 24, 1990.

En el sector de estudio los vientos serían moderados con baja humedad del aire (clima seco) y las zonas de bofedales corresponden a humedales propiamente tales, es decir, son sectores planos de aguas detenidas o de baja circulación, alimentadas superficial o subsuperficialmente, por lo que correspondería considerar un coeficiente Kc de 0,95. Para las mismas condiciones, la evaporación desde el agua libre presente en los bofedales sería de 1,15.

Suponiendo que un tercio del bofedal está cubierto por la vegetación y dos tercios son agua libre, el coeficiente Kc equivalente para el bofedal sería:

$$K_{cb} = (1/3) \cdot 0.95 + (2/3) \cdot 1.15 = 1.08 \approx 1.1$$

Finalmente, se tiene que:

$$ET_{\text{bofedales}} = K_c \cdot EV_{\text{real}} \quad (\text{mm/día})$$

$$ET_{\text{bofedales}} = 1,1 \cdot 0,6 \cdot EV_{\text{estación}} \quad (\text{mm/día})$$

5.4.2 Praderas

Para el caso de las praderas o suelos naturales en los ambientes altiplánico, mezo-altiplánico y en la vertiente occidental de la precordillera, los valores del Kc equivalente variarían entre 0,4 y 0,6. El primero de ellos para las zonas más altas (altiplano; por ejemplo, Pisiga, Collacahua, Huasco, etc.), y el segundo, para las zonas más bajas correspondientes a la vertiente poniente de la precordillera (por ejemplo, Aroma, Lluta, Tignamar).

Se determinó la superficie correspondiente a praderas en cada una de las subcuencas, para, de esta manera, evaluar la evapotranspiración desde ellas. Se utilizó los valores medios mensuales de la estación base para la evaluación de la evapotranspiración, y se ponderaron por el coeficiente del evaporímetro, el área correspondiente a praderas y el coeficiente K_c determinado para cada subcuenca (en el Anexo M se detallan las superficies consideradas para cada subcuenca y los valores considerados para K_c).

$$EV_{\text{praderas}} = K_c \cdot 0,60 \cdot EV_{\text{estación}} \cdot A_{\text{praderas}} \quad (\text{mm/día/m}^2)$$

5.4.3 Lagunas

Para estimar las pérdidas por evaporación de las lagunas, se calculó las áreas correspondientes a las lagunas existentes en cada subcuenca, las que permitieron calcular la demanda por efecto de la evaporación de las superficies libres. Para establecer la evaporación de las lagunas existentes de las subcuencas 1, 6 y 8 se utilizó la información corregida de la estación Parinacota. El resto de las subcuencas no presenta lagunas.

Para evaluar la evaporación desde las lagunas se utilizaron los valores medios mensuales de la estación base, los que fueron ponderados por el coeficiente del evaporímetro (el cual como ya se expuso, es igual a 0,6), el coeficiente K_c asociado a una superficie libre (1,15) y el área superficial de la laguna

$$EV_{\text{real}} = 1,15 \cdot 0,60 \cdot EV_{\text{estación}} \cdot A_{\text{lagunas}} \quad (\text{mm/día/m}^2)$$

5.4.4 Áreas cultivadas

Las áreas cultivadas dentro de las subcuencas consideradas se remiten a los sectores precordilleranos próximos a Putre (subcuenca 5) y Tignamar y Belén (subcuenca 9), además de los sectores altiplánicos de Isluga (subcuenca 11) y Casusalla (subcuenca 12). El resto de las subcuencas no presentaba áreas de cultivos relevantes.

De acuerdo con la información obtenida en terreno para este estudio, en las zonas de Tignamar y Belén en agosto se siembra principalmente alfalfa y orégano, mientras que la cosecha se efectúa en mayo; por su parte, en Putre los cultivos corresponden en un 90% a alfalfa.

En Isluga y Casusalla el principal cultivo es la quínoa, seguido por la papa, aunque en una proporción mucho menor.

La demanda de agua por parte de los cultivos está determinada por la relación:

$$ET_{\text{cultivo}} = k_{\text{cultivo}} \cdot k_{\text{evaporímetro}} \cdot EV_{\text{estación}} \quad (\text{mm/día})$$

Los coeficientes medios de los cultivos considerados son los indicados en el Cuadro 5.4- 1.

Cuadro 5.4-1. Coeficientes medios de cultivo

Cultivo	k_c
Alfalfa	0,85
Orégano	0,75
Quínoa	0,40
Papa	0,80

5.4.5 Agua potable

Para la demanda de agua destinada a consumo humano, se consideró una demanda de 100 l/hab/día, acorde con las normas de agua potable rural. Si bien en general no existen servicios dependientes de la empresa de agua potable regional ESSAT S.A., cada poblado permanente cuenta con un servicio artesanal de agua potable, consistente en tomas construidas por los mismos usuarios en algunas vertientes o cauces, lo que avala la hipótesis de trabajo enunciada.

La población se estimó considerando los resultados del Censo de 1992 (Chile. División Político Administrativa 1995, INE, 1995), cuyos datos se entregan por comuna y por distrito censal, y las proyecciones de población en las comunas correspondientes para el año 2000 (Chile. Estimación de Población por Sexo, Regiones, Provincias, Comunas 1990-2005; INE, 1996). En algunos casos las subcuencas no coinciden con los distritos censales, por lo que se debió asignar parte de la población a una subcuenca y el resto a la otra. Un caso especial es el de la subcuenca 4, (Río Caquena en Anantacollo) cuya superficie considera una parte importante en territorio boliviano, es decir, fuera de la zona censada por el INE. En esa zona existen algunos asentamientos humanos (estancias Conani, Echeraqui, Khala Saraya, Junitawe, etc.) a los que se asignó una población de 80 habitantes. Lo mismo ocurre en el caso de la subcuenca 1, que tiene una extensa zona en territorio peruano, en la que se encuentran los poblados de Culco, Uncalluta y Paucarany, entre otros.

5.4.6 Bebida para ganado

En el caso de la demanda de agua para ganado, se debe considerar que su movilidad impide un cálculo preciso de demanda en un punto fijo, o inclusive en un cierto cauce. Sin embargo, al realizar el cálculo por subcuenca este problema desaparece, pues la investigación desarrollada en terreno en las comunas de Colchane y Pica permite delimitar las áreas de influencia de los poblados permanentes, en las que se efectúa el pastoreo. En general, estas áreas resultan comprendidas íntegramente dentro de las subcuencas.

Existen datos precisos para las subcuencas ubicadas en las comunas de Colchane y Pica, donde se contabilizaron 1.840 habitantes y 22.982 animales. Para estimar el número de animales de pastoreo en las subcuencas ubicadas en las comunas de General Lagos y Putre, se estableció un promedio de animales por habitante, que alcanza a 12,49; esta cantidad no se aplicó a las subcuencas precordilleranas (5 y 9). Los antecedentes sobre el ganado en las comunas de Colchane y Pica asociado a los distintos pueblos y sus familias se muestran en el Anexo J.

Los llamos y alpacos consumen, de acuerdo a la disponibilidad de agua, entre 0 y 60 l/día pudiendo transcurrir una semana completa sin ingerir agua. Considerando que este ganado debe recorrer distancias considerables para trasladarse desde un campo de pastoreo a otro, se ha supuesto un consumo de 40 l/día por animal.

Como se puede apreciar en los cuadros siguientes, las demandas debidas a necesidades de agua para bebida, tanto animal como humana, son despreciables frente a las debidas a los bofedales y a la evaporación desde lagunas. Del mismo modo, las demandas de agua para riego son relativamente pequeñas en las cuatro subcuencas en que existen cultivos de consideración, con la excepción de la subcuenca 9 (Río Tignamar en Pachami), ya que en ésta no existen bofedales.

5.5 DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA

En la Sección 2.5 del estudio se entregaron los antecedentes recopilados sobre los derechos de aprovechamiento de agua constituidos, en tramite, regularizados y en tramite de regularización tanto superficiales como subterráneos.

Con el objeto de contrastar la disponibilidad, con las demandas del recurso hídrico y los derechos de aprovechamiento de agua, estos últimos se agruparon para cada una de las 16 subcuencas definidas, de modo de determinar el caudal total asociado a los derechos en cada una de ellas. El detalle de los antecedentes de los derechos de aprovechamiento de agua establecidos para cada una de las 16 subcuencas del estudio se entrega en el Anexo K.

Para todos los casos, la información presentada está actualizada a diciembre de 1998.

5.6 DEMANDAS, DISPONIBILIDAD Y DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA POR SUBCUENCA

A partir de las estimaciones anteriores, en esta Sección se presenta, para cada cuenca definida, las demandas del recurso hídrico por concepto de bofedales, cultivos, agua potable, bebida de animales y pérdidas por evaporación desde lagunas, el resumen de los derechos de aprovechamiento de agua y la disponibilidad de recursos de aguas superficiales, según ambos enfoques.

La disponibilidad fue estimada como escorrentía total a partir del balance hídrico sobre cada cuenca, estando implícita y ya descontada la evaporación y evapotranspiración natural de cada cuenca, siendo correcto comparar las disponibilidades sólo con las extracciones artificiales de cada cuenca.

En el anexo M se presentan los antecedentes completos de los balances, los cuales se presentan a continuación en forma resumida.

5.6.1 Río Caracarani en Humapalca (Subcuenca 1)

Los pueblos cabeceras al interior de la subcuenca 1 son: Chislluma, Tacora y Humapalca y los caseríos: Challapujo, Uchusuma, Ayro Chileno, Achacollo, Ancarao, Pamputa, Pochoni y Viluyo.

5.6.1.1 Disponibilidad de recursos (l/s)

Los recursos disponibles se presentan el Cuadro 5.6-1.

Cuadro 5.6-1. Recursos disponibles, río Caracarani en Humapalca (l/s)

Escorrentia Total método Balances

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Media
0	0	0	7.099	3.235	1.066	0	0	0	0	0	0	950

5.6.1.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen zonas de cultivo relevantes.

b) Agua Potable

La proyección de población del distrito censal de Tacora indica un total de 60 habitantes para el año 2000, a los que corresponde un caudal demandado de 0,07 l/s. Se estima que en territorio peruano podría existir una población de 150 habitantes. Por lo tanto, el caudal demandado total es de 0,24 l/s

c) Bebida de Animales

De acuerdo a las hipótesis de trabajo, se estimó un total de 749 animales de pastoreo en esta subcuenca, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 0,35 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total debida a los aspectos anteriores se presenta en el Cuadro 5.6-2. Además se incluye la demanda natural de lagunas, bofedales y praderas. Para la demanda natural se consideró una superficie de lagunas de 19,58 km² y una de bofedales de 26,78 km². Los bofedales considerados incluyen los de Queñucota, Challapujo, Achacollo.

Cuadro 5.6-2. Demanda total río Caracarani en Humapalca (l/s)

Item	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Agua Potable	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Bebida animales	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Dda. Artificial Total Subcuenca N° 1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Evap. Lagunas	913	909	763	793	782	684	739	686	659	611	728	759
Evapot. Bofedales	1.194	1.190	999	1.037	1.023	895	967	897	862	799	952	993
Evapot. Praderas	7.046	7.018	5.891	6.120	6.032	5.282	5.705	5.294	5.085	4.713	5.615	5.860
Dda. Natural Total Subcuenca N° 1	9.154	9.117	7.652	7.951	7.837	6.861	7.411	6.877	6.606	6.123	7.295	7.612
Demanda Total Subcuenca N°1	9.155	9.118	7.653	7.952	7.838	6.862	7.412	6.878	6.607	6.124	7.296	7.613

5.6.1.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En la subcuenca N° 1 existen derechos de aprovechamiento de agua superficial regularizados y en trámite de regularización, los cuales se presentan en el Cuadro 5.6-3. No hay derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos, ni solicitudes en trámite, ni tampoco antecedentes sobre derechos de aprovechamiento de agua subterránea.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en el los Cuadros del Anexo C.

Cuadro 5.6-3. Derechos de Aprovechamiento de Agua Superficial
río Caracarani en Humapalca

CLASE	USUARIO	DERECHOS			CAUDAL (l/s)	FUENTE
		TIPO	EJERCICIO	Nº		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	5	46,3	VERTIENTES: PUSUMA, CHUSUMA, PIA PUJO, TIÑA, UTAJAVIRA
	COMUNIDAD INDIGENA CHISLLUMA	CONS	PERM Y CONT	4	275,2	RIO CHISLLUMA; VERTS.: AMAÑOONE, CULCO, JARAÑCUCHO
	FAMILIAS USUARIOS DE TACORA	CONS	PERM Y CONT	6	60,4	VERTS.: ACHAPUJO, ANCOLACANE, CAICHIGUA, CATILPUJO, CHALLAPUJO, TACORA
	HUMAPLACA Y OTROS	CONS	PERM Y CONT	2	9,3	VERTS. CIRCUITA Y VILUYO
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	1	8,0	VETS. UNTUPUJO
TOTAL SUBCUENCA				18	399,2	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.2 Río Lluta en Alcérreca (Subcuenca 2)

En la subcuenca N° 2 los pueblos de cabecera presentes son: Ancolacane, Colpitas y Coronel Alcérreca, y los caseríos Aymara más relevantes son: Jaipullo, Chuquiananta, Titire, Hospicio, Cascavillani, Papajune, Chapuma y Ancoma.

5.6.2.1 Disponibilidad de recursos (l/s)

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-4.

Cuadro 5.6-4. Recursos disponibles, Río Lluta en Alcérreca (l/s)

Escurrimiento Total método Balances

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Media
0	0	0	24732	12922	0	0	0	0	0	0	0	3138

5.6.2.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen zonas de cultivo relevantes.

b) Agua Potable

La proyección de población del distrito censal Coronel Alcérreca indica un total de 189 habitantes para el año 2000, a los que corresponde un caudal demandado de 0,22 l/s.

c) Bebida de Animales

De acuerdo a las hipótesis de trabajo, se estimó un total de 2.361 animales de pastoreo en esta subcuenca, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 1,09 l/s.

d) Demanda total (l/s)

Las demandas totales, artificiales y naturales, se presenta en el Cuadro 5.6-5. Para la demanda natural se consideró una superficie de lagunas de 19,58 km² y una de bofedales de 42,7 km². Los bofedales considerados incluyen el de Japocota.

Cuadro 5.6-5. Demandas río Lluta en Alcérreca (l/s)

Item	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Agua Potable	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Bebida Animales	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Dda. Artificial total Subcuenca N° 2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Evap. Lagunas	1.043	1.032	1.034	828	773	793	856	859	794	831	895	940
Evapot. Bofedales	2.176	2.154	2.156	1.728	1.612	1.654	1.785	1.791	1.655	1.733	1.867	1.961
Evapot. Praderas	39.993	39.580	39.633	31.759	29.630	30.405	32.800	32.913	30.423	31.844	34.315	36.044
Dda. Natural total Subcuenca N° 2	43.212	42.766	42.823	34.316	32.015	32.853	35.440	35.562	32.872	34.407	37.077	38.945
Demanda total Subcuenca N°2	43.213	42.767	42.824	34.317	32.016	32.854	35.441	35.563	32.873	34.408	37.078	38.946

5.6.2.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de agua superficial constituidos, derechos de agua superficial regularizados, solicitudes de derechos de agua superficial en trámite y regularización de derechos de agua superficial en trámite, los que se presenta en el Cuadro 5.6-6. No hay antecedentes sobre derechos de agua subterránea.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos 2.5-1, Derechos de Aprovechamiento de Agua I Región, y en los Cuadros del Anexo C.

Cuadro 5.6-6. Derechos de aprovechamiento de agua superficial, río Lluta en Alcérreca (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	AGRUP. DE FAMILIAS DE CHUQUIANANTA	CONS	PERM Y CONT	3	98,2	QUEB. ARANTA; RÍO CHUQUIANANTA; VTE. CHUQUIANANTA
	COM. IND. DE ANCOLACANE	CONS	PERM Y CONT	1	61,3	RÍO ANCOLACANE
	HUMAPALCA Y OTROS	CONS	PERM Y CONT	1	4,4	VTE. CARUMA
	COMUNIDAD INDÍGENA DE COLPITAS	CONS	PERM Y CONT	5	82,9	VTE.: CASTILLUMA CHICA, CASTILLUMA GRANDE, COPATANKA, COPATANKA, HAYLLA PUCHO, CHORAJE ABAJO
	FMLIAS. USUARIAS DE CHAPUMA	CONS	PERM Y CONT	1	169,0	VTE. JALSURI
	AGRUP. FAMILIAR DE CASCAYILLANI	CONS	PERM Y CONT	1	35,1	VTE. PUJTIRE
SOLICITUDES DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	JORGE M. QUELCA FLORES (ANCOLACANE)	CONS	PERM Y CONT	1	35,0	RÍO ANCOLACANE
	LOCALIDAD DE COLPITAS	CONS	PERM Y CONT	1	35,0	VERT. COTAPALCA
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	5	13,5	VERTS.: CHAPUMA, PATAPATILLA, PATILLA DOS, PATILLA UNO, TITIRE LAGUNA
DERECHOS DE AGUA CONSTITUIDOS	FERROCARRIL ARICA - LA PAZ	CONS	PERM Y CONT	1	39,0	QUEB. TELESCHUÑO
Subcuenca N° 1				18	399,2	
Total Subcuenca 2				38	972,6	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.3 Confluencia de ríos Putani y Coipacoipani (Subcuenca 3)

Visviri es el pueblo cabecera ubicado en la subcuenca N° 3. Los caseríos asociados son Ancomarca, Challasena y Chapaco.

5.6.3.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-7.

Cuadro 5.6-7. Recursos disponibles, confluencia Putani y Coipacoipani (l/s)

Escorrentía Total método Balances

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Media
0	0	226	6057	4081	1928	0	0	0	0	0	0	1024

5.6.3.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen zonas de cultivo relevantes.

b) Agua Potable

La proyección de población del distrito censal Visviri indica un total de 469 habitantes para el año 2000, a los que corresponde un caudal demandado de 0,54 l/s.

c) Bebida de Animales

De acuerdo a las hipótesis de trabajo, se estimó un total de 5.858 animales de pastoreo en esta subcuenca, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 2,71 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-8. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 15,3 km². Los bofedales considerados incluyen los de Pucarani, Queullere, Chapaco y Putani.

Cuadro 5.6-8. Demandas, confluencia Putani y Coipacoipani (l/s)

Item	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Agua Potable	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bebida Animales	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Dda. Artificial total Subcuenca N° 3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	683	681	571	593	585	512	553	513	493	457	545	568
Evapot. Praderas	5.792	5.768	4.842	5.030	4.958	4.341	4.689	4.351	4.180	3.874	4.615	4.816
Dda. Natural total Subcuenca N° 3	6.475	6.449	5.413	5.624	5.543	4.853	5.242	4.865	4.673	4.331	5.160	5.384
Demanda total Subcuenca N°3	6.478	6.452	5.416	5.627	5.546	4.856	5.245	4.868	4.673	4.334	5.163	5.387

5.6.3.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de aprovechamiento de agua superficial regularizados y en trámite de regularización. En el Cuadro 5.6-9, se muestra un resumen de tales antecedentes. No hay antecedentes sobre derechos de aprovechamiento de agua subterránea.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros del Anexo C.

Cuadro 5.6-9. Derechos De Agua Superficial, Confluencia Putani Y Coipacoipani (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	COMUNIDAD INDÍGENA DE PUTANI	CONS	PERM Y CONT	1	191,5	RIO PUTANI
	COMUNIDAD INDÍGENA DE VISIRI	CONS	PERM Y CONT	1	63,8	RIO PUTANI
	AGRUPACIÓN FAMILIAR DE CHAPOCO	CONS	PERM Y CONT	3	33,4	VTES : CICUNI, HUMAPUJO, TULANQUIRA
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	7	87,5	CANALES CHALLAGUE, CHIRIHUNTO, MILLIPUJO; ESTEROS TAIPIC Y CUCHILLUNE; VTES. JACHAUCCO Y SURE
Total Subcuenca 3				12	376,2	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.4 Río Caquena en Anantacollo (Subcuenca 4)

Los pueblos cabeceras emplazados en la subcuenca N° 4 son: Guacollo, Chujlluta y Caquena y los caseríos presentes Ancopujo y Nasahuento.

5.6.4.1 Disponibilidad de recursos:

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-10.

Cuadro 5.6-10. Recursos disponibles río Caquena en Anantacollo

Escorrentía Total método Balances

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Media
0	0	2.076	22.020	15.839	7.781	0	0	0	0	0	0	3.976

5.6.4.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen zonas de cultivo relevantes.

b) Agua Potable

La proyección de población de los distritos censales Nasahuento y Caquena indica un total de 372 habitantes para el año 2000, más 80 habitantes en territorio boliviano, a los que corresponde un caudal demandado de 0,52 l/s.

c) Bebida de Animales

De acuerdo a las hipótesis de trabajo, se estimó un total de 5.646 animales de pastoreo en esta subcuenca, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 2,61 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-11. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 73,3 km². Los bofedales

considerados incluyen los de Lagunas Cotapampa, Niquela, Pacharaque, Umapalca, Casa Rosada, Pablo Jiguata, Japucucho, Cotapampa, Parinacota, Ungalliri, Lagunilla, Upaje, Jaillabe, Apachetacucho y Colpitas.

Cuadro 5.6-11. Demandas, río Caquena en Anantacolli (l/s)

Item	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Agua Potable	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bebida Animales	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Dda.Artificial Total Subcuenca N° 4	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	3.270	3.257	2.733	2.840	2.799	2.451	2.647	2.457	2.360	2.187	2.606	2.719
Evapot. Praderas	19.193	19.115	16.044	16.670	16.431	14.386	15.539	14.420	13.852	12.838	15.295	15.960
Dda.Artificial Total Subcuenca N° 4	22.462	22.372	18.778	19.510	19.230	16.836	18.186	16.876	16.211	15.025	17.900	18.679
Demanda total Subcuenca N°4	22.465	22.375	18.781	19.513	19.233	16.839	18.189	16.879	16.214	15.028	17.903	18.682

5.6.4.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de aprovechamiento de agua superficial regularizados y solicitudes en tramite, los que se presenta en el 5.6-12. No hay antecedentes sobre derechos de aprovechamiento de agua subterránea.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros del Anexo C.

Cuadro 5.6-12. Derechos de aprovechamiento de agua superficial, Río Caquena en Anantacolli (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	JUNTA DE VECINOS N° 6 DE GUACOYO	CONS	PERM Y CONT	3	109,2	RIO CAQUENA, VTE. POJO JAVINA Y OTRA
	JUNTA VECINAL N° 6 CAQUENA	CONS	PERM Y CONT	2	2650,0	RIO CAQUENA Y RIO COLUPACAGUA
	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	1	77,9	RIO CAMANA
SOLICITUDES DE DERECHOS DE AGUA	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	2	85,0	RIO CAQUENA, VET. PUJO JAVERA
Total Subcuenca 4				8	2922,0	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.5 Río Lluta en Socoroma (Subcuenca 5)

En la subcuenca N° 5 están presente los pueblos cabeceras de Putre y Socoroma y como caseríos Huayllas, Taipicagua y Japani.

5.6.5.1 Disponibilidad de recursos:

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-13.

Cuadro 5.6-13. Recursos Disponible, río Lluta en Socoroma (l/s)

Escorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	28.235	16.399	0	0	0	0	0	0	0	3.720

5.6.5.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

En esta subcuenca se determinó un área cultivada de 970,91 há en las inmediaciones de Putre más 112 há en Socoroma. De acuerdo a la información obtenida en terreno, el 90% de esa superficie corresponde a alfalfa. Como hipótesis de trabajo, se ha considerado que el resto del área cultivada corresponde a orégano. La siembra se realiza en Agosto y la cosecha en Mayo.

La demanda de agua por este concepto se presenta en el Cuadro 5.6-14.

Cuadro 5.6-14. Demanda de cultivos, río Lluta en Socoroma (l/s)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
413,6	423,0	409,9	328,5	336,3	314,5	350,5	340,4	0,0	0,0	354,9	385,2

b) Agua Potable

La proyección de población del distrito censal Putre indica un total de 1.465 habitantes para el año 2000, a los que corresponde un caudal demandado de 1,83 l/s.

c) Bebida de Animales

No se considera este factor por tratarse de una zona eminentemente agrícola.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-15. Para la demanda natural se consideró una superficie de lagunas de 19,58 km² y una de bofedales de 42,7 km². Los bofedales considerados incluyen los de Iscajoco y Patapatani.

Cuadro 5.6-15. Demandas río Lluta en Socoroma (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cultivos	413,6	423,0	409,9	328,5	336,3	314,	350,5	340,4	0,0	0,0	354,9	385,2
Agua Potable	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Dda. Artificial total ubcuenca N° 5	415,4	424,8	411,7	330,3	338,1	315,8	352,3	342,2	1,8	1,8	356,7	387,0
Evap. Lagunas	1.043	1.032	1.034	828	773	793	856	859	794	831	895	940
Evapot. Bofedales	2.176	2.154	2.156	1.728	1.612	1.654	1.785	1.791	1.655	1.733	1.867	1.961
Evapot. Praderas	53.948	53.391	53.462	42.841	39.969	41.015	44.245	44.398	41.039	42.955	46.289	48.621
Dda.natural Total Subcuenca N° 5	57.167	56.577	56.653	45.398	42.354	43.463	46.886	47.047	43.488	45.518	49.051	51.522
Demanda total Subcuenca N°5	57.582	57.002	57.065	45.728	42.692	43.779	47.238	47.389	43.490	45.520	49.408	51.909

Las demandas de la subcuenca N° 1 ya están consideradas en las demandas de la subcuenca N° 2.

5.6.5.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de aprovechamiento de agua superficial regularizados, solicitudes en trámite, derechos constituidos y derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite de regularización, los cuales se presentan en el Cuadro 5.6-16. No hay antecedentes de derechos de aprovechamiento de agua subterránea.

Cuadro 5.6-16. Derechos de agua superficial, río Lluta en Socoroma (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	19 COMUNIDADES DE AGUA CANAL *	CONS	PERM Y ALT	19	835,0	QUEB S ARONA - MANCARUMA, PUTRE, SOCOROMA, SURUNCHE, ANCOMACHE, ARAQUALLANE, CHICACAGUA, LLANCOMA, PERQUELLEQUE, CUBISMAY
	USUARIOS DE PUTRE	CONS	PERM Y CONT	1	19,4	VTE. PERQUELLEQUE
SOLICITUDES DE DERECHOS DE AGUA	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	2	41,8	RIO ACHUNCAGUA, VERT. TAFICAHUA
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	3	303,8	RIO OXA, VTE. PLACIDA, VTE. TERMAS DE JURASE Y SAN ISIDRO
Subcuenca N° 1				18	399,2	
Subcuenca N° 2				20	573,4	
Total Subcuenca 5				63	2172,6	

Actualización: Diciembre 1998.

* El derecho señalado especifica cantidad de acciones y horas de riego, asignando al derecho el caudal total del cauce natural medido en el minuto de su asignación. Los detalles de cada uno se entregan en el Anexo K.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros del Anexo C y Anexo K.

5.6.6 Río Lauca en Mitsune (Subcuenca 6)

En la subcuenca N° 6, Parinacota es el pueblo cabecera presente y los Caseríos en esta subcuenca son: Challuane, Chuvire, Saluyo, Copapujo, Chapurpujo, Chingani, Chucuyo, Acharrancho, Pocayo, Choquelimpie. Mitsune.

5.6.6.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-17.

Cuadro 5.6-17. Recursos disponibles, río Lauca en Mitsune (l/s)

Escorrentia Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	10.143	5.615	481	0	0	0	0	0	0	1.353

5.6.6.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen áreas de cultivo relevantes en la subcuenca.

b) Agua Potable

La proyección de población de los distritos censales Lauca y Parinacota indica un total de 290 habitantes para el año 2000, de los cuales se ha descontado 40 habitantes asignados a las subcuencas 7 y 8, a los que corresponde un caudal demandado de 0,29 l/s.

c) Bebida de Animales

De acuerdo a las hipótesis de trabajo, se estimó un total de 3.123 animales de pastoreo en esta subcuenca, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 1,45 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-18. Para la demanda natural se consideró una superficie de lagunas de 50,0 km² y una de bofedales de 14,71 km². Los bofedales considerados incluyen los de Lequepalca, Misitume, Lauca y Queneta.

Cuadro 5.6-18. Demandas río Lauca en Misitume (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Agua Potable	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Bebida Animales	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Dda.artificial Total Subcuenca N° 6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Evap. Lagunas	2.331	2.322	1.949	2.025	1.996	1.748	1.888	1.752	1.683	1.559	1.858	1.939
Evapot. Bofedales	656	653	548	570	562	492	531	493	474	439	523	546
Evapot. Praderas	14.896	14.836	12.452	12.938	12.752	11.165	12.060	11.192	10.751	9.964	11.871	12.387
Dda.natural Total Subcuenca N° 6	17.883	17.811	14.950	15.533	15.310	13.404	14.479	13.436	12.907	11.962	14.251	14.871
Demanda total Subcuenca N°6	17.885	17.813	14.952	15.535	15.312	13.406	14.481	13.438	12.909	11.964	14.253	14.873

5.6.6.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de agua superficial constituidos y derechos de agua superficial regularizados, los que se presentan en el Cuadro 5.6-19. Además existen derechos de agua subterránea constituidos y derechos de agua subterránea en trámite, los que se presentan en el Cuadro Cuadro 5.6-20. Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y K.

Cuadro 5.6-19. Derechos de aprovechamiento de agua superficial, río Lauca en Misitume (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	COMUNIDAD INDÍGENA DE PARINACOTA Y CHUCUYO	CONS	PERM Y CONT	54	486,5	VTE ANCOVINTO, CABECERA SINJAVIRA, COPAPUJO, CHACARPUJO, CHUMRE CHICO Y GRANDE, FLORENTINA, JALSURE, PACUNCUCHO 1 Y 2, PAMPA, PAJOCO, PUCARAVINTO, TANGARA, TOLACOLLO, TUNCAPUJUNE 1 Y 2, UNGARILLE 1 Y 2, ALTARANE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, ANCOCHAULENE 1 Y 2, NEGRO JIGUATA 1 Y 2, CONDORIRE 1 Y 2, JAPUCUCHO, 1, 2, 4, 5, CODO DE VILUYO, CHINCACAHUA MARCAPA, CHUNGARILLA 1 Y 2, GUACUYO ALTO Y BAJO, TULDENE 1, 2 Y 3, UMANTIA, PACROCO 1 Y 2, UNTUPUJO CHICO Y GRANDE
	COMUNIDAD INDÍGENA DE GUALLATIRE	CONS	PERM Y CONT	2	11,0	VTE MISITUME Y AGUAS CALIENTES
DERECHOS DE AGUA CONSTITUIDOS	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	1	1133,0	RÍO LAUCA
Total Subcuenca 6				57	1630,5	

Actualización: Diciembre 1998.

Cuadro 5.6-20. Derechos de aprovechamiento de agua subterránea, río Lauca en Misitune l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
SOLICITUDES DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	7	342,0	POZOS 4,5,9,10,7,8,Y 6
DERECHOS DE AGUA CONSTITUIDOS	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	3	68,0	POZOS
Total Subcuenca 6				10	410,0	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.7 Río Chusiavida en Lauca (Subcuenca 7)

El pueblo Aymara más relevante presente en esta subcuenca es: Guallatire y los caseríos asociados a él son: Churiaque, Trancani, Ancuta, Viluvio, Viscachane, Ancollacane.

5.6.7.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-21.

Cuadro 5.6-21. Recursos disponibles, río Chusiavida en Lauca

Escorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	6.868	4.689	1.006	0	0	0	0	0	0	1.047

5.6.7.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen áreas de cultivo relevantes en la subcuenca.

b) Agua Potable

Se consideró, en el área de la subcuenca un total de 25 habitantes para el año 2000, incluidos en el distrito censal Lauca, a los que corresponde un caudal demandado de 0,03 l/s.

c) Bebida de Animales

De acuerdo a las hipótesis de trabajo, se estimó un total de 312 animales de pastoreo en esta subcuenca, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 0,14 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-22. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 5,2 km². Los bofedales considerados incluyen los de Amparmalla, Trapiche, Churiguaya, Ancuta, Chosjavira, Amparmalla, Chincane, Antacollo Grande, Antacollo Chico y Guallatiri.

Cuadro 5.6-22. Demandas río Chusiavida en Lauca (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Bebida Animales y agua potable	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Dda.artificial Total Subcuenca N° 7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	231	231	194	201	198	174	187	174	167	155	184	192
Evapot. Praderas	6.605	6.579	5.522	5.737	5.655	4.951	5.348	4.963	4.767	4.418	5.264	5.493
Dda.natural Total Subcuenca N° 7	6.837	6.809	5.715	5.938	5.853	5.124	5.535	5.137	4.934	4.573	5.448	5.685
Demanda total Subcuenca N° 7	6.837	6.809	5.715	5.938	5.853	5.124	5.535	5.137	4.934	4.573	5.448	5.685

5.6.7.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen solamente derechos de agua superficiales regularizados, los que se presentan en el Cuadro 5.6-23. No hay antecedentes de derechos de agua subterránea.

Cuadro 5.6-23. Derechos de aprovechamiento de aguas superficiales, río Chusiavida en Lauca (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	COMUNIDAD INDÍGENA DE GUALLATIRI	CONS	PERM Y CONT	7	586,9	RIO GUALLATIRI, JUCHOS JUAGUIRA, VTES. AMPARMAYA, ANTACOLL CHICO Y GRANDE, PACOCHUTA, SORA SORANE
Total Subcuenca 7				7	586,9	

Actualización: Diciembre 1998.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

5.6.8 Río Lauca en Cerro Pucará (Subcuenca 8)

Los caseríos Aymara más relevantes presentes en esta subcuenca son: Visalla, Challaviento, Lauca, Ungallire, Japu y Paquiza.

5.6.8.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-24.

Cuadro 5.6-24. Recursos disponibles, río Lauca en Cerro Pucará (l/s)

Escorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	34.734	21.108	0	0	0	0	0	0	0	4.653

5.6.8.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen áreas de cultivo relevantes en la subcuenca.

b) Agua Potable

Se consideró, en el área de la subcuenca un total de 15 habitantes para el año 2000, incluidos en el distrito censal Lauca, a los que corresponde un caudal demandado de 0,02 l/s.

c) Bebida de Animales

De acuerdo a las hipótesis de trabajo, se estimó un total de 187 animales de pastoreo en esta subcuenca, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 0,09 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-25. Para la demanda natural se consideró una superficie de lagunas de 50,0 km² y una de bofedales de 34,4 km². Los bofedales considerados incluyen los de Chivatambo, Japu, Paquita y Castellana.

Cuadro 5.6-25. Demandas Río Lauca en Cerro Pucará (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Agua potable, Bebida Animales	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Dda.artificial Total Subcuenca N° 8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Evap. Lagunas	2.664	2.636	2.640	2.115	1.974	2.025	2.185	2.192	2.026	2.121	2.286	2.401
Evapot. Bofedales	1.753	1.735	1.737	1.392	1.299	1.333	1.438	1.443	1.334	1.396	1.504	1.580
Evapot. Praderas	71.262	70.526	70.620	56.591	52.796	54.178	58.445	58.647	54.210	56.741	61.144	64.225
Dda.natural Total Subcuenca N°8	75.679	74.898	74.998	60.098	56.068	57.536	60.068	62.282	57.570	60.258	64.934	68.206
Demanda total Subcuenca N°8	75.679	74.898	74.998	60.098	56.068	57.536	60.068	62.282	57.570	60.258	64.934	68.206

5.6.8.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de agua superficiales regularizados y derechos de agua superficial constituidos los que se presentan en el Cuadro 5.6-26. Los derechos de agua subterráneos de esta subcuenca son los asociados a la subcuenca 6, los que se presentaron en el Cuadro 5.6-20.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

Cuadro 5.6-26. Derechos de agua superficial, Río Lauca en Cerro Pucará (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	COMUNIDAD INDÍGENA DE GUALLATIRE	CONS	PERMY CONT	6	297,7	VTES. BOTIJANE, CULLCO, TAIPUMA, JAPU, PAQUIZA Y UNGARILLE
	COMUNIDAD INDÍGENA DE TIGNAMAR	CONS	PERMY CONT	2	2,1	VTES. CARDUNIRE, CATANAVE
Subcuenca N° 6				57	1630,5	
Subcuenca N° 7				7	586,9	
Total Subcuenca 8				72	2517,2	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.9 Río Tignamar en Pachami (Subcuenca 9)

Los pueblos cabeceras de la subcuenca 9 son: Zapahuira, Chusmiza, Chapiquiña, Murmuntane, Pachama, Belén Lupica, Saxamar y Tignamar y los caseríos presentes son: Epispacha, Copaquilla, Sancuvilque, Oxa, Chucariña, Capitana.

5.6.9.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-27.

Cuadro 5.6-27. Recursos disponibles, río Tignamar en Pachami (l/s)

Escurrimiento Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	2.550	0	0	0	0	0	0	0	0	212

5.6.9.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

En esta subcuenca se determinó un área total cultivada de 748 há en 12 sectores, de los cuales los más importantes son Belén, Tignamar Nuevo y Socoroma. De acuerdo a la información obtenida en terreno, el 90% de esa superficie corresponde a alfalfa, Como hipótesis de trabajo, se ha considerado que el resto del área cultivada corresponde a orégano. La siembra se realiza en agosto y la cosecha en mayo.

La demanda de agua por este concepto se presenta en el Cuadro 5.6-28.

Cuadro 5.6-28. Demanda de cultivos, río Tignamar en Pachami (l/s)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
250,1	257,4	209,0	217,2	234,9	187,4	209,2	187,9	0,0	0,0	199,3	214,9

b) Agua Potable

La proyección de población de los distritos censales Tignamar y Belén indica un total de 454 habitantes para el año 2000, a los que corresponde un caudal demandado de 0,53 l/s.

c) Bebida de Animales

No se considera este factor por tratarse de una zona eminentemente agrícola.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-29. Para la demanda natural, no se identificaron lagunas ni bofedales en esta subcuenca.

Cuadro 5.6-29. Demandas río Tiganamar en Pachami (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cultivos	250,1	257,4	209,0	217,2	234,9	187,4	209,2	187,9	0,0	0,0	199,3	214,9
Agua Potable	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Dda.artificial Total Subcuenca N° 9	250,6	257,9	209,5	217,7	235,4	187,9	209,7	188,4	0,5	0,5	199,8	215,4
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Praderas	18.277	18.203	15.279	15.874	15.647	13.699	14.797	13.732	13.191	12.225	14.565	15.198
Dda.natural Total Subcuenca N° 9	18.277	18.203	15.279	15.874	15.647	13.699	14.797	13.732	13.191	12.225	14.565	15.198
Demanda total Subcuenca N°9	18.528	18.461	15.489	16.092	15.882	13.887	15.007	13.920	13.192	12.226	14.765	15.413

5.6.9.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos, regularizados, solicitudes en trámite y solicitudes en trámite de regularización, los que se presentan en el Cuadro 5.6-30. No hay antecedentes sobre derechos de aprovechamiento de agua subterránea.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

Cuadro 5.6-30. Derechos de agua superficial, río Tignamar en Pachami (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	AROMA - MURMUNTANI	CONS	PERM Y CONT	1	2,4	CANAL AROMA DEL RIO AROMA
	COMUNIDAD INDÍGENA DE TIGNAMAR	CONS	PERM Y CONT	3	8,5	RIOS TIMALCHACA, TIGNAMAR Y VTE. TUMAYA
	CANALISTAS DE ZAPAHUIRA	CONS	PERM Y CONT	1	2,3	RIO ZAPAHUIRA
	COMUNIDAD INDÍGENA DE CHUZMIZA	CONS	PERM Y CONT	1	0,1	VTE. CHUZMIZA
	COMUNIDAD INDÍGENA DE COPAQUILLA	CONS	PERM Y CONT	1	3,9	VTE. COPAQUILLA
	119 COMUNIDADES DE AGUA CANAL*	CONS	PERM Y ALT	119	816,0	RIOS COPAQUILLA, CHAPIQUIÑA, JARUMA, MOXUMA, PACHAMA, PUMANE, TIGNAMAR, SAN JOSE, CHUCURJALLA - SIRINUNE, VTE. DOS; QUEBS. ESPEJUNE, FUNDICIÓN, HUANCURE, LUPICA, MISAÑA, MURMUNTANE, OXA, SANGLA, UBINA, TUMAYA, VIRSUNE, PUTAGUA, SAXAMAR
DERECHOS DE AGUA CONSTITUIDOS	PARTICULAR	NO CONS	PERM Y CONT	1	2700,0	POTEZUELO CHAPIQUIÑA
	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	1	3,5	QUEB. COPAQUILLA
	COMUNIDAD INDÍGENA DE QUIPAQUIPANI	CONS	PERM Y CONT	1	4,7	VERTIENTE HUMALLANI - QUERO
SOLICITUDES DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	NO CONS	PERM Y CONT	1	1350,0	CENTRAL CHAPIQUIÑA
	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	1	8,0	QDA, OXA
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	4	12,0	VTES. RETAME I Y II
Total Subcuenca 9				135	4911,4	

Actualización: Diciembre 1998.

* El derecho señalado especifica cantidad de acciones y horas de riego, asignando al derecho el caudal total del cauce natural medido en el minuto de su asignación. Los detalles de cada uno se entregan en el Anexo K.

5.6.10 Río Todos los Santos en Chinchillani (Subcuenca 10)

Los pueblos cabeceras existentes en la subcuenca son: Mocomocone, Pansuta y Vilacollo. Los caseríos presentes son: Mocomocone Viejo, Chinchillane, Machajullo, Llocoma y Aguas Calientes.

5.6.10.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-31.

Cuadro 5.6-31. Recursos disponibles, río Todos Los Santos en Chinchillani (l/s)

Esorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	1.155	1.332	0	0	0	0	0	0	0	207

5.6.10.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen áreas de cultivo relevantes en esta subcuenca.

b) Agua Potable

Se consideró, en el área de la subcuenca un total de 50 habitantes para el año 2000, incluidos en el distrito censal Isluga, a los que corresponde un caudal demandado de 0,06 l/s.

c) Bebida de Animales

En esta subcuenca se contabilizó un total de 318 animales de pastoreo, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 0,15 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-32. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 19,3 km².

Cuadro 5.6-32. Demandas río Todos los Santos en Chinchillani (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Agua Potable	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Bebida Animales	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Dda.artificial Total Subcuenca N° 10	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	1.132	1.202	1.225	1.006	925	1.014	984	811	652	674	780	917
Evapot. Praderas	6.201	6.585	6.715	5.515	5.067	5.559	5.392	4.443	3.572	3.693	4.274	5.024
Dda.natural Total Subcuenca N° 10	7.333	7.786	7.940	6.521	5.991	6.574	6.376	5.254	4.223	4.367	5.054	5.941
Demenda total Subcuenca N° 10	7.333	7.786	7.940	6.521	5.991	6.574	6.376	5.254	4.223	4.367	5.054	5.941

5.6.10.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen solamente derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite de regularización, los que se presentan en el Cuadro 5.6-33.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

Cuadro 5.6-33. Derechos de aprovechamiento de agua, río Todos los Santos en Chinchillani (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	2	56,0	VERT. AGUAS CALIENTES Y SENSATA
	AGRIC. DE CHULLUNCANE	CONS	PERM Y CONT	2	72,0	VERT. AGUAS CALIENTES Y VATABA
	COM IND. AYMARÁ DE PANSUTA - PAJARILLO	CONS	PERM Y CONT	2	14,0	VERT. JANCOCHULLAPE Y KATABE
Total Subcuenca 10				6	142,0	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.11 Río Sitani en Pisiga (Subcuenca 11)

Los pueblos cabeceras existentes en la subcuenca son: Alsures, Enquelga, Aravilla, Ancullo, Coraguano, Isluga, Sitani Viejo, Casablanca, Central Sitani, Colchane, Escapiña, Pisiga – Chile, Cotasaya, Pisiga Centro, Pisiga Choque, Mauque.

Los caseríos presentes son: Paserijo, Ancocollo, Iscauta, Taipicollo, Choje, Casquire, Chapicollo, Chillacalco, Pansuta, Llanquipa, Sillara, A Siquiri, Portillo Arabia, Cararani, Viloque, Coipuma, Lliacho, Tumabe, Toja, Queriza, Lirpu, Cariguano, Llunquire, Taipiguano, Sojalla, Chulluncane.

5.6.11.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-34.

Cuadro 5.6-34. Recursos disponibles, río Sitani en Pisiga (l/s)

Escorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	619	0	0	0	0	0	0	0	0	52

5.6.11.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

En esta subcuenca se determinó un área total cultivada de 1.577 há en 6 sectores, de los cuales el más importante es Isluga. De acuerdo a la información obtenida en terreno, la mayor parte de esa superficie corresponde a quínoa. Como hipótesis de trabajo, se ha considerado que el resto del área cultivada corresponde a papa, en proporción 1:4. La siembra se realiza en agosto y la cosecha en diciembre.

La demanda de agua por este concepto se presenta en el Cuadro 5.6-36.

Cuadro 5.6-36. Demanda de cultivos, río Sitani en Pisiga (l/s)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
396,0	434,5	428,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	272,9	331,5

b) Agua Potable

La proyección de población del distrito censal Isluga indica un total de 1.220 habitantes para el año 2000, de los que 50 han sido asignados a la subcuenca 10, a los que corresponde un caudal demandado de 1,35 l/s.

c) Bebida de Animales

En esta subcuenca se contabilizó un total de 14.590 animales de pastoreo, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 6,76 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-37. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 25,4 km². Los bofedales considerados incluyen los de Sitany, Escapina, Upilla e Isluga.

Cuadro 5.6-37. Demandas río Sitani en Pisiga (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cultivos	396,0	434,5	428,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	272,9	331,5
Agua Potable	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Bebida Animales	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Dda. Artificial Total Subcuenca N° 11	404,2	442,7	437,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	281,1	339,7
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	1.489	1.581	1.612	1.324	1.216	1.335	1.295	1.067	858	887	1.06	1.206
Evapot. Praderas	22.288	23.667	24.135	19.821	18.210	19.982	19.381	15.969	12.837	13.275	15.361	18.058
Dda. natural Total Subcuenca N° 11	23.777	25.248	25.747	21.145	19.427	21.316	20.676	17.035	13.695	14.162	16.388	19.264
Demanda total Subcuenca N° 11	24.181	25.691	26.184	21.153	19.435	21.324	20.684	17.043	13.703	14.170	16.669	19.604

5.6.11.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos, regularizados y en trámite de regularización, los que se presentan en el Cuadro 5.6-38. No hay antecedentes sobre derechos de aprovechamiento de agua subterránea

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

Cuadro 5.6-38. Derechos de aprovechamiento de agua superficial,
río Sitani en Pisiga (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	Nº		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	COM. INDÍGENA DE CHAPILLALO	CONS	PERMY CONT	1	60,0	RÍO ARAMILLA
DERECHOS DE AGUA CONSTITUIDOS	PARTICULAR	CONS	PERMY CONT	3	34,0	VERT. AGUAS CALIENTES, CHOJA, PASUÑO
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	COMUNEROS DE ENQUELGA	CONS	PERMY CONT	2	175,	AGUAS CALIENTES, RÍO ARAMILLA Y VERT. JALSURE
	COMUNEROS DE ARAMILLA	CONS	PERMY CONT	2	225,	CANAL VIRSUNE, RÍO ARAMILLA
	AGRICULTORES DE MAUQUE Y PUCHULIZA	CONS	PERMY CONT	10	54,0	VERT. JALSURE, JAPARARA, JAPARUOYO, HUAYLLAUCAJA, PARRAJALAYA, SQUIRE, PUTCHO, ADY. A PUTCHO, CHACON HOYO, CASTILLUMA
	AGRICULTORES DEL CASERÍO DE CASQUIRE	CONS	PERMY CONT	2	60,0	QUEB DE CASQUIRE
	COMUNEROS DE CARAGUANO	CONS	PERMY CONT	1	60,0	RÍO ARAMILLA
	AGRIC. DE CHULLUNCANE	CONS	PERMY CONT	1	23,0	VERT. JAÑAMA
	PARTICULAR	CONS	PERMY CONT	17	710,	ANGOSTURA PEÑAS AMARILLAS, VIRSUNE 1, RÍO ARAMILLA, MQUJAWA, VERT CHOJE Y A. CALIENTES, JALSURE
Total Subcuenca 11				39	1.401,0	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.12 Río Cariquima en Pisiga Baquedano (Subcuenca 12)

Los pueblos cabeceras presentes en esta subcuenca son: Usiga, Casusalla, Quebe y Ancuaque y los caseríos asociados: Aguatire, Pampa –Lampa, Pacollo, Challavilque, Punjaba Chico, Punjaba Grande, Quitane, Quihuitaguano, Ancoguano, Incaguano, Condorsipita.

5.6.12.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presenta en el Cuadro 5.6-39.

Cuadro 5.6-39. Recursos disponibles, río Cariquima en Pisiga Baquedano (l/s)

Escorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	1947	0	0	0	0	0	0	0	0	162

5.6.12.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

En esta subcuenca se determinó un área total cultivada de 9,77 há en el sector de Casusalla. De acuerdo a la información obtenida en terreno, la mayor parte de esa superficie corresponde a quínoa. Como hipótesis de trabajo, se ha considerado que el resto del área cultivada corresponde a papa, en proporción 1:4. La siembra se realiza en agosto y la cosecha en diciembre.

La demanda de agua por este concepto se presenta en el Cuadro 5.6-40.

Cuadro 5.6-40. Demandas de cultivos, río Cariquima en Pisiga Baquedano (l/s)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
2,5	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	2,1

b) Agua Potable

La proyección de población del distrito censal Cariquima indica un total de 440 habitantes para el año 2000, a los que corresponde un caudal demandado de 0,51 l/s.

c) Bebida de Animales

En esta subcuenca se contabilizó un total de 1.343 animales de pastoreo, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 0,62 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-41. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 3,66 km². Los bofedales considerados incluyen los de Umina, Turuna Alto, Turuna Bajo, Coipoco, Euquere, Siso y Huanca.

Cuadro 5.6-41. Demandas río Cariquima en Pisiga Baquedano (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cultivos	2,5	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	2,1
Agua Potable	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Bebida Animales	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Dda.artificialTotal subcuenca N°12	3,6	3,8	3,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	2,8	3,2
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	215	228	232	191	175	192	187	154	124	128	148	174
Evapot. Praderas	17.795	18.897	19.270	15.826	14.540	15.954	15.475	12.750	10.250	10.599	12.265	14.418
Dda.natural Total Subcuenca N° 12	18.010	19.125	19.503	16.017	14.715	16.146	15.661	12.904	10.373	10.727	12.413	14.592
Demanda total Subcuenca N° 12	18.014	19.129	19.507	16.018	14.716	16.147	15.662	12.905	10.374	10.728	12.416	14.595

5.6.12.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de aprovechamiento de agua superficial regularizados, en trámite de regularización, los que se presentan en el Cuadro 5.6-42. No hay antecedentes sobre derechos de aprovechamiento de agua subterránea. Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

Cuadro 5.6-42. Derechos de aprovechamiento de agua, río Cariquima en Pisiga Baquedano (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA REGULARIZADOS	COM. INDÍGENA DE CHUO	CONS	PERM Y CONT	1	35,0	RÍO SISO
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	COM. IND. AYMARAS DE QUEBE	CONS	PERM Y CONT	3	10,0	VERT. JALSURE, QUEBE Y TEMPLADERO
	COMUNEROS DE ANCUAQUE	CONS	PERM Y CONT	1	60,0	RÍO ANCUAQUE
	AGRICULORES DE ANCOMINTO	CONS	PERM Y CONT	1	14,0	RÍO CARIQUIMA
	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	9	12,5	PATJA QUINUTA Y PUJO ALUJA, VTE. GUANCA, GUNACA DOS, JAPO, PUCUPUCURE, SUNASURARE, SUYAJA, TAIPE, JALAYA, TIALAJA
Total Subcuenca 12				15	131,5	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.13 Confluencia de Ríos Aroma y Macurquima (Subcuenca 13)

Los caseríos aymara más relevantes presente en esta subcuenca son: Chullumpire, Pingallure, Pichuldiza, Lupe Guaila, Lupe.

5.6.13.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-43.

Cuadro 5.6-43. Recursos disponibles, confluencia de ríos Aroma y Macurquima (l/s)

Escorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	1018	0	0	0	0	0	0	0	0	85

5.6.13.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen zonas de cultivo relevantes.

b) Agua Potable

La proyección de población del distrito censal Puchuldiza indica un total de 7 habitantes para el año 2000, a los que corresponde un caudal demandado mínimo, de 0,01 l/s.

c) Bebida de Animales

En esta subcuenca se contabilizó un total de 974 animales de pastoreo, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 0,45 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-44. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 2,97 km².

Cuadro 5.6-44. Demandas confluencia de ríos Aroma y Macurquima (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Agua Potable y Bebida Animales	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Dda.artificial Total Subcuenca N° 13	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	132	132	111	115	113	99	107	100	96	89	106	110
Evapot. Praderas	14.233	14.175	11.898	12.362	12.185	10.668	11.523	10.693	10.272	9.520	11.342	11.835
Dda.natural Total Subcuenca N° 13	14.365	14.307	12.009	12.477	12.298	10.767	11.630	10.793	10.368	9.609	11.448	11.945
Demanda total Subcuenca N° 13	14.366	14.308	12.010	12.478	12.299	10.768	11.631	10.794	10.369	9.610	11.449	11.946

5.6.13.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen solamente derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite de regularización, los que se presentan en el Cuadro 5.6-45. No hay antecedentes sobre derechos de aprovechamiento de agua subterránea.

Cuadro 5.6-45. Derechos de aprovechamiento de agua superficial, confluencia de ríos Aroma y Macurquima (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	1	250,0	
	AGRICULTORES DE MAUQUE Y PUCHULDIZA	CONS	PERM Y CONT	18	440,0	CAIDA AGUA PUCHULDIZA, VERT. ANCOCOLLO, CHARAQUE, CHUJO, CHORICOLLO, GUAYJARA, HUANCA ALAJA, HUANCURI, LUPE JUCO, JOCOROROJALAYA, MAYURE CHICO Y GRANDE, LUPE HUAYLLA, PINGAYURE, PISAJERE, PISQUIYANE, SAYOCO Y TAIPE JALOYA
Total Subcuenca 13				19	690,0	

Actualización: Diciembre 1998.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

5.6.14 Confluencia de Ríos Ocacucho y Socaya (Subcuenca 14)

El pueblo aymara más relevante presente en esta subcuenca es Cancosa.

5.6.14.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-46.

Cuadro 5.6-46. Recursos disponibles, confluencia de ríos Ocacucho y Socaya

Escorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.6.14.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen zonas de cultivo relevantes,

b) Agua Potable

La proyección de población del distrito censal Cancosa indica un total de 146 habitantes para el año 2000, a los que corresponde un caudal demandado de 0,17 l/s,

c) Bebida de Animales

En esta subcuenca se contabilizó un total de 3.430 animales de pastoreo, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 1,59 l/s,

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-47. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 9,66 km². Los bofedales considerados incluyen los de Candelaria, Chalvire Alto, Taipilupe, Chipallanta, Lupe

Grande, El Tambo, Guariguagülle, Chalviri Bajo, Canto, Hacienda Cancosa, Copa, Collacollani y Angostura.

Cuadro 5.6-47. Demandas confluencia Ocacucho y Socaya (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Agua Potable	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Bebida Animales	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Dda. Artificial Total Subcuenca N° 14	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	567	602	614	504	463	508	493	406	326	338	391	459
Evapot. Praderas	21.530	22.863	23.315	19.148	17.592	19.302	18.722	15.426	12.401	12.824	14.839	17.444
Dda.natural Total Subcuenca N° 14	22.097	23.464	23.928	19.652	18.055	19.810	19.215	15.832	12.727	13.161	15.230	17.903
Demanda total Subcuenca N° 14	22.099	23.466	23.930	19.654	18.057	19.812	19.217	15.834	12.729	13.163	15.232	17.905

5.6.14.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen derechos de aprovechamiento de agua superficial constituidos y en trámite de regularización, los que se presentan en el Cuadro 5.6-48.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

Cuadro 5.6-48. Derechos de agua, confluencia Ocacucho y Socaya (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA CONSTITUIDOS	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	2	20,0	RIO BLANCO Y DRACUELO
	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	2	12,0	VERT. CANDELARIA A, B Y C
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	COMUNIDAD DE CANCOSA	CONS	PERM Y CONT	12	220,0	VERT. ANGUANTA, CANCOSA, CANDELARIA A Y B, COPA, CHIPALLAN, GUARANGUANQUEÑA, HUALLAJA, HUJUELLA POTURGO, JALSURE, LUPE CHICO Y GRANDE, QUILACAGUA
Total Subcuenca 14				16	252,0	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.15 Río Collacagua en Chaquina (Subcuenca 15)

El pueblo aymara más relevante presente en esta subcuenca es Collacagua.

5.6.15.1 Disponibilidad de recursos

Los recursos disponibles se presentan en el Cuadro 5.6-49.

Cuadro 5.6-49. Recursos disponibles, río Collacagua en Chaquina

Escorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.6.15.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen zonas de cultivo relevantes.

b) Agua Potable

Se consideró, en el área de la subcuenca un total de 10 habitantes para el año 2000, incluidos en el distrito censal Salar del Huasco, a los que corresponde un caudal demandado de 0,01 l/s.

c) Bebida de Animales

En esta subcuenca se contabilizó un total de 763 animales de pastoreo, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 0,35 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-50. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 3,59 km². Los bofedales

considerados incluyen los de Queñoa, Porquesa, Hueilla Redonda, Chislaca, Batea, Piga Bajo, Piga Chico y Piga Alto.

Cuadro 5.6-50. Demandas río Collacagua en Chaquina (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Agua Potable	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Bebida Animales												
Dda. Artificial Total	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Subcuenca N° 15												
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	211	224	228	187	172	189	183	151	121	125	145	171
Evapot. Praderas	4.851	5.151	5.253	4.314	3.963	4.349	4.218	3.476	2.794	2.889	3.343	3.930
Dda.natural Total	5.062	5.375	5.481	4.501	4.136	4.538	4.401	3.626	2.915	3.015	3.489	4.101
Subcuenca N° 15												
Demanda total	5.062	5.375	5.481	4.501	4.136	4.538	4.401	3.626	2.915	3.015	3.489	4.101
Subcuenca N° 15												

5.6.15.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca existen solamente derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite de regularización, los que se presentan en el Cuadro 5.6-51. No hay antecedentes sobre derechos de aprovechamiento de agua subterránea.

Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

Cuadro 5.6-51. Derechos de agua, río Collacagua en Chaquina (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	AGRIC. DE COLLACAGUA	CONS	PERM Y CONT	9	258,0	RIO CHISLACA, PIGA, PIGA DOS, BATEA; VERT. CANAL BLANCO, CANAL TORCIDO 1 Y 2, HUELLA REDONDA, QUEB. PISIGA CHICA
	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	8	34,0	VERT. HUALLAREDONDA, LOS CORRALES, PORQUEZA
Total Subcuenca 15				15	292,0	

Actualización: Diciembre 1998.

5.6.16 Aporte al Salar del Huasco (Subcuenca 16)

El pueblo aymara más relevante presente en esta subcuenca es Huasco.

5.6.16.1 Disponibilidad de recursos

La disponibilidad del recurso se presenta en el Cuadro 5.6-52.

Cuadro 5.6-52. Recursos disponibles, aporte al Salar del Huasco

Escorrentía Total método Balances

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
0	0	0	7063	1200	0	0	0	0	0	0	0	689

5.6.16.2 Demanda de recursos

a) Cultivos

No existen zonas de cultivo relevantes.

b) Agua Potable

La proyección de población del distrito censal Salar del Huasco indica un total de 27 habitantes para el año 2000, de los cuales 10 han sido asignados a la subcuenca 15, a los que corresponde un caudal demandado de 0,02 l/s.

c) Bebida de Animales

En esta subcuenca se contabilizó un total de 1.564 animales de pastoreo, a los que corresponde un caudal de demanda para bebida de 0,72 l/s.

d) Demanda total (l/s)

La demanda total se presenta en el Cuadro 5.6-53. Para la demanda natural se consideró una superficie de bofedales de 5,58 km². Los bofedales considerados incluyen los de Huella Rinconada, Penjamo, Guailacagua, Guantija,

Salasalani, Llacho, Coniri, Lagunillas, Chaquina, Peña Blanca, Tojo, Guailacagua, Huasco Grande, Chullumpine, Huascolipe, Millure y Rinconada.

Cuadro 5.6-53. Demandas aporte Salar del Huasco (l/s)

Item	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Agua Potable	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Bebida Animales												
Dda. artificial Total Subcuenca N° 16	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Evap. Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evapot. Bofedales	327	348	354	291	267	293	285	235	189	195	226	265
Evapot. Praderas	36.528	38.788	39.555	32.486	29.845	32.748	31.764	26.171	21.039	21.756	25.176	29.595
Dda. natural Total Subcuenca N° 16	36.855	39.136	39.910	32.777	30.113	33.042	32.049	26.406	21.227	21.951	25.402	29.861
Demanda total Subcuenca N° 16	36.856	39.137	39.911	32.778	30.114	33.043	32.050	26.407	21.228	21.952	25.403	29.862

5.6.16.3 Derechos de aprovechamiento de agua

En esta subcuenca hay en trámite solicitudes de derechos de aprovechamiento de agua superficial y derechos de aprovechamiento de agua superficial en trámite de regularización, los que se presentan en el Cuadro 5.6-54. Además existen derechos de aprovechamiento de agua subterránea constituidos, los que se presentan en el Cuadro 5.6-55. Respecto de dicha información resumida, la información detallada se presenta en los planos Derechos de Aprovechamiento de Agua y en los Cuadros de los Anexos C y Anexo K.

Cuadro 5.6-54. Derechos de aprovechamiento de agua superficial, aporte Salar del Huasco (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
REGULARIZACIÓN DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	ASOC. IND. LAGUNA DEL HUASCO	CONS	PERM Y CONT	15	118,1	QUEB. COYACOYANI, RINCONADA, VERT BARO DEL LALO. CHULLUMPIRE, HUASCO GRANDE HUASCOLIPE 1, 2, 3, 4 Y 5, LASURE.
SOLICITUDES DE DERECHOS DE AGUA EN TRÁMITE	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	7	71,5	EST. MULLINE, VERT. 1, 2, 3, 4, 5, Y 6 AFLUENTES LAGO HUASCO
Subcuenca N° 15				15	292,0	
Total Subcuenca 16				37	461,6	

Actualización: Diciembre 1998.

Cuadro 5.6-55. Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, aporte Salar del Huasco (l/s)

Clase	Usuario	Derechos			Caudal [l/s]	Fuente
		Tipo	Ejercicio	N°		
DERECHOS DE AGUA CONSTITUIDOS	PARTICULAR	CONS	PERM Y CONT	4	140,0	POZOS
Total Subcuenca 16 *				4	140,0	

Actualización: Diciembre 1998.

* El caudal total correspondiente a derechos de aprovechamiento de agua subterránea, considera también las aguas superficiales de las hoyas de los salares Huasco, Coposa, Michincha y Alconcha y Quebrada de Mani.

5.7

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Los antecedentes fluviométricos empleados para determinar los recursos hídricos, si bien se consideran en régimen "prácticamente natural" tienen incorporadas las extracciones ubicadas agua arriba de los puntos de salida de las cuencas. Por lo tanto, los caudales determinados en cada una de las 16 subcuencas del estudio, corresponden a los caudales disponibles en cada una de ellas.

Para la subsistencia de los pueblos indígenas y de su cultura, toma especial importancia contar con los recursos hídricos suficientes para la conservación de las áreas cubiertas de bofedales, por ser ésta la principal fuente de alimentación de su ganado. Por esta razón, se requiere contar con los derechos de aprovechamiento de agua suficientes sobre los recursos hídricos superficiales de modo de salvaguardar los intereses de las comunidades indígenas.

Como recomendación general, puede señalarse que por ser la demanda de los bofedales un factor predominante en las demandas totales de las subcuencas, a excepción de la subcuenca 9, toma especial importancia la conveniencia de realizar un estudio específico sobre el coeficiente de cultivo asociado a los bofedales, de modo de cuantificar dichas demandas en forma más exacta.

Los antecedentes recopilados en cada una de las 16 subcuencas del estudio, permiten realizar un análisis general de la situación relacionada con la disponibilidad, derechos de aprovechamiento de agua y necesidades del recurso en cada una de ellas, pero dicho análisis no incorpora factores como el reuso de las aguas por efecto de su drenaje de un predio a otro, ni la eficiencia en su manejo.

A modo de resumen, en los cuadros 5.7-1 a 5.7-16 se presentan las disponibilidades determinadas por el método de balances para cada una de las subcuencas.

Cuadro 5.7-1. Resumen Balance para subcuenca N°1, Río Caracarani en Humapalca (valores en l/s.)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	580.2	2067.2	6946.2	15049.7	11071.1	7926.8	1024.6	212.2	229.0	622.1	469.8	240.0
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	913.0	909.3	763.2	793.0	781.6	684.3	739.2	685.9	658.9	610.7	727.6	759.2
Bofedales	1194.4	1189.6	998.5	1037.4	1022.5	895.3	967.0	897.4	862.0	798.9	951.8	993.2
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	7046.4	7017.9	5890.6	6120.1	6032.4	5281.6	5704.8	5294.1	5085.5	4713.3	5615.3	5859.5
Total	9153.9	9116.9	7652.3	7950.5	7836.5	6861.2	7411.0	6877.4	6606.4	6122.9	7294.7	7612.0
Esorrentia												
Total	0	0	0	7099.1	3234.6	1065.6	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-2. Resumen Balance para subcuenca N°2, Río Lluta en Alcérrecas (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	2166.7	6486.0	23793.6	59047.7	44936.7	29450.9	3679.3	663.1	1107.5	2229.1	1874.3	857.3
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	1043.2	1032.4	1033.8	828.4	772.9	793.1	855.6	858.5	793.6	830.6	895.1	940.2
Bofedales	2176.1	2153.6	2156.5	1728.1	1612.2	1654.4	1784.7	1790.9	1655.4	1732.7	1867.1	1961.2
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	39993.0	39580.1	39632.9	31759.3	29629.6	30405.5	32800.1	32913.1	30423.1	31843.6	34314.8	36043.8
Total	43212.3	42766.2	42823.2	34315.8	32014.7	32853.0	35440.4	35562.4	32872.0	34406.9	37077.0	38945.2
Esorrentía Total	0	0	0	24731.9	12922.0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-3. Resumen Balance para subcuenca N°3, Confluencia ríos Putani y Coipacoipani (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	714.9	1657.8	5638.6	11681.3	9624.1	6780.9	1151.3	230.9	152.7	494.2	703.4	276.4
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	683.3	680.5	571.2	593.5	585.0	512.2	553.2	513.4	493.1	457.1	544.5	568.2
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	5791.7	5768.3	4841.7	5030.4	4958.3	4341.1	4689.0	4351.4	4180.0	3874.0	4615.5	4816.2
Total	6475.0	6448.9	5412.9	5623.9	5543.2	4853.3	5242.2	4864.8	4673.1	4331.1	5160.0	5384.4
Esorrentía Total	0	0	225.7	6057.4	4080.9	1927.6	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-4. Resumen Balance para subcuenca N°4, Río Caquena en Anantacollo (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	1971.6	5700.3	20853.7	41529.6	35068.7	24617.6	3558.4	784.3	621.4	2177.7	2318.7	1019.8
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	3269.8	3256.5	2733.4	2839.9	2799.2	2450.8	2647.2	2456.6	2359.8	2187.1	2605.7	2719.0
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	19192.7	19115.1	16044.5	16669.8	16430.7	14385.7	15538.5	14419.8	13851.6	12837.8	15294.7	15959.9
Total	22462.5	22371.7	18777.9	19509.7	19229.9	16836.5	18185.8	16876.4	16211.4	15024.9	17900.4	18678.8
Esorrentía Total	0	0	2075.8	22019.9	15836.8	7781.1	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-5. Resumen Balance para subcuenca N°5, Río Lluta en Socoroma

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	3178.3	4657.7	25138.5	73967.8	59054.5	41985.1	5132.8	1137.2	2225.4	2635.5	3378.7	1402.6
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	1043.2	1032.4	1033.8	828.4	772.9	793.1	855.6	858.5	793.6	830.6	895.1	940.2
Bofedales	2176.1	2153.6	2156.5	1728.1	1612.2	1654.4	1784.7	1790.9	1655.4	1732.7	1867.1	1961.2
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	53948.1	53391.1	53462.2	42641.3	39968.5	41015.1	44245.3	44397.6	41038.8	42955.0	46288.5	48620.8
Total	57167.4	56577.2	56652.5	45397.6	42353.6	43462.6	46885.6	47047.0	43487.8	45518.3	49050.7	51522.2
Esorrentía Total	0	0	0	26235.4	16398.7	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-6. Resumen Balance para subcuenca N°6, Río Lauca en Misitune (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	1072.0	2520.2	8585.6	25675.8	20924.9	13885.4	1949.9	342.2	654.9	641.4	954.6	400.8
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	2331.5	2322.0	1949.0	2025.0	1995.9	1747.5	1887.6	1751.7	1682.6	1559.5	1857.9	1938.7
Bofedales	656.1	653.4	548.5	569.8	561.7	491.8	531.2	492.9	473.5	438.9	522.8	545.6
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	14895.9	14835.7	12452.5	12937.8	12752.3	11165.0	12059.8	11191.5	10750.6	9963.7	11870.6	12386.8
Total	17883.5	17811.2	14950.0	15532.6	15309.9	13404.3	14478.6	13436.1	12906.7	11962.1	14251.4	14871.1
Esorrentía Total	0	0	0	10143.1	5615.0	481.0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-7. Resumen Balance para subcuenca N°7, Río Chusiavida en Lauca (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	463.0	1062.4	4381.5	12806.3	10541.6	6130.0	788.7	109.7	295.9	397.8	456.6	176.9
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	231.5	230.5	193.5	201.1	198.2	173.5	187.4	173.9	167.1	154.8	184.5	192.5
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	6605.3	6578.6	5521.8	5737.0	5654.7	4950.9	5347.7	4962.7	4767.1	4418.2	5263.8	5492.7
Total	6836.8	6809.2	5715.3	5938.1	5852.9	5124.4	5535.1	5136.6	4934.2	4573.1	5448.3	5685.2
Escorrentía	0	0	0	6868.2	4688.7	1005.6	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	6868.2	4688.7	1005.6	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-8. Resumen Balance para subcuenca N°8, Río Lauca en cerro Pucará (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	3822.8	7870.2	33602.1	94832.1	77176.0	50348.1	6668.1	1179.4	2510.8	2769.4	3658.8	1498.9
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	2663.9	2636.4	2639.9	2115.5	1973.6	2025.3	2184.8	2192.3	2026.5	2121.1	2285.7	2400.9
Bofedales	1753.1	1735.0	1737.3	1392.2	1298.8	1332.8	1437.8	1442.8	1333.6	1395.9	1504.2	1580.0
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	71262.0	70526.3	70620.3	56590.7	52795.9	54178.3	58445.3	58646.5	54209.7	56740.9	61144.3	64225.1
Total	75679.1	74897.8	74997.5	60098.4	56068.4	57536.5	62067.9	62281.6	57569.8	60257.8	64934.2	68206.0
Escorrentía	0	0	0	34733.8	21107.6	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	34733.8	21107.6	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-9. Resumen Balance para subcuenca N°9, Río Tignamar en Pachami (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	405.3	456.4	5779.8	18645.4	14762.7	7771.1	370.0	97.2	357.0	298.7	1056.9	719.5
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	18277.0	18203.1	15278.9	15874.4	15646.8	13699.3	14797.1	13731.8	13190.7	12225.3	14565.0	15198.4
Total	18277.0	18203.1	15278.9	15874.4	15646.8	13699.3	14797.1	13731.8	13190.7	12225.3	14565.0	15198.4
Escorrentía	0	0	0	2549.7	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	2549.7	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-10. Resumen Balance para subcuenca N°10, Río Todos los Santos en Chinchillani (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	192.8	265.8	2281.8	7676.2	7322.8	3442.2	337.5	83.2	156.3	156.8	321.8	354.6
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	1131.6	1201.6	1225.3	1006.3	924.6	1014.5	984.0	810.7	651.7	674.0	779.9	916.8
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	6201.2	6584.9	6715.1	5514.9	5066.7	5559.5	5392.4	4443.0	3571.7	3693.5	4274.0	5024.3
Total	7332.7	7786.5	7940.5	6521.3	5991.3	6574.0	6376.4	5253.7	4223.4	4367.4	5053.9	5941.1
Escorrentía	0	0	0	1155.0	1331.6	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	1155.0	1331.6	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-11. Resumen Balance para subcuenca N°11, Río Sitani en Pisiga (valores l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	466.2	1816.9	5349.9	22138.8	10108.6	6066.6	1694.7	6.0	78.0	17.8	205.9	370.6
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	1498.8	1580.9	1612.2	1324.1	1216.4	1334.7	1294.6	1066.7	857.5	886.7	1026.1	1206.3
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	22287.9	23667.0	24135.0	19821.4	18210.4	19991.6	19381.2	15968.6	12837.1	13274.8	15361.4	18057.9
Total	23776.7	25248.0	25747.2	21145.4	19426.8	21316.3	20675.8	17035.3	13694.6	14161.5	16387.5	19264.2
Escorrentía	0	0	0	619.4	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	619.4	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-12. Resumen Balance para subcuenca N°12, Río Cariquima en Pisiga Baquedano (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	621.7	1092.2	3132.7	17966.7	10632.2	4497.7	942.3	0.0	239.2	285.3	68.5	547.8
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	214.7	228.0	232.5	190.9	175.4	192.5	186.7	153.8	123.7	127.9	148.0	174.0
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	17795.4	18896.6	16270.2	15826.1	14539.8	15953.9	15474.5	12749.9	10249.6	10599.0	12265.0	14418.0
Total	18010.1	19124.5	19502.7	16017.0	14715.2	16146.4	15661.2	12903.7	10373.2	10726.9	12413.0	14592.0
Escorrentía Total	0	0	0	1947.4	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-13. Resumen Balance para subcuenca N°13, Confluencia de ríos Aroma y Macurquima (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	652.6	461.6	1482.9	13494.8	10523.8	3269.5	344.9	12.7	331.8	438.7	13.2	649.6
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	132.5	131.9	110.7	115.1	113.4	99.3	107.2	99.5	95.6	88.6	105.6	110.2
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	14232.7	14175.2	11898.1	12361.8	12184.5	10668.0	11522.9	10693.3	10271.9	9520.1	11342.1	11835.3
Total	14365.2	14307.1	12008.8	12476.8	12297.9	10767.3	11630.2	10792.8	10367.5	9608.7	11447.7	11945.5
Escorrentía Total	0	0	0	1017.9	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-14. Resumen Balance para subcuenca N°14, Confluencia de ríos Ocaucho y Socaya (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	467.9	1334.1	3376.2	16240.0	13275.8	5900.9	1027.8	227.7	695.5	403.7	413.6	203.1
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	566.7	601.7	613.6	504.0	463.0	508.0	492.8	406.0	326.4	337.5	390.6	459.1
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	21530.4	22862.7	23314.7	19147.8	17591.5	19302.5	18722.5	15425.9	12400.8	12823.6	14839.3	17444.2
Total	22097.1	23464.4	23920.4	19651.7	18054.5	19810.5	19215.2	15831.9	12727.2	13161.2	15229.9	17903.3
Escorrentía Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-15. Resumen Balance para subcuenca N°15, Río Collacagua en Chaquina (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	134.3	209.3	1054.5	4406.1	3787.0	1669.1	127.7	58.2	144.1	29.3	189.7	149.2
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	210.6	223.6	228.0	187.3	172.1	188.8	183.1	150.9	121.3	125.4	145.1	170.6
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	4850.9	5151.1	5252.9	4314.1	3963.5	4349.0	4218.3	3475.5	2794.0	2889.2	3343.4	3930.3
Total	5061.5	5374.7	5480.0	4501.4	4135.5	4537.8	4401.4	3626.4	2915.3	3014.7	3488.5	4100.9
Escorrentía Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.7-16. Resumen Balance para subcuenca N°16, Aporte Salar del Huayco (l/s)

Item	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Precipitación	1455.7	2120.9	5942.4	39840.2	31312.8	11582.0	1524.0	112.8	1185.0	1029.7	325.7	1086.0
Evaporación y Evapotranspiración												
Lagunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bofedales	327.3	347.6	354.5	291.1	267.4	293.5	284.6	234.5	188.5	195.0	225.6	265.2
Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Natural	36527.9	38788.2	39555.2	32485.6	29845.3	32748.1	31764.1	26171.2	21038.9	21756.3	25176.0	29595.4
Total	36855.2	39135.8	39909.6	32776.7	30112.7	33041.5	32048.7	26405.7	21227.5	21951.2	25401.6	29860.6
Escorrentía Total	0	0	0	7063.5	1200.1	0	0	0	0	0	0	0

En relación con los resultados de los balances es necesario enfatizar lo siguiente:

Un factor importante a considerar para la interpretación de los resultados mostrados es la ocurrencia del invierno boliviano entre Enero y Febrero.

En general la escorrentía total media anual estimada por el método de balances debiera ser más precisa que las estimaciones que pudieran obtenerse por métodos tales como transposición o relación precipitación-escorrentía. Sin embargo, la distribución mensual de la escorrentía total obtenida por balances podría en la realidad ser más distribuida en el tiempo debido a que los balances son realizados en forma instantánea sin considerar los desfases naturales inducidos por flujos subsuperficiales retardados o elementos de regulación dentro de cada cuenca (acuíferos o cuerpos de agua).

Cuando las demandas evapotranspirativas superan a la precipitación en cada mes, la escorrentía debiera ser cero (salvo lo señalado en el párrafo precedente). Esto es especialmente válido para las cuencas altiplánicas endorreicas ubicadas más al sur de la región (con salares a la salida).

Además, cabe señalar que para la estimación de la escorrentía media anual total, el método de balances entrega resultados concordantes con las isolíneas de escorrentía cero, determinadas por la DGA y publicadas en el Balance Hídrico Nacional, para el caso de las subcuencas con escorrentía nula o muy baja.

CAPÍTULO 6

PROCEDIMIENTO PARA REGULARIZACIÓN DE
DERECHOS CON USOS ANCESTRALES.

PROCEDIMIENTO PARA REGULARIZACIÓN DE DERECHOS CON USOS ANCESTRALES

A partir de los antecedentes anteriores, a continuación se presenta la metodología que debiera seguirse para identificar y regularizar derechos de aguas con usos ancestrales en el área de estudio. Para facilitar el procedimiento, se ha elaborado un punteo de la secuencia en que debería realizarse el procedimiento, indicando en cada caso la ubicación de los antecedentes dentro del estudio.

a) Identificación de los Recursos

La primera actividad necesaria para regularizar nuevos recursos usados en forma ancestral por las comunidades indígenas, consiste en identificar aquellas fuentes utilizadas que pudieran ser regularizadas. Para ello, el punto de captación de los recursos podrá ser ubicada en la cartografía correspondiente del estudio, o en las cartas correspondientes 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar.

Para facilitar la ubicación del punto exacto, podrá ser conveniente identificar en terreno el punto exacto mediante un posicionador satelital tipo GPS.

b) Determinación de los derechos existentes

Una vez identificado el punto y la fuente correspondiente, convendrá revisar la información de derechos de aguas, tanto regularizados como los que se encuentran en trámite, para determinar si legalmente esos recursos han sido previamente solicitados, ya sea total o parcialmente.

La información detallada de derechos de agua, por tipo de recurso y división administrativa, se presenta en el anexo C.

c) Determinación de los recursos disponibles

A continuación, deberá examinarse la información para estimar los recursos totales disponibles.

Para ello, deberá verificarse el punto de captación, determinando en cual de las 16 cuencas identificadas en el Capítulo 5 y la cartografía correspondiente se encuentra el punto de captación estudiado.

Una vez identificada la cuenca, del capítulo 5 y del Anexo M podrá obtenerse la información completa de las características de la cuenca en cuanto a escurrimiento total, demandas y salidas naturales. Como en general el punto identificado

no estará en la sección de salida de la cuenca definida, deberá realizarse una estimación de los recursos disponibles en el punto. En forma simplificada, ello podrá hacerse mediante trasposición directa del área de la cuenca total y la subcuenca que aporte al punto de salida, para el caso de aguas superficiales.

En el caso de aguas subterráneas, especialmente afloramientos de vertientes, bastará determinar si existen derechos previos.

d) Antecedentes técnicos para la solicitud

Si los resultados obtenidos en los pasos previos resultan positivos, es decir, si se concluye que existen recursos disponibles no regularizados ni solicitados, y que es su magnitud es de interés para su regularización, deberá realizarse la solicitud formal de regularización de dichos derechos.

Para ello, deberá elaborar un informe técnico que avale la solicitud, extrayendo los antecedentes técnicos desde el presente estudio.

Dentro de los antecedentes técnicos, podrá extraerse directamente del presente estudio la información hidrológica y de balances. Adicionalmente, será conveniente examinar la información de aforos realizados como parte del estudio, que se presentan en los anexos B.2 y G. En caso de que los aforos sean en puntos apropiados, podrían ser utilizados directamente en vez de requerirse realizar aforos especiales adicionales. Por último, se encontrará disponible para apoyar la presentación todos los antecedentes cartográficos elaborados.

e) Presentación y tramitación

Una vez elaborado el informe, el último paso será la presentación de la solicitud respectiva.

Alternativamente, dicha solicitud podrá realizarse como una petición al juzgado de letras correspondiente, o como una solicitud a la Dirección General de Aguas.

Al respecto, debe recordarse lo indicado en el análisis jurídico, respecto de las especiales condiciones en que puede realizarse dicha solicitud en virtud de lo dispuesto en la ley de CONADI.

En cuanto al apoyo técnico para dichos fines, tanto Conadi como la DGA podrán entregar los antecedentes adicionales necesarios.

CAPÍTULO 7

INFORME LEGAL DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE LAS COMUNIDADES INDÍGENAS

7 INFORME LEGAL DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE LAS COMUNIDADES INDIGENAS.

7.1 INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años, el legislador se ha preocupado de proteger el recurso agua que han utilizado ancestralmente las comunidades indígenas establecidas en la parte alta de los territorios que comprenden las Regiones de Tarapacá y de Antofagasta.

Es así, como el artículo 1º de la Ley N° 19.145, publicada en el Diario Oficial de 25 de Junio de 1992, agregó como inciso 3º del artículo 58 del Código de Aguas, la siguiente norma: "No se podrán efectuar exploraciones en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten áreas de vegas y de los llamados bofedales en las Regiones de Tarapacá y de Antofagasta, sino con autorización fundada de la Dirección General de Aguas, la que previamente deberá identificar y delimitar dichas zonas".

Por su parte, el artículo de la citada Ley adicionó como inciso 2º del artículo 63 del Código de Aguas, la disposición que a continuación se transcribe: "Las zonas que correspondan a acuíferos que alimenten vegas y los llamados bofedales de las Regiones de Tarapacá y de Antofagasta se entenderán prohibidas para mayores extracciones que las autorizadas, así como para nuevas explotaciones, sin necesidad de declaración expresa. La Dirección General de Aguas deberá previamente identificar y delimitar dichas zonas".

Posteriormente, se dictó la Ley N° 19.253, publicada en el Diario Oficial de 5 de Octubre de 1993, que establece normas de protección, fomento y desarrollo de los indígenas, y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).

En lo que interesa, el artículo 64 de la Ley dispone que se deberá proteger especialmente las aguas de las comunidades Aymarás y Atacameñas, a las que se refiere el artículo 62 de dicho cuerpo legal, expresando que: "Serán considerados bienes de propiedad y uso de la Comunidad Indígena establecida por esta ley, las aguas que se encuentren en los terrenos de la comunidad, tales como los ríos, canales, acequias y vertientes, sin perjuicio de los derechos que terceros hayan inscrito de conformidad al Código de Aguas".

El inciso 2º de la norma agrega: "No se otorgarán nuevos derechos sobre lagos, charcos, vertientes, ríos y otros acuíferos que surten a las aguas de propiedad de varias Comunidades Indígenas establecidas por esta ley sin garantizar, en forma previa, el normal abastecimiento de agua a las comunidades afectadas".

El artículo 20 de la Ley 19.253 crea un Fondo para Tierras y Aguas Indígenas, en cuya letra c) se establece que CONADI podrá: "Financiar la constitución,

regularización o compra de derechos de aprovechamiento de aguas o financiar obras destinadas a obtener este recurso". El Decreto Supremo N° 395, de 1993, del Ministerio de Planificación y Cooperación, publicado en el Diario Oficial de 17 de Mayo de 1994, aprueba el Reglamento sobre el Fondo de Tierras y Aguas Indígenas.

Por su parte, el artículo 22 de la Ley dispone: "Las tierras no indígenas y los derechos de aprovechamiento de aguas para beneficio de tierras indígenas adquiridas con recurso de este Fondo, no podrán ser enajenadas durante veinticinco años, contados desde el día de su inscripción. Los Conservadores de Bienes Raíces, conjuntamente con la inscripción de las tierras o derechos de aprovechamiento de aguas, procederán a inscribir esta prohibición por el solo ministerio de la ley. En todo caso será aplicable el artículo 13".

La norma transcrita agrega que, no obstante, el Director de CONADI podrá autorizar la enajenación de dichos derechos de aprovechamiento de aguas previo reintegro al Fondo del valor del subsidio, crédito o beneficio recibido, actualizado conforme al índice de Precios al Consumidor y la contravención de esta obligación producirá la nulidad absoluta del acto o contrato.

Además, el artículo 40 de la Ley prescribe que CONADI podrá recibir a título gratuito, a través del Ministerio de Bienes Nacionales, de otros organismos públicos o de personas privadas, entre otros bienes, derechos de aprovechamiento de aguas para asignarlos a comunidades o personas indígenas en propiedad, uso o administración.

Por último, el inciso 2° del artículo 3° transitorio de la Ley dispone que CONADI y la Dirección General de Aguas, establecerán un convenio para la protección, constitución y restablecimiento de los derechos de aprovechamiento de aguas de propiedad ancestral de las comunidades aymarás y atacameñas de conformidad al artículo 64 de dicho cuerpo legal, el cual se materializó en el convenio marco suscrito entre las partes con fecha 30 de Mayo de 1997.

Este convenio tiene como objetivo fundamental, la regularización y constitución de derechos de aprovechamiento de aguas de las comunidades aymarás y atacameñas, la identificación y delimitación de las áreas de vegas y bofedales, y la aplicación efectiva de las normas complementarias de protección establecidas en el Código de Aguas.

7.2 REGULARIZACIONES DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE LAS COMUNIDADES INDÍGENAS.

7.2.1 Arica. Primera Región

En primer término se practicó una revisión de antecedentes en las Oficinas de la Dirección Regional de Aguas con sede en Arica y, luego, en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de la misma ciudad.

Al efecto, se estableció que diversas Comunidades Indígenas de las comunas de General Lagos y Putre de la Provincia de Arica, aplicando la norma contemplada en el artículo 2º transitorio del Código de Aguas, han regularizado los derechos de aprovechamiento de aguas captadas de diversos cauces naturales que han utilizado ancestralmente.

En el Anexo L, se adjunta copia de los certificados en que constan las inscripciones efectuadas en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Arica.

Cabe señalar que en todos estos casos, como consta en las diferentes inscripciones practicadas en el Registro de Prohibiciones de Aguas - todas de idéntico tenor -, la Comunidad Indígena, actuando por ella su representante, disponiendo del dominio de los derechos de aprovechamiento, ha renunciado irrevocablemente al derecho de gravar y enajenar los derechos de aprovechamiento señalados en las inscripciones durante veinticinco años, contados desde la fecha en que ellas se produjeron, salvo y sólo a favor de una comunidad indígena chilena u otra organización indígena de esa nacionalidad y siempre y cuando haya transcurrido dicho plazo.

Estas renunciaciones al derecho de gravar y enajenar los derechos de aprovechamiento han sido establecidas, según se expresa en las inscripciones, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 12 y 583 del Código Civil, que establecen, respectivamente: "Podrán renunciarse los derechos conferidos por las leyes, con tal que sólo miren al interés individual del renunciante, y que no esté prohibida su renuncia" y "Sobre las cosas incorpóreas hay también una especie de propiedad. Así, el usufructuario tiene la propiedad de su derecho de usufructo".

Como puede observarse, las prohibiciones establecidas tienen el carácter de voluntarias y aun cuando hayan sido consideradas con el carácter de irrevocables, puede darse el caso de que, en el futuro, los titulares de los derechos podrían, de consuno, dejarlas sin efecto, ya que, aun cuando los derechos de aprovechamiento aludidos se hayan regularizado por CONADI, aplicando recursos del Fondo de Tierras y Aguas Indígenas, en la especie no ha sido posible establecer la prohibición legal que contempla el artículo 22 de la Ley 19.253, puesto que las tierras regadas por las aguas a que se refiere cada situación, no tienen el carácter jurídico de tierras indígenas.

7.2.2 Iquique. Primera Región

Posteriormente se revisaron antecedentes en las Oficinas de la Dirección General de Aguas de Iquique, y, posteriormente, en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Pozo Almonte se examinaron tres inscripciones correspondientes a sendas regularizaciones de derechos de aprovechamiento, efectuadas según el artículo 2º transitorio del Código de Aguas, efectuadas a favor de la Comunidad de Chijo (de Fojas 64 vta. N° 17, de 1998), de Santiago Vilches y otros (de Fojas 73 vta. N° 19, de 1998) y de la Comunidad de Chijo (de Fojas 95 N° 24, de 1998). Se acompaña copias autorizadas de dichas inscripciones.

7.2.3 Segunda Región

Finalmente, se revisaron los antecedentes existentes en las oficinas de la Dirección General de Aguas de Antofagasta y en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de la ciudad de Calama, obteniéndose las inscripciones efectuadas durante los años 1997 y 1998, que dan cuenta de diversas regularizaciones de derechos de aprovechamiento realizadas en favor de diversas Comunidades Indígenas.

Las regularizaciones inscritas en el Registro de Propiedad de la ciudad de Calama, a que se hace referencia en el párrafo anterior, fueron todas realizadas por Comunidades Indígenas de la provincia de El Loa, correspondiendo 75 de ellas a regularizaciones de agua superficial, 2 a regularizaciones de agua subterránea y 15 a cesiones de derechos de aprovechamiento de agua superficial.

Cabe agregar que en el Registro de Hipotecas del Conservador de Bienes Raíces de Calama, y de conformidad a lo dispuesto en el artículo 22 de la Ley 19.253, se encuentran inscritas varias prohibiciones de enajenar, durante el plazo de 25 años, los derechos de aprovechamiento de aguas de que es titular la Comunidad Atacameña de San Francisco de Chiu Chiu.

El detalle de la información señalada se presenta en los Cuadros C-7, C-8 y C-19 en el Anexo C. En cada uno de los casos se especifica las fojas, n° y año en que se cursó la inscripción.

7.3 COMUNIDADES DE AGUAS EXISTENTES EN SECTORES EN QUE COMUNIDADES INDÍGENAS HAN REGULARIZADO DERECHOS DE APROVECHAMIENTO.

El trabajo realizado ha permitido establecer que existen 143 comunidades de aguas organizadas por la Dirección General de Aguas en la comuna de Putre de la Provincia de Arica, de conformidad con la facultad que le confiere el inciso final del artículo 188 del Código de Aguas y cuyas inscripciones figuran efectuadas en el Registro

de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Arica entre los años 1992 y 1993.

Los Estatutos de estas comunidades de aguas establecen que los derechos de aprovechamiento de los comuneros - expresados en acciones de la respectiva organización de usuarios - se ejercen sobre aguas de diferentes cauces naturales que corresponden a las cuencas u hoyas hidrográficas de los ríos Lluta y San José, tal como sucede con los recursos cuyos derechos de aprovechamiento han regularizado las Comunidades de Aguas referidas en los párrafos anteriores.

Al respecto, debe destacarse que la existencia, por una parte, de Comunidades de Aguas y por otra, de Comunidades Indígenas, puede haber generado una duplicidad de inscripciones respecto de recursos que se señala captar de los mismos cauces naturales, lo cual especialmente sucede en la hoya hidrográfica del río San José, en la comuna de Putre, lo cual puede implicar dificultades y problemas en la utilización de las aguas por ambos tipos de organizaciones.

Por otra parte, contrariamente a lo que sucede respecto de los derechos de aprovechamiento regularizados por las Comunidades Indígenas, los comuneros pueden enajenar o gravar libremente las acciones de que son titulares en las Comunidades de Aguas, ya que no existe impedimento legal o convencional para hacerlo, con lo cual pueden ingresar a esas organizaciones otros usuarios e, incluso, éstos pueden solicitar el traslado del ejercicio de los derechos de aprovechamiento respectivos de conformidad a lo dispuesto en el artículo 163 del Código de Aguas, con lo cual el total de los caudales que administra la Comunidad de Aguas disminuye.

La situación referida anteriormente, también se da respecto de las Comunidades de Aguas organizadas por la Dirección General de Aguas - aun cuando en menor número - en las otras zonas que abarca este Estudio, las que se encuentran inscritas en los Registros de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Bienes Raíces de Pozo Almonte y de Calama.

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

De los estudios y antecedentes recopilados y analizados, más las actividades de terreno e información generada durante el presente estudio, pueden obtenerse las siguientes conclusiones.

- Un estudio como el desarrollado, no permite analizar en detalle la situación de cada una de las comunidades indígenas existentes en el extenso altiplano de las I y II Regiones ni de los usos ancestrales de antigua data que efectúan. Sin embargo, ha permitido recopilar completamente la información dispersa sobre los derechos de aprovechamiento de agua existentes y en trámite en todas las comunas involucradas, determinar la ubicación y área de influencia de las comunidades indígenas, y caracterizar la forma en que utilizan los recursos de agua para los diversos fines.
- Durante los últimos años, y particularmente desde la creación de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, en la I y II Regiones del país se ha realizado un importante número de regularizaciones de derechos de comunidades indígenas, de acuerdo a los términos establecidos en la Ley N° 19.253.
- En cuanto a su grado de avance en la regularización de los derechos, la II Región, presenta un mayor grado de avance, estando constituidas legalmente todas las comunidades de aguas existentes, las que han regularizado sus usos ancestrales de derechos de aprovechamiento de aguas, aunque no en las magnitudes solicitadas.
- En el caso de la II Región, las regularizaciones se han hecho con posterioridad a las solicitudes y constitución de derechos a un número importante de usuarios de otro tipo, especialmente mineros, por lo que en algunos casos los recursos disponibles para ser otorgados al momento de las solicitudes fueron menores a los requeridos por las comunidades indígenas.
- En el caso de la I Región, con anterioridad a las regularizaciones efectuadas bajo los términos de la Ley Indígena, la Dirección General de Aguas realizó especialmente un importante trabajo de formación de comunidades de aguas para los diferentes canales de riego utilizados por las comunidades indígenas, las que se encuentran legalmente constituidas.
- Debido a las razones anteriores, los análisis jurídicos realizados indican que no todas las constituciones de derecho realizadas a las comunidades indígenas

permiten asegurar la permanencia en el tiempo de los derechos dentro de dichas comunidades, ya que personas naturales que forman dichas comunidades, podrían, en ciertos casos, traspasar sus derechos a terceros. En todo caso, la ocurrencia de situaciones de ese tipo se estima improbables.

- Además de la protección a los derechos ancestrales de las comunidades indígenas provista por las regularizaciones de caudales, parte de los recursos se encuentran protegidos por otras normas, tales como las que protegen a los Parques Nacionales, o las que protegen a las áreas de vegas y bofedales.
- Aunque no se dispone de antecedentes respecto de las superficies de riego de cada comunidad, se ha estimado dichas demandas de forma aproximada. En el caso de las demandas para animales, en cambio, aunque las demandas pueden estimarse, debido a la movilidad de las zonas de pastoreo no es posible asignar las demandas en forma fija a un punto de captación, y en algunos casos, a un mismo cauce.
- En cuanto a los recursos disponibles, el estudio hidrológico desarrollado, permitió obtener caudales en puntos específicos de las cuencas, asociados en general a las salidas de las áreas donde existen derechos de aprovechamiento de agua constituidos o en trámite, y por tanto asociados a los puntos de ubicación de las extracciones. Adicionalmente, los aforos efectuados durante la campaña de terreno, cubrieron en forma representativa los cauces y canales de riego existentes, aunque por su calidad de aforos puntuales, los valores medidos no pueden ser considerados representativos de la oferta hidrológica en dichas secciones.
- Respecto a las disponibilidades de recursos, tanto las encuestas realizadas como los antecedentes recopilados muestran que durante gran parte del año las comunidades utilizan la totalidad de los recursos disponibles en los puntos de captación, utilizando estanques de almacenamiento, sistemas de turnos, limpiezas periódicas de canales, etc. Durante el período del invierno boliviano, en cambio, los recursos en general son poco utilizados para riego, ya que se producirían embanques de los canales y en muchos casos son dañadas las obras de toma provisionales existentes. Inclusive, las grandes crecidas provocan considerables daños a las áreas de bofedales.
- En cuanto al uso de recursos subterráneos, dichos usos son poco utilizados por las comunidades indígenas, excepto afloramientos de vertientes. Sin embargo, y considerando el concepto de uso preexistente en los términos establecidos por el Código de Aguas, algunas comunidades indígenas han regularizado la situación de sondajes que actualmente utilizan. En todo caso, el uso principal de las aguas subterráneas existentes en el área de estudio corresponde a usuarios de tipo minero.

- Respecto de los procedimientos de tipo legal necesarios para solicitar y posteriormente constituir futuros derechos de aprovechamiento de agua por parte de las comunidades involucradas en el área de interés, el análisis realizado indica que las normas actualmente existentes son suficientes como para conseguir dichos propósitos, no requiriéndose de normativas especiales.
- Finalmente, y aún cuando las modificaciones propuestas al Código de Aguas se encuentran en pleno trámite legislativo, dichas modificaciones, en términos generales, no debieran afectar en modo alguno a los derechos de las comunidades, por cuanto todos los antecedentes recopilados apuntan en el sentido de que los derechos constituidos han sido, y son actualmente, plenamente utilizados por las comunidades, ya sea para uso agrícola, de crianza de ganado, o combinaciones de ambas.

8.2 RECOMENDACIONES

De los estudios y antecedentes recopilados y analizados, más las actividades de terreno e información generada durante el presente estudio, pueden obtenerse las siguientes recomendaciones.

- Independientemente de los alcances de los términos bajo los cuales el Código de Aguas permite la constitución de derechos de aprovechamiento, resulta relevante, y debería ser considerado de alguna forma, el carácter religioso que se asocia a las aguas en algunos casos.
- Respecto a otras áreas susceptibles de estudiar en el mismo sentido del desarrollado en el presente estudio, dichas áreas podrían corresponder a las comunidades indígenas ubicadas en las restantes comunas de las Regiones I y II, no incluidas en el alcance del presente estudio. Adicionalmente, podría considerarse algunos estudios específicos en algunas comunidades de interés de las áreas consideradas, ya que por el alcance del estudio, no se consideró con el mismo detalle todas las comunidades existentes.
- En cuanto a la determinación de las demandas de agua asociadas a cada cuenca, se recomienda realizar un estudio específico de los requerimientos de agua de los bofedales, dado que es la componente principal de las demandas por el recurso hídrico en la mayoría de las cuencas y no se dispone de estudios específicos realizados para dicho tipo de cobertura vegetal.
- Por último, dado que el presente estudio constituye una fuente única de información resumida, completa y procesada de la situación de los derechos ancestrales indígenas en las I y II regiones, se recomienda su difusión dentro de los interesados, además de autoridades locales y regionales, y organismos relacionados.