



Gobierno
de Chile

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS
HÍDRICOS

DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE RESERVA EN LAS REGIONES VII Y VIII

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

AQUATERRA INGENIEROS LIMITADA

S.I.T. N° 326

Santiago, Diciembre 2013

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Abogada Sra. Loreto Silva Rojas

Director General de Aguas
Abogado Sr. Francisco Echeverría Ellsworth

Jefe Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Ingeniero Civil Luis Moreno Rubio

Inspector Fiscal
Ingeniero Civil Carlos Flores Flores

AQUATERRA INGENIEROS LIMITADA

Jefe de Proyecto
Ingeniero Civil Jaime Vargas Paysen

Coordinadora de Proyecto
Ingeniera Civil Paula Astudillo Flores

Profesionales
Ingeniero Civil Juan Carlos Cuchacovic R.
Ingeniera Civil Paula Contreras T.
Ingeniera Civil Ivonne Carvajal E.
Ingeniera Civil Claudia Hernández L.

INDICE INFORME FINAL

1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCES	1
1.1. Antecedentes Generales.....	1
1.2. Objetivos y Alcances.....	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.2.3. Alcances.....	4
1.3. Estructura de Presentación y Contenidos del Informe	6
2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES	8
2.1. Estudios Previos.....	8
2.1.1. Estudio SIT DGA N°116	8
2.1.2. Estudios del Departamento de Estudios y Planificación de la DGA (DEP)10	
2.1.3. Informe Técnico DARH N°74.....	11
2.1.4. Informe Técnico IT DRA de Los Lagos N°48.....	11
2.1.5. Estudios Aquaterra: SIT N°147 y SIT N°206.....	13
2.2. Información Recopilada.....	14
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA	16
4. SUBSUBCUENCAS CON SOLICITUDES DE DERECHOS NO CONSUNTIVOS.....	18
5. SUBSUBCUENCAS CON SOLICITUDES DE DERECHOS NO CONSUNTIVOS Y POBLACIÓN SIN COBERTURA DE AGUA POTABLE... ..	24
6. IDENTIFICACIÓN DE CUENCAS COSTERAS CON POBLACIÓN SIN COBERTURA DE AGUA POTABLE	27
7. DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	29
7.1. Descarte de Solicitudes y Localidades	29
7.2. Descarte por Actualización de Cobertura y Corrección de Ubicación de Localidades	29
7.2.1. Descarte por Actualización de Cobertura de Agua Potable.....	29
7.2.2. Corrección de ubicación de Localidades.....	32
7.3. Incorporación de Información de Caudales.....	33

7.4.	Resultados de la Depuración	33
8.	PRIORIZACIÓN DE SUBSUBCUENCAS	37
8.1.	Metodología Aplicada	37
8.1.1.	Generalidades	37
8.1.2.	Modelo AHP (Analytic Hierarchy Process)	37
8.1.3.	Fundamentos del modelo.....	37
8.2.	Aplicación del modelo AHP al Análisis de Priorización de Subsubcuencas	41
8.3.	Resultados del modelo AHP en el Análisis de Priorización de Subsubcuencas.	42
9.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE RESERVA	45
9.1.	Análisis Información Encuesta CASEN	45
9.2.	Proyección de la Población	48
9.3.	Demanda de Agua Potable	53
9.4.	Demanda de Agua para Abrevamiento Animal y Riego de Cultivo	56
9.5.	Demanda Total para Reserva	69
10.	OFERTA PARA RESERVA: DISPONIBILIDAD PARA DERECHOS CONSUNTIVOS PERMANENTES Y CONTINUOS	74
11.	RESULTADOS DEL BALANCE: CAUDALES DE RESERVA	77
12.	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	81
12.1.	Introducción	81
12.2.	Plataforma Computacional	81
12.3.	Base Cartográfica	84
12.4.	Instalación de la Aplicación SIG	84
12.5.	Diseño y Organización SIG	85
12.5.1.	Diseño Lógico y Conceptual	85
12.5.2.	Estructura de Directorios	87
12.5.3.	Base de Datos y Diseño de Tablas	88
12.5.4.	Presentación de Resultados.....	89
12.5.5.	Planos Temáticos	89
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90

ÍNDICE DE FICHAS

FICHA N°	NOMBRE
Maule - 1 a Maule - 19	Subsubcuenca 07358: Río Putagán a Subsubcuenca 07400: Costeras entre Quebrada Honda y Río Petorca
Bío Bío - 1 a Bío Bío - 31	Subsubcuenca 08106: Río Ñuble entre Estero Bullileo y bajo junta Estero Pangua a Subsubcuenca 08822: Río Peleco entre junta Río Tucapel y Leiva y Desagüe Lago Lanalhue

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO N°	NOMBRE
4 - 1	Solicitudes de Derechos de Aguas No Consuntivos y Localidades sin Cobertura de Agua Potable y Situación por Subsubcuenca, Región del Maule.
4 - 2	Solicitudes de Derechos de Aguas No Consuntivos y Localidades sin Cobertura de Agua Potable y Situación por Subsubcuenca, Región del Bío Bío.
7.1 - 1	Plano General Resultados Depuración - Región del Maule
7.1 - 2	Plano General Resultados Depuración - Región del Bío Bío
7.1 - 3	Resultados Depuración: Zoom 1 Subsubcuencas 07106, 07104, 07119, 07117, 07116, 07111 y 07100 Región del Maule
7.1 - 4	Resultados Depuración: Zoom 2 Subsubcuencas 07370, 07376, 07374, 07322, 07358, 07317 y 07355 Región del Maule
7.1 - 5	Resultados Depuración: Zoom 3 y zoom 5 Subsubcuencas 07301 y 07400 Región del Maule
7.1 - 6	Resultados Depuración: Zoom 4 Subsubcuencas 07354, 07351, 07316, 07331, 07350 y 07330 Región del Maule
7.1 - 7	Resultados Depuración: Zoom 1 Subsubcuencas 08110, 08112, 08115, 08116, 08117, 08123, 08124, 08133, 08140, 08141, 08142 y 08145 Región del Bío Bío
7.1 - 8	Resultados Depuración: Zoom 2 Subsubcuencas 08385, 08301, 08115, 08116, 08117, 08123, 08124, 08140, 08141, 08142 y 08145 Región del Bío Bío
7.1 - 9	Resultados Depuración: Zoom 3 y zoom 4 Subsubcuencas 08700, 08701, 08710, 08822, 08341, 08340 y 08304 Región del Bío Bío
8.3 - 1	Priorización de Subsubcuencas para Análisis de Disponibilidad - Región del Maule
8.3 - 2	Priorización de Subsubcuencas para Análisis de Disponibilidad - Región del Bío Bío

ÍNDICE DE ANEXOS DIGITALES

ANEXO Nº	NOMBRE
1	Archivo de Listado de Derechos de Aguas No Consuntivos que podrían afectar a Población Sin Cobertura, por Subsubcuenca.
2	Archivos del Sistema de Información Geográfico (SIG).
3	Archivo de Información de Población y Agropecuaria para las Subsubcuencas en Situación de Reserva.

1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCES

1.1. Antecedentes Generales

Con fecha 16 de junio del año 2005, entró en vigencia la Ley N° 20.017 que modificó el Código de Aguas, introduciéndose el artículo 147 bis inciso tercero que señala:

“Asimismo, cuando sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional, el Presidente de la República podrá, mediante decreto fundado, con informe de la Dirección General de Aguas, disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento.”

De acuerdo con lo establecido en este artículo, la Reserva de Caudales se lleva a cabo a través de la denegación de una parte de determinadas solicitudes en una fuente, con el fin de asegurar la disponibilidad de recursos destinados a la constitución de solicitudes para los usos señalados en el Código. De esta manera, la reserva de caudales está asociada a una solicitud de derechos y a la fuente en que fueron solicitados, así como a la existencia de las necesidades señaladas en el Código, por lo que se podrá realizar una reserva cuando se cumple que:

- En la fuente existen solicitudes de derechos en trámite: solicitudes para las que se analizará la necesidad de denegación parcial para reserva.
- En el área asociada a la fuente, existe una demanda potencial acorde a lo señalado en el Código de Aguas.
- En la fuente existe disponibilidad para otorgamiento de derechos consuntivos.

Lo anterior hace que sea fundamental conocer:

- La demanda de reserva en la fuente: caudales asociados a las necesidades establecidas en el Código de Aguas para reserva.
- La oferta para reserva en la fuente: caudales disponibles en la fuente para otorgamiento de nuevos derechos.

Por lo expuesto, desde la entrada en vigencia del nuevo Código de Aguas, la Dirección General de Aguas viene realizando estudios que le permitan contar con los antecedentes necesarios para incluir la reserva de caudales señalada en la resolución de solicitudes de derechos de aguas.

En el año 2006, realizó el estudio "Análisis y Determinación de Caudales de Reserva para abastecimiento de la población y usos de Interés Nacional"¹, que identificó las posibles fuentes de recursos de aguas tanto superficiales como subterráneas, sobre las cuales existiesen argumentos que ameriten aplicar las facultades presidenciales que establece el Código.

Posteriormente, a partir de la necesidad de resolver solicitudes de derechos, se han realizado algunos estudios a nivel regional y local, de acuerdo con las necesidades y realidades de cada zona; algunos de estos estudios los ha realizado la propia DGA a través de su Departamento de Estudios y Planificación, de Administración de Recursos Hídricos (DARH), o de sus Direcciones Regionales.

1.2. Objetivos y Alcances

1.2.1. Objetivo General

Es de interés principal en este estudio generar fundamentos de apoyo a la DGA para resolver solicitudes de determinados derechos, estableciendo, por un lado, las necesidades de reserva frente a solicitudes de derecho no consuntivo en fuentes superficiales, y por otro, las necesidades de reserva en aquellos sectores acuíferos donde se tiene escaso conocimiento de su disponibilidad hidrogeológica, como es el caso de las cuencas costeras.

Dadas las necesidades planteadas, el objetivo general del estudio es la determinación de los caudales de reserva en las regiones del Maule y el Bío Bío, de acuerdo a las necesidades de abastecimiento de la población ubicada en el área de aprovechamiento de aquellas fuentes en que se den las siguientes condiciones:

- Fuentes superficiales con solicitudes de derechos no consuntivos en trámite que de otorgarse, agoten la disponibilidad para nuevos derechos consuntivos.
- Fuentes subterráneas ubicadas en las cuencas costeras.

¹ "Análisis y Determinación de Caudales de Reserva para Abastecimiento de la Población y Usos de Interés Nacional", SIT DGA N°116, Ayala y Cabrera Ingenieros Consultores, 2006.

Lo anterior servirá de apoyo a la resolución de solicitudes relacionadas con la adquisición y ejercicio de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas en esas fuentes.

1.2.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos del estudio son:

- Identificar aquellas subsubcuencas de las regiones VII y VIII, en que existan solicitudes de derechos de aprovechamiento no consuntivos en trámite, y tengan disponibilidad para otorgar derechos consuntivos de ejercicio permanente.
- De esas solicitudes, identificar aquellas que, en el evento de otorgarse, agotarían la disponibilidad para derechos consuntivos permanentes.
- De las anteriores, identificar aquellas que afectarían a la población (solicitudes con población sin cobertura de agua potable ubicada aguas arriba de los puntos de captación y/o restitución).
- Identificar los acuíferos en las cuencas costeras en que exista disponibilidad permanente o provisional de aguas subterráneas, y en los que se ubique población que pueda requerir caudales reserva de origen subterráneo.
- Cuantificar la población en las regiones VII y VIII que se vería afectada por el otorgamiento de solicitudes de derechos no consuntivos.
- Cuantificar el ganado y la superficie de riego asociada a la población eventualmente afectada.
- Cuantificar las demandas actuales y futuras asociadas a las necesidades de abastecimiento de la población ubicada sobre acuíferos costeros que no cuenten con cobertura de agua potable (incluyendo las necesidades para ganado y riego en el caso de población en situación de pobreza).

1.2.3. Alcances

En términos generales, los alcances del estudio son:

- El área general de estudio abarca la VII y VIII regiones, y aquella área de la IX región perteneciente a las cuencas límite de la VIII (ver Figura 1-1.).
- El nivel de desagregación del estudio es la subsubcuenca, por lo que los caudales de reserva se obtienen a esa escala.
- Las solicitudes de derechos de aguas a considerar en la determinación de caudales de reserva, son aquellas asociadas a derechos no consuntivos de ejercicio permanente (para que puedan ser utilizados para abastecimiento de agua potable).
- En el caso de fuentes superficiales, los caudales de reserva se determinan como resultado del balance de demanda y oferta (disponibilidad) para reserva.
- En el caso de fuentes subterráneas, los caudales de reserva quedan definidos sólo a nivel de demanda por desconocerse su disponibilidad.

Cabe señalar que los caudales de reserva que se determinan en este estudio, han sido agrupados por subsubcuenca (según la delimitación de la DGA). Un análisis a nivel de fuente, debiera ser analizado caso a caso, frente a cada solicitud de derecho de aguas correspondiente.

A continuación, se presenta el área de estudio:

FIGURA 1-1
ÁREA GENERAL DE ESTUDIO Y LÍMITE DE CUENCAS



A un nivel más específico, los alcances del estudio son:

- En el caso de fuentes superficiales, el área específica de análisis comprende aquellas subsubcuencas en que:
 - a) Existe disponibilidad para nuevos derechos consuntivos
 - b) Existen derechos no consuntivos en trámite.
 - c) De otorgarse esos derechos, agotarían la disponibilidad para otorgamiento de derechos consuntivos
 - d) Existe población sin cobertura de agua potable que pudiera ser afectada por el otorgamiento de esos derechos.
- Para las fuentes subterráneas, el área específica de análisis son aquellas subsubcuencas que:
 - a) Se emplazan en las cuencas costeras
 - b) Tienen disponibilidad para nuevos derechos
 - c) Existe población sin cobertura de agua potable en la cuenca, que podría abastecerse con dichos recursos.
- La demanda para reserva queda definida por las necesidades de abastecimiento de la población sin cobertura de agua potable; esas necesidades de abastecimiento comprenden: la demanda de agua potable para la población sin cobertura, y las necesidades de agua para abrevamiento de ganado y para riego de cultivo asociados a esa población.

Respecto a las subsubcuencas que se analizaron para la determinación de caudales de reserva, éstas fueron priorizadas de manera de que la DGA pudiera seleccionar aquellas en situación de mayor complejidad para la determinación de la disponibilidad.

La determinación de caudales de reserva como caudales resultantes del balance oferta – demanda, estuvo acotada a los casos donde se contó con la cuantificación de disponibilidad. En los casos restantes, los caudales de reserva se determinaron a nivel de demanda.

1.3. Estructura de Presentación y Contenidos del Informe

La estructura de presentación del informe se ha desarrollado de acuerdo con los diferentes tópicos abordados en un orden consistente con los pasos de la metodología aplicada.

En los diferentes capítulos, se incluye una descripción de los principales aspectos metodológicos y criterios adoptados y la presentación de los resultados obtenidos.

El informe del estudio se ha estructurado a través de los siguientes capítulos:

- Capítulo 1. Introducción, Objetivos y Alcances.
- Capítulo 2. Recopilación y Análisis de Antecedentes.
- Capítulo 3. Descripción General de la Metodología.
- Capítulo 4. Subsubcuencas con Solicitudes de Derechos No Consuntivos.
- Capítulo 5. Subsubcuencas con Solicitudes de Derechos No Consuntivos y Población Sin Cobertura de Agua Potable.
- Capítulo 6. Identificación de Cuencas Costeras con Población sin Cobertura de Agua Potable.
- Capítulo 7. Depuración de la Información.
- Capítulo 8. Priorización de Subsubcuencas.
- Capítulo 9. Determinación de la Demanda de Reserva.
- Capítulo 10. Oferta de Reserva: Disponibilidad para Derechos Consuntivos Permanentes y Continuos.
- Capítulo 11. Resultados del Balance: Caudales de Reserva.
- Capítulo 12. Sistema de Información Geográfica.
- Capítulo 13. Conclusiones y Recomendaciones.

2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

2.1. Estudios Previos

Para el desarrollo del estudio se contó con una serie de estudios previos que aportaron en distinta medida tanto en aspectos metodológicos como en información. A continuación se presentan los principales estudios revisados y una breve descripción de éstos:

2.1.1. Estudio SIT DGA N°116

Este estudio se desarrolló el 2006 por Ayala y Cabrera Ingenieros Consultores para la DGA, y se denominó "Análisis y Determinación de Caudales de Reserva para Abastecimiento de la Población y Usos de Interés Nacional".

Su objetivo principal fue aportar una visión a nivel nacional de las necesidades potenciales para reserva de caudales asociadas a las fuentes de recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneas, estableciendo los fundamentos para reservar parte de sus recursos para su uso en el abastecimiento de la población, y aquellos usos asociados a circunstancias excepcionales y de interés nacional.

Los objetivos específicos del estudio fueron:

- Identificar las zonas con déficit para el abastecimiento de agua potable actual y futuro, y aquellas zonas que no cuenten con los medios para abastecer la población.
- Cuantificar las necesidades hídricas de la población que no dispone de medios para abastecer su demanda actual y futura.
- Identificar sectores con desarrollo o cuyo desarrollo sea de interés nacional y cuantificar sus requerimientos hídricos.

De acuerdo a los objetivos planteados, el análisis estuvo acotado a definir caudales de demanda para reserva, por lo tanto estos caudales no son el resultado de un balance oferta – demanda de reserva, donde intervienen variables como la disponibilidad en las fuentes y el análisis considerando el eventual otorgamiento de solicitudes en trámite.

Para el logro de sus objetivos, el estudio desarrolló un SIG para todo el territorio nacional, donde incorporó información relativa a los aspectos desarrollados.

El presente estudio contó con ese SIG para el desarrollo de los trabajos, utilizando principalmente la información referida al emplazamiento de las localidades sin abastecimiento de agua potable en el área de estudio.

Para las regiones VII y VIII los principales resultados relacionados con el presente estudio fueron:

Región del Maule:

- Existen 113.188 habitantes sin abastecimiento de agua potable distribuidas en 826 localidades.
- De la cifra anterior, 36.980 habitantes pertenecen a localidades no postulables al programa APR.
- La comuna con mayor cantidad de localidades sin abastecimiento es Curicó con 12.029 habitantes en esa condición.
- Las localidades no abastecidas presentan una amplia distribución en el territorio y corresponden a asentamientos rurales con una baja cantidad de población.
- La población indígena no representa una fracción importante dentro de las comunas con déficit de cobertura de agua potable.
- El caudal de agua potable requerido por la población sin cobertura, se estimó en 16.978 m³/día (2006) y al año 2025 en 23.003 m³/día.
- Las restricciones para el abastecimiento se prevén sólo en la zona costera y andina, de acuerdo al tipo de formaciones hidrogeológicas en esas zonas.

Región del Bío Bío:

- Existen 85.242 habitantes sin abastecimiento de agua potable distribuidas en 559 localidades.
- De la cifra anterior, 25.083 habitantes pertenecen a localidades no postulables al programa APR.
- Las comunas con mayor cantidad de localidades sin abastecimiento son Chillán, Los Ángeles y San Carlos con

6.764, 12.195 y 6.110 habitantes respectivamente, en esa condición.

- Las localidades no abastecidas presentan una amplia distribución en el territorio y corresponden a asentamientos rurales y dispersos con una baja cantidad de población.
- Las etnias indígenas tienen una baja presencia en la región, representando menos de un 5% de la población.
- El caudal de agua potable requerido por la población sin cobertura, se estimó en 12.787 m³/día (2006) y al año 2025 en 17.324 m³/día.
- Las restricciones para el abastecimiento se prevén sólo en la zona costera y andina, de acuerdo al tipo de formaciones hidrogeológicas en esas zonas.

2.1.2. Estudios del Departamento de Estudios y Planificación de la DGA (DEP)

El DEP de la DGA ha realizado una serie de estudios específicos frente a la necesidad de resolver determinadas solicitudes de derechos de aguas no consuntivos. Se revisaron 3 de estos estudios:

- **IT N°01: Caudales de Reserva para Abastecimiento de la Población y Usos de Interés Nacional en el Río Pilmaiquén. Marzo 2007.**
- **IT N°02: Caudales de Reserva para Abastecimiento de la Población y Usos de Interés Nacional en el Río Toltén. Marzo, 2007.**
- **IT s/N°: Informe sobre Caudales de Reserva para Abastecimiento de la Población y Usos de Interés Nacional en el Río Rahue.**

Estos estudios son homólogos y su objetivo fue determinar caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional aguas arriba de un conjunto de solicitudes de derechos no consuntivos localizados en una misma fuente.

2.1.3. Informe Técnico DARH N°74

El IT DARH N° 74 se realizó en Abril de 2013 y se denomina "Análisis de Caudales de Reserva de Agua Subterránea para el Abastecimiento de la Población en el acuífero denominado Puangue - Melipilla sub sector Popeta, comuna y provincia de Melipilla, Región Metropolitana".

El estudio determinó los volúmenes anuales de reserva en el subsector acuífero Popeta, considerando el uso para el abastecimiento de población rural y comparando la demanda asociada a ese uso con la disponibilidad según los derechos de aprovechamiento del acuífero. La demanda fue determinada básicamente asumiendo una cierta dotación por habitante, y se acotó a las necesidades de los sistemas APR emplazados en el área de estudio

2.1.4. Informe Técnico IT DRA de Los Lagos N°48.

Este estudio fue desarrollado por la Dirección Regional de Aguas, región de Los Lagos, en el año 2013, y se denominó "Reserva para el Abastecimiento de la Población que habita la Cordillera de la Costa entre los ríos Bueno y Maullín".

En el pasado, a causa del agotamiento de disponibilidad por el otorgamiento de derechos no consuntivos, se dejó sin posibilidades de fuente para abastecimiento a localidades cercanas en varias fuentes superficiales de la región.

Con lo estipulado en el Código de Aguas del 2005 en cuanto a la posibilidad de reservar recursos hídricos y con el fin preservar agua para abastecimiento de la población, este estudio se desarrolló en virtud de la existencia de un importante número de solicitudes de derechos no consuntivos en cuencas costeras entre los ríos Bueno y Maullín.

Su objetivo principal fue determinar los caudales a reservar en esas cuencas, contemplando preservar el uso para abastecimiento de la población, considerando en ese uso, las necesidades para agua potable, para riego y para abrevamiento animal para los cultivos y ganado asociados a esa población.

De acuerdo a la definición de objetivos y los criterios descritos, el estudio tiene un importante grado de homologación respecto a la presente consultoría de acuerdo a los requerimientos establecidos por la DGA, por lo que su metodología y criterios aplicados resultan de especial interés.

El estudio aplicó la siguiente metodología:

- Identificación de las cuencas en que existen solicitudes en trámite y en las que existe disponibilidad para otorgar derechos consuntivos permanentes.
- Identificación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento no consuntivo, que en el evento de otorgarse agotarían la disponibilidad de caudales consuntivos permanentes.
- Identificación de las solicitudes que en el evento de otorgarse y agoten la disponibilidad de caudales, afecten población ubicada aguas arriba de los puntos de captación y/o restitución.
- Cuantificación de la población existente aguas arriba de los puntos de captación y/o restitución de las solicitudes no consuntivas.
- Cuantificación del ganado existente aguas arriba de los puntos de captación y/o restitución de las solicitudes no consuntivas.
- Cuantificación de la superficie de riego existente aguas arriba de los puntos de captación y/o restitución de las solicitudes no consuntivas.
- Cuantificación de las demandas para abastecimiento de la población, abrevamiento animal y riego, aguas arriba de los puntos de captación y/o restitución de las solicitudes no consuntivas.

Para la determinación de la población aguas arriba de los puntos de captación y/o restitución de las solicitudes de derechos no consuntivos, el estudio utilizó información georreferenciada de las viviendas catastradas en el Precenso del año 2011.

Aquellas viviendas en las áreas de estudio que no se catastraron, fueron identificadas visualmente a través de Google Earth. Con esto, se determinó la existencia de población que pudiera ser afectada por el otorgamiento de esas solicitudes, y se cuantificó esa población adoptando un número de habitantes por vivienda. Los caudales para agua potable se obtuvieron adoptando una dotación de consumo.

Para la cuantificación del ganado, se utilizó la información del VII Censo Agropecuario y Forestal del año 2007. Cruzando esa información con la del Precenso 2011, se obtuvo un número de cabezas de ganado por habitante por distrito censal. Con esto, se determinó un número de cabezas de ganado por habitante.

La demanda de agua para abrevamiento animal, se obtuvo de información aportada por el SEREMI de Agricultura. Se supuso un determinado tipo de ganado y con ello pudo determinarse la cantidad de agua necesaria para el ganado por habitante.

La demanda de agua para riego se determinó midiendo en Google Earth las áreas de cultivos asociadas a las viviendas identificadas antes, realizando esto para un número de casos aleatorios. Así, se determinó una superficie de cultivo promedio por vivienda.

Con el valor adoptado de habitantes por vivienda, pudo determinarse el área de riego por habitante. Se adoptó el tipo de cultivo consistente con un cultivo de autoconsumo. La demanda de riego para ese cultivo se determinó con información aportada por el SEREMI de Agricultura. Con esto, se pudo determinar la cantidad de agua necesaria para riego por habitante.

Cruzando lo anterior con la información de solicitudes de derechos no consuntivos por cuencas, se determinaron los caudales de reserva.

2.1.5. Estudios Aquaterra: SIT N°147 y SIT N°206.

Esta consultora ha desarrollado dos estudios relacionados con la reserva de recursos hídricos.

El primero de ellos, SIT N°147, se desarrolló el año 2008 y se denomina "Determinación de Reservas de Aguas Superficiales de Acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 147 Bis Inciso 3 de la Ley 20.017 de 2005 que Modifica el Código de Aguas. Caudales de Reserva para Abastecimiento de la Población y Usos de Interés Nacional".

Este estudio tuvo por objetivo determinar la demanda de recursos hídricos para reserva, en las regiones IX a la XII, contemplando los usos para abastecimiento de agua potable (población rural en situación de pobreza y derechos en trámite de sistemas APR), riego (predios de población indígena) y caudal ecológico. Además se definieron lineamientos metodológicos para determinar las necesidades de reserva para áreas silvestres protegidas y sitios prioritarios de conservación de la diversidad biológica y definió una metodología para determinar caudales para uso turístico.

El segundo estudio, el SIT N° 206, se realizó el año 2010 y se denomina "Análisis de Metodología y Determinación de Caudales de Reserva Turísticos". Los principales objetivos fueron los siguientes:

- Definir una metodología para determinar los caudales de reserva asociados al uso turístico, en base a ciencias académicas como la hidrología, biología, medioambiente y economía entre otras, y en base a información recopilada, entrevistas y talleres, aplicando una técnica de "planificación participativa".
- Aplicar la metodología propuesta a cuencas seleccionadas, de modo de validar los resultados que se obtengan.
- Realizar un seminario de difusión con los resultados del estudio.

2.2. Información Recopilada

A continuación, se presenta la información recopilada que se utilizó para el desarrollo del estudio:

- **SIG Estudio DGA SIT N°116** (Dirección General de Aguas, MOP). Su aporte principal para este estudio consistió en el emplazamiento de las localidades sin abastecimiento.
- **Información de los derechos en trámite no consuntivos en las regiones VII y VIII** aportada por la Dirección General de Aguas. Interesa principalmente, su identificación, ubicación y caudales mensuales solicitados.
- **Informe "Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos", 2005** (Instituto Nacional de Estadísticas). Se utilizó para chequear y corregir la información incluida en el SIG del SIT N°116.
- **Catastro de Sistemas de Agua Potable Rural (APR) para las regiones VII y VIII**, Dirección de Obras Hidráulicas. Esta información permite descartar de las localidades sin abastecimiento informadas en el SIG del SIT N°116, aquellas que hoy forman parte del Programa APR.
- **Áreas de Concesión Sanitaria VII y VIII regiones**, Superintendencia de Servicios Sanitarios. Debido al alto nivel de desagregación y los distintos formatos de la información de las áreas de concesión en la zona de estudio, esta información permite realizar chequeos puntuales respecto a la definición del área de cobertura de agua potable.

- **Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN), 2011**, del Ministerio de Desarrollo Social. Los resultados de esta encuesta fueron revisados con el fin de llegar a determinar el porcentaje de población en situación de pobreza para la población dentro del área de estudio que origina la demanda para reserva.
- **Cartografía para la VII y VIII regiones con la localización de poblados**, Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Para el caso de las zonas rurales, que son las de interés de este estudio, esta cartografía sólo existe en papel o archivos escaneados de planos en papel, y la identificación de los poblados rurales es manual. Su utilidad para el estudio es poder dilucidar casos donde se detectaron errores en la información poblacional asociada a localidades sin cobertura.
- **Censo Agropecuario 2007**, Instituto Nacional de Estadísticas.
- **Información Programas Prodesal y PDTI Regiones del Maule y Bío Bío**, Instituto de Desarrollo Agropecuario (Indap). Con esta información se obtuvieron indicadores a nivel de comuna que permitieron determinar la demanda de agua para bebida de animales y para riego de cultivos.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

Se describe aquí una visión general de la Metodología, y en cada capítulo se incluye una descripción más detallada.

El estudio se ha planteado en dos grandes etapas. La primera, consistió principalmente en la identificación, dentro del área de estudio, de las subsubcuencas a analizar situación de reserva de caudales, es decir, aquellas en que existan solicitudes pendientes de derechos no consuntivos (los que eventualmente podrían ser denegados a favor de caudales de reserva) y a la vez, se emplace en ellas población sin cobertura de agua potable. Para ello, se utilizó la cartografía base del IGM, la división político-administrativa oficial, la división hidrológica-administrativa de la DGA, la información de las solicitudes de derechos de agua entregada por el DARH, y la información georreferenciada de las localidades sin cobertura de agua potable proveniente del estudio SIT N°116. Como resultado, se identificaron las subsubcuencas en la condición descrita, y por ende, las solicitudes de derechos no consuntivos y localidades sin cobertura de agua potable emplazadas en ellas.

La segunda etapa del estudio, consistió en lo medular, en la determinación de los caudales de demanda para reserva. Adicionalmente, a solicitud del DARH, se realizó previo a lo anterior, una priorización de las subsubcuencas que permitiera realizar una selección de los casos de mayor relevancia, en que la DGA cuantificaría la disponibilidad de recursos hídricos, necesaria para realizar los balances oferta – demanda de caudales para reserva. Para ello, se realizó una depuración de la información de las solicitudes de derechos y las localidades sin cobertura, descartando aquella que por su emplazamiento, no genera la situación de reserva (solicitudes que no afectan a la población y localidades que no serían afectadas). Con la información seleccionada, se cuantificaron 3 variables características para cada subsubcuenca, las que fueron sometidas al proceso de priorización, que se realizó aplicando un modelo multicriterio.

La cuantificación de los caudales de demanda para reserva, contempló 3 componentes asociados a la población sin cobertura de agua potable: la demanda de agua potable, la demanda de agua para abrevamiento de ganado y la demanda de agua para riego de cultivos.

La población se determinó utilizando como base la población del Censo 2002 asociada a las localidades identificadas para el análisis. Considerando

que los estudios que han sustentado los criterios para decretar reservas para abastecimiento de la población, han considerado un horizonte de previsión de 50 años, se contempló ese plazo para la proyección de la población. Así, se estableció el año 2014 como situación actual, y el año 2064 como situación futura.

Para la determinación de la demanda de agua potable actual y futura, se aplicaron los criterios que se utilizan en el diseño de sistemas de Agua Potable Rural.

En el caso de la demanda para abrevamiento animal y para riego de cultivos, se indagaron en distintas fuentes, y finalmente se aplicó información proveniente de dos programas de INDAP para población rural, con lo que se determinó, por familia, y luego por habitante, las necesidades asociadas al ganado y cultivo de autosustento. Aplicando esas necesidades a la población actual y futura, se obtuvieron finalmente los caudales de demanda de reserva actuales y futuros para las subsubcuencas en análisis de situación de reserva.

Con la información proporcionada por la DGA relativa a las disponibilidades para derechos consuntivos permanentes se realizaron los balances oferta – demanda para reserva obteniéndose con ello los caudales de reserva. En los casos que no se contó con la información de disponibilidad, se determinaron sólo los caudales de demanda de reserva.

Se elaboraron planos con los resultados obtenidos de las principales actividades: para la etapa 1, la identificación de las subsubcuencas con solicitudes de derechos y con población sin cobertura; para la etapa 2, se presenta un plano general por cada región, con varios planos de detalle (zoom) con la información depurada de solicitudes de derecho y localidades sin cobertura de agua potable y se presenta un plano por región con los resultados de la priorización de las subsubcuencas. Adicionalmente, en el Capítulo 11, se incluyen 50 fichas gráficas, una para cada subsubcuenca con situación de reserva. En estas fichas se incluyeron los resultados principales y detalles de interés: información e identificación gráfica de los derechos en trámite y localidades implicadas, los caudales de demanda de reserva y sus componentes (agua potable, agua para abrevamiento animal y riego).

En los capítulos que siguen se describen los trabajos realizados, y en cada uno de ellos se describen los aspectos metodológicos involucrados.

4. SUBSUBCUENCAS CON SOLICITUDES DE DERECHOS NO CONSUNTIVOS

Para la identificación de las subsubcuencas con solicitudes pendientes de derechos no consuntivos, se trabajó sobre la base de la información proporcionada por la DGA, la que fue extraída del Catastro Público de Aguas y contabiliza las solicitudes pendientes ingresadas a Catastro hasta Julio de 2013. De ésta, se seleccionaron las solicitudes correspondientes a derechos tipo ND en el análisis a indicación del mandante.

El análisis se desarrolló depurando la información de las solicitudes y proyectando la ubicación de las coordenadas en el SIG en desarrollo. De la revisión de esta información, se detectaron las siguientes situaciones:

- Solicitudes sin coordenadas.
- Solicitudes con coordenadas anómalas en puntos de captación y/o de restitución.
- Solicitudes con los 12 meses del año con caudal nulo.

Estas situaciones fueron informadas a la DGA, y aclaradas en su gran mayoría.

Para la identificación de las solicitudes, con el código del expediente, tipo ND-XXXX-YYYY², y el número de la solicitud, que es un número de orden (1, 2, etc.), se creó un código compuesto del tipo: ND-XXXX-YYYY-NN, donde "NN" es el número de la solicitud del expediente³. y puede tener más de un dígito. Esta codificación es simple y tiene la ventaja de autocontener la identificación completa de una solicitud determinada, por lo que se utilizó al presentar la información.

Bajo la base de que los puntos de captación y restitución de los derechos pertenecen a una misma subsubcuenca, se trabajó con la proyección de los puntos de restitución de las solicitudes. Esto, porque el área potencial de afectación por el otorgamiento de un derecho no consuntivo queda

² Los últimos dígitos del código (YYYY) para el conjunto de solicitudes en estudio, contienen 4 dígitos con algunas excepciones de 3 dígitos para homogeneizar el número de caracteres. En este último caso, se antepuso un 0, es decir, el código queda del tipo ND-XXXX-0YYY.

³ Similar al conjunto de dígitos al final del código del expediente, para los números de solicitudes inferiores a 10, se antepuso un 0, de manera de tener para todas las solicitudes un código de igual número de caracteres (15).

determinada por ese punto (ya que incluye al área de afectación que define el punto de captación). Una vez proyectados estos puntos a través del SIG, pudo identificarse la subsubcuenca donde se emplazan.

En el área de estudio, se identificaron un total de 149 subsubcuencas con solicitudes de derechos no consuntivos, de las cuales 52 pertenecen a la región del Maule y 97 a la región del Bío Bío⁴.

Es importante destacar que en la Región del Bío Bío, el río Diguillín y sus afluentes están declarados agotados (Res. DGA N° 158 del 21 de Abril de 1994). Además, el río Laja y sus afluentes también están declarados agotados en fecha 25 de Agosto de 1952.

Lo señalado significa que en esas cuencas no es factible reservar caudal, de modo que en el presente estudio no serán analizadas.

En el plano 4-2 se indica el área de las cuencas del Diguillín y Laja que se encuentran declaradas agotadas.

Se han descartado aquellas subsubcuencas que se encuentran agotadas. Los resultados pueden apreciarse en los planos adjuntos N°4-1 y N°4-2, los que fueron elaborados a nivel regional.

En los cuadros que se incluyen a continuación, se presentan los códigos y nombres para las cuencas, subcuencas y subsubcuencas en las que se ubican solicitudes de derechos no consuntivos, y la cantidad de solicitudes pendientes de derechos no consuntivos, con expediente tipo ND. En adelante, para efectos prácticos, en general se indicarán las subsubcuencas, subcuencas y cuencas con los códigos DGA que las identifican.

⁴ Parte de la cuenca 083 de la región del Bío Bío traspasa el límite regional, ubicándose parcialmente en la región de La Araucanía. Esta área fue incluida en el análisis.

CUADRO 4-1
SUBSUBCUENCAS CON DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE,
CUENCAS 071, 073 Y 074- REGIÓN DEL MAULE

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	N° Solicitudes DNC (1)	
071 Rio Mataquito	0710 Rio Teno	07100 Rio Teno bajo junta Rio del Pellejo	8	
		07101 Rio Teno Entre Rio del Pellejo y Bajo Junta Rio del Infiernillo	31	
		07102 Rio Teno entre Rio del Infiernillo y Rio Claro	17	
		07103 Rio Claro	26	
		07104 Rio Teno Entre Rio Claro y Bajo Junta Estero Sin Nombre	20	
		07106 Rio Teno Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Tillicura	8	
	0711 Rio Lontue	07110 Rio Colorado bajo junta Valle Grande	07110 Rio Colorado bajo junta Valle Grande	1
			07111 Rio Colorado Entre Valle Grande y Bajo Estero Las Mula	9
			07112 Rio Colorado Entre Estero Las Mulas y Rio Palos	13
			07113 Rio Palos Hasta Junta Estero Volcan	27
			07114 Estero Volcan	10
			07115 Rio Palos entre Estero Volcan y Rio Colorado	6
			07116 Estero Upeo	2
			07117 Rio Lontue Entre Junta Rios Colorado y Palos y Estero Guaiquillo	19
			07118 Estero Guaiquillo	2
07119 Rio Lontue Entre Estero Guaiquillo y Rio Teno	1			
0712 Rio Mataquito	07125 Rio Mataquito Entre Estero Curepto y Desembocadura	2		
073 Rio Maule	0730 Rio Maule Alto (Hasta antes junta Rio Melado)	07301 Rio Maule Entre Desague Laguna del Maule y Rio Puelche	35	
		07302 Rio Puelche	3	
		07303 Rio Maule entre Rio Puelche y Rio Cipreses	3	
		07304 Rio Barroso	7	
		07305 Rio de La Invernada	10	
		07307 Rio Maule entre Rio Cipreses y Rio Curillinque	10	
		07308 Rio Maule entre Rio Curillinque y Rio Melado	4	
		0731 Rio Melado	07310 Rio Guaiquivilo Hasta Junta Estero Perales y Cajon Troncosa	07310 Rio Guaiquivilo Hasta Junta Estero Perales y Cajon Troncosa
	07311 Estero Perales y Cajon Troncosa			10
	07312 Rio Guaiquivilo Entre Estero Perales, Cajon Troncosa y Rio Relbun			15
	07313 Rio Relbun			7
	07314 Rio Guaiquivilo Entre Estero Relbun y Rio de La Puente			13
	07315 Rio de La Puente			8
	07316 Rio Melado Entre Rio de La Puente y Bajo Junta Estero El Toro			5
	07317 Rio Melado Entre Estero El Toro y Rio Maule			9
	0732 Maule Medio	07320 Rio Claro	07320 Rio Claro	7
			07322 Rio Maule Entre Muro Embalse Colbun y Rio Loncomilla	5
	0733 Perquilauquen Alto	07330 Rio Perquilauquen hasta junta Rio Cato	07330 Rio Perquilauquen hasta junta Rio Cato	23
			07331 Rio Cato	2
			07337 Rio Tutuven	1
	0735 Rio Loncomilla	07350 Rio Longavi bajo junta Rio Bullileo	07350 Rio Longavi bajo junta Rio Bullileo	40
			07351 Rio Longavi Entre Rio Bullileo y Rio Loncomilla (excepto Rio Liguay)	1
			07353 Rio Achibueno Bajo Junta Estero de Pejerreyes	5
			07354 Rio Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Rio Ancoa	7
			07355 Rio Ancoa	19
			07358 Rio Putagan	2
			07359 Rio Loncomilla entre Rio Putagan y Rio Maule	1
	0737 Rio Claro	07370 Rio Claro Hasta Estero Sin Nombre	07370 Rio Claro Hasta Estero Sin Nombre	25
			07371 Rio Claro Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Carreton	2
			07374 Rio Lircay Hasta Estero Picazo	2
07375 Estero Picazo			2	
07376 Rio Lircay Entre Estero Picazo y Rio Claro			2	
07378 Estero Piduco			3	
07379 Rio Claro Entre Estero Piduco y Rio Maule			2	
074 Costeras Maule y Limite Region			0740 Costeras entre Quebrada Honda y Rio Reloca	07400 Costeras entre Quebrada Honda y Rio Reloca

Nota (1): DNC = Derechos No Consuntivos

**CUADRO 4-2
SUBSUBCUENCAS CON DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE,
CUENCAS 081 Y 082 - REGIÓN DEL BÍO BÍO**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	N° Solicitudes DNC (1)
081 Río Itata	0810 Doble Alto	08100 Río Nuble hasta abajo Río Las Minas	3
		08101 Río Nuble entre Río Las Minas y Río Los Sauces	13
		08102 Río Los Sauces hasta Cajón González	6
		08103 Cajón González	14
		08104 Río Los Sauces Entre Cajón González y Río Nuble	2
		08105 Río Nuble Entre Río Los Sauces y Bajo Estero Bullileo	46
	08106 Río Nuble Entre Estero Bullileo y Bajo Junta Estero Pangue	21	
	0811 Doble Bajo	08110 Río Nuble Entre Estero Pangue y Río Cato	13
		08111 Río Cato en junta Río Nublinto	9
		08112 Río Nublinto	7
		08113 Río Cato entre arriba Río Nublinto y bajo junta E.Coihueco	2
		08115 Río Nuble Entre Río Cato y Río Chillán	4
		08116 Río Chillán Hasta Bajo Junta Estero Peladillas	18
	08117 Río Chillán Entre Estero Peladillas y Río Nuble	11	
	0812 Río Itata Alto (Hasta Río Diguillín)	08120 Río Cholguan Bajo Junta Estero Villagran	26
		08121 Estero Cholguan Entre Estero Villagran y Río Huepil	28
		08122 Río Huepil	15
		08123 Río Itata Entre Río Huepil y Bajo Estero Chillancito	1
	08124 Río Itata entre Estero Trilaleo y Río Diguillín	8	
0813 Itata Medio	08133 Río Itata entre Río Diguillín y Estero Coyanco	4	
0814 Itata Bajo	08140 Río Itata Entre Río Nuble Bajo Estero Chudal	5	
	08141 Río Itata Entre Estero Chudal y Río Lonquen	1	
	08142 Río Lonquen Hasta Estero Itrinque	1	
	08145 Río Itata entre Río Lonquen y desembocadura	3	
082 Costeras e Islas entre Río Itata y Río Bio-Bio	0820 Costeras entre R. Itata y R. Pingueral (Incl.)	08200 Costeras Entre Río Itata y Río Pingueral (Incluido)	1

Nota (1): DNC = Derechos No Consuntivos

CUADRO 4-3
SUBSUBCUENCAS CON DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE,
CUENCA 083 - REGIÓN DEL BÍO BÍO

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	N° Solicitudes DNC (1)
083 Río Bio-Bio	0830 Río Bio-Bio Alto (Hasta después junta Río Lamin)	08300 Río Bio-Bio Hasta Bajo Junta Río Rucañuco	1
		08301 Río Bio-Bio Entre Río Rucañuco y Río Pehuenco	3
		08302 Río Bio-Bio Entre Arriba Junta Río Pehuenco y Bajo Río Pichipehuenco	2
		08303 Río Bio-Bio Entre Río Pichipehuenco y Río Lonquimay	9
		08304 Río Lonquimay	12
		08305 Río Rahue	12
		08306 Río Bio-Bio entre Río Lonquimay y Río Ranquil	3
		08307 Río Bio-Bio Entre Arriba Junta Río Ranquil y Río Lamin	7
		08308 Río Lamin	37
	0831 Río Bio-Bio entre Río Ranquil y Río Duqueco	08310 Río Loico en junta Río Villacura	1
		08312 Río Bio-Bio Entre Río Ranquil y Bajo Junta Río Butaco	25
		08313 Río Bio-Bio entre Río Butaco y Río Queuco	24
		08315 Río Queuco entre Río Niremetun y Río Bio-Bio	12
		08316 Río Huequecura	49
		08317 Río Bio-Bio entre Río Queuco y Río Lirquen	46
		08318 Río Bio-Bio Entre Río Lirquen y Bajo Estero Pile (Calbuco)	4
		08319 Río Bio-Bio Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco	12
	0832 Río Duqueco	08320 Río Duqueco Hasta Bajo Estero Paulin	12
		08321 Río Duqueco Entre Estero Paulin y Bajo Estero Cañicura	8
		08322 Río Duqueco Entre Estero Cañicura y Bajo Río Quilleco	6
		08323 Río Duqueco Entre Estero Quilleco y Río Coreo	5
	08324 Río Duqueco entre bajo Río Coreo y Río Bio-Bio	5	
	0833 Río Bio-Bio entre Río Duqueco y Río Vergara	08330 Río Mulchen hasta junta Río Bureo	15
		08331 Río Bureo Hasta Bajo Estero Pichibureo	3
		08332 Río Bureo entre Río Pichibureo y Río Mulchen	2
		08333 Río Bureo entre Río Mulchen y Río Bio-Bio	4
	08334 Río Bio-Bio Entre Río Duqueco, Río Mulchen y Río Vergara	2	
	0834 Río Renaico	08340 Río Renaico hasta bajo junta Río Amargo	27
		08341 Río Renaico Entre Río Amargo y Bajo Estero Luanrelun	15
		08342 Río Renaico entre Río Luanrelun y Río Mininco	9
		08343 Río Mininco	2
	0835 Ríos Malleco y Vergara	08350 Río Malleco hasta bajo junta Río Niblinto	1
		08351 Río Malleco Entre Río Niblinto y Estero Cherquenco	1
		08352 Río Malleco Entre Bajo Estero Cherquenco y Río Rahue	2
		08356 Río Rehue Entre Arriba Estero Romulhueco y Río Malleco	1
		08357 Río Ricoiquen	3
		08358 Río Malleco entre Río Rahue y Río Renaico	1
	0836 Río Bio-Bio entre Río Vergara y Río Laja	08360 Río Coihue y Río Esperanza	3
		08361 Río Culenco	1
		08362 Río Toboleo Entre Junta Ríos Coihue y Esperanza y Río Bio-Bio	1
		08363 Río Bio-Bio entre Río Vergara y Río Guaqui	7
		08364 Río Guaqui hasta Río Raninco	4
		08365 Río Raninco	2
08366 Río Guaqui entre Río Raninco y Río Bio-Bio	3		
0838 Laja Bajo	08380 Río Laja Entre Río Rucue y Estero Alcapan	10	
	08381 Río Laja Entre Arriba Estero Alcapan y Río Caliboro	12	
	08382 Río Caliboro	8	
	08383 Río Laja entre Río Caliboro y Río Claro	4	
	08385 Río Claro Entre Arriba Estero Coihueco y Río Laja	1	
0839 Río Bio-Bio Bajo	08390 Río Bio-Bio Entre Río Laja y Bajo Junta Río Gomero	2	
	08391 Río Bio-Bio Entre Río Gomero y Estero Quillacoya	3	
	08393 Río Bio-Bio Entre Estero Quillacoya y Bajo Estero Hualqui	1	

Nota (1): DNC = Derechos No Consuntivos

CUADRO 4-4
SUBSUBCUENCAS CON DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE,
CUENCAS 085, 087, 088 Y 089 - REGIÓN DEL BÍO BÍO

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	N° Solicitudes DNC (1)
085 Rio Carampangue	0850 Rio Carampangue hasta bajo junta Estero Animas	08500 Rio Carampangue Hasta abajo Estero Animas	2
	0851 Rio Carampangue entre Estero Animas y Rio Colorado	08510 Rio Carampangue Entre Estero Animas y Rio Colorado	1
	0852 Rio Lia	08520 Rio Lia	2
	0853 R. Carampangue entre arriba R. Colorado y desembocadura	08530 Rio Carampangue Entre Arriba Rio Colorado y Desembocadura	5
087 Rio Lebu	0870 Rio Curanilahue	08700 Rio Descabezado hasta junta Rio Curanilahue	1
	0871 Rio Pilpilco	08701 Rio Curanilahue entre Rio Descabezado y Rio Lebu	10
		08710 Rio Pilpilco	2
	0872 R. Lebu entre junta rios Curanilahue y Pilpilco y desembocadura	08720 Rio Lebu Entre Junta Rios Curanilahue, Pilpilco y Desembocadura	4
088 Costeras Lebu-Paicavi	0882 Rio Paicavi	08820 Rio Tucapel (Caramavida) hasta Rio Leiva	4
		08821 Rio Leiva (Caicupil , Butamatal)	9
		08822 Rio Peleco Entre Junta Rios Tucapel y Leiva y Desague Lago Lanalhue	4
089 Costeras e Islas entre R.Paicavi y Limite Region	0893 Rio Tirua	08930 Rio Tirua	1

Nota (1): DNC = Derechos No Consuntivos

5. SUBSUBCUENCAS CON SOLICITUDES DE DERECHOS NO CONSUNTIVOS Y POBLACIÓN SIN COBERTURA DE AGUA POTABLE

Del conjunto de subsubcuencas identificadas en el capítulo anterior, se identifican aquellas en cuyo territorio se emplazan localidades sin cobertura de agua potable. Para ello, se utilizó la información georreferenciada de las localidades contenidas en el SIG del estudio SIT DGA N°116 del año 2006 (ver acápite 2.1.1.), donde se distinguen aquellas sin cobertura de agua potable. La gran mayoría de estas localidades corresponde a pequeños poblados dispersos identificados por el INE en la categoría de caseríos.

En las tablas siguientes se presentan las subsubcuencas en cuyo territorio se emplacen solicitudes de derechos no consuntivos en trámite y localidades sin cobertura de agua potable:

**CUADRO 5-1
SUBSUBCUENCAS CON SOLICITUDES DE DERECHOS NO
CONSUNTIVOS EN TRÁMITE Y CON POBLACIÓN SIN COBERTURA
DE AGUA POTABLE - REGIÓN DEL MAULE**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Nº Solicitudes	Nº Localidades s/cobertura AP
071: Río Mataquito	0710	07100 Río Teno bajo junta Río del Pellejo	8	1
		07103 Río Claro	26	1
		07104 Río Teno Entre Río Claro y Bajo Junta Estero Sin Nombre	20	4
		07106 Río Teno Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Tilicura	8	60
	0711	07111 Río Colorado Entre Valle Grande y Bajo Estero Las Mula	9	2
		07116 Estero Upeo	2	9
		07117 Río Lontué Entre Junta Ríos Colorado y Palos y Estero Guaiquillo	19	26
		07118 Estero Guaiquillo	2	30
		07119 Río Lontue Entre Estero Guaiquillo y Río Teno	1	31
	0712	07125 Río Mataquito Entre Estero Curepto y Desembocadura	2	2
	073: Río Maule	0730	07301 Río Maule Entre Desagüe Laguna del Maule y Río Puelche	35
07303 Río Maule entre Río Puelche y Río Cipreses			3	1
07316 Río Melado Entre Río de La Puente y Bajo Junta Estero El Toro			5	2
07317 Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule			9	4
0732		07322 Río Maule Entre Muro Embalse Colbún y Río Loncomilla	5	30
0733		07330 Río Perquillauquén hasta junta Río Cato	23	1
		07331 Río Cato	2	3
		07337 Río Tutuvén	1	3
0735		07350 Río Longaví bajo junta Río Bullileo	40	4
		07351 Río Longaví Entre Río Bullileo y Río Loncomilla (excepto Río Liguay)	1	11
		07353 Río Achibueno Bajo Junta Estero de Pejerreyes	5	1
		07354 Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancoa	7	18
		07355 Río Ancoa	19	12
		07358 Río Putagán	2	108
		07359 Río Loncomilla entre Río Putagán y Río Maule	1	32
0737		07370 Río Claro Hasta Estero Sin Nombre	25	5
		07371 Río Claro Entre Estero Sin Nombre y Bajo Junta Estero Carretón	2	2
		07374 Río Lircay Hasta Estero Picazo	2	14
		07375 Estero Picazo	2	6
		07376 Río Lircay Entre Estero Picazo y Río Claro	2	23
	07378 Estero Piduco	3	33	
	07379 Río Claro Entre Estero Piduco y Río Maule	2	20	
074: Costeras Maule y Limite Región	0740	07400 Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca	1	8

CUADRO 5-2
SUBSUBCUENCAS CON SOLICITUDES DE DERECHOS NO
CONSUNTIVOS EN TRÁMITE Y CON POBLACIÓN SIN COBERTURA
DE AGUA POTABLE - REGIÓN DEL BÍO BÍO

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Nº Solicitudes	Nº Localidades S/ Cobertura AP	
081: Río Itata	0810	08106	Río Ñuble Entre Estero Bullileo y Bajo Junta Estero Pangue	21	4
		08110	Río Ñuble Entre Estero Pangue y Río Cato	13	18
	0811	08111	Río Cato en junta Río Niblinto	9	1
		08112	Río Nublinta	7	2
		08113	Río Cato entre arriba Río Niblinta y bajo junta E. Coihueco	2	18
		08115	Río Ñuble Entre Río Cato y Río Chillán	4	12
		08116	Río Chillán Hasta Bajo Junta Estero Peladillas	18	4
		08117	Río Chillán Entre Estero Peladillas y Río Ñuble	11	35
	0812	08120	Río Cholguan Bajo Junta Estero Villagran	26	1
		08121	Estero Cholguan Entre Estero Villagran y Río Huepil	28	2
		08123	Río Itata Entre Río Huepil y Bajo Estero Chillancito	1	4
		08124	Río Itata entre Estero Trilaleo y Río Diguillin	8	3
	0813	08133	Río Itata entre Río Diguillin y Estero Coyanco	4	13
	0814	08140	Río Itata Entre Río Ñuble Bajo Estero Chudal	5	23
		08141	Río Itata Entre Estero Chudal y Río Lonquén	1	8
08142		Río Lonquen Hasta Estero Itrinque	1	11	
08145		Río Itata entre Río Lonquen y desembocadura	3	5	
082: Costeras e Islas entre Río Itata y Río Bio-Bio	0820	08200	Costeras Entre Río Itata y Río Pingueral (Incluido)	1	7
083: Río Bio-Bio	0830	08304	Río Lonquimay	12	1
		08310	Río Lolco en junta Río Villacura	1	1
	0831	08315	Río Queuco entre Río Niremetun y Río Bio-Bio	12	1
		08319	Río Bio-Bio Entre Estero Pile (Calbuco) y Río Duqueco	12	1
	0832	08322	Río Duqueco Entre Estero Cañicura y Bajo Río Quilleco	6	1
		08323	Río Duqueco Entre Estero Quilleco y Río Coreo	5	5
		08324	Río Duqueco entre bajo Río Coreo y Río Bio-Bio	5	10
	0833	08332	Río Bureo entre Río Pichibureo y Río Mulchen	2	1
		08333	Río Bureo entre Río Mulchen y Río Bio-Bio	4	3
		08334	Río Bio-Bio Entre Río Duqueco, Río Mulchen y Río Vergara	2	4
	0834	08340	Río Renaico hasta bajo junta Río Amargo	27	1
		08341	Río Renaico Entre Río Amargo y Bajo Estero Luanrelun	15	1
	0835	08358	Río Malleco entre Río Rahue y Río Renaico	1	1
	0836	08364	Río Guaqui hasta Río Raninco	4	10
		08365	Río Raninco	2	5
		08366	Río Guaqui entre Río Raninco y Río Bio-Bio	3	14
	0838	08380	Río Laja Entre Río Rucue y Estero Alcapan	10	1
		08381	Río Laja Entre Arriba Estero Alcapan y Río Caliboro	12	2
		08382	Río Caliboro	8	2
		08383	Río Laja entre Río Caliboro y Río Claro	4	2
08385		Río Claro Entre Arriba Estero Coihueco y Río Laja	1	7	
0839	08390	Río Bio-Bio Entre Río Laja y Bajo Junta Río Gomeró	2	3	
085: Río Carampangue	0852	08520	Río Lia	2	1
	0853	08530	Río Carampangue Entre Arriba Río Colorado y Desembocadura	5	4
087: Río Lebu	0870	08700	Río Descabezado hasta junta Río Curanilahue	1	1
		08701	Río Curanilahue entre Río Descabezado y Río Lebu	10	2
	0871	08710	Río Pilpilco	2	1
	0872	08720	Río Lebu Entre Junta Ríos Curanilahue, Pilpilco y Desembocadura	4	2
088: Costeras Lebu-Paicavi	0882	08820	Río Tucapel (Caramávida) hasta Río Leiva	4	1
		08821	Río Leiva (Caicupil , Butamalal)	9	7
		08822	Río Peleco Entre Junta Ríos Tucapel y Leiva y Desagüe Lago Lanalhue	4	5

6. IDENTIFICACIÓN DE CUENCAS COSTERAS CON POBLACIÓN SIN COBERTURA DE AGUA POTABLE

En las Bases de este estudio, la DGA solicitó identificar los acuíferos, especialmente aquellos ubicados en cuencas costeras del área de estudio, con el objetivo de analizar su situación de disponibilidad para eventualmente constituir caudales de reserva.

El principal interés es revisar aquellas zonas donde se tiene menor disponibilidad de recursos superficiales permanentes - como es el caso de las cuencas costeras - que pudieran destinarse a abastecimiento de la población. Debido a la menor disponibilidad de recursos superficiales que se dan en estas zonas, es que la idea es, eventualmente, reservar aguas subterráneas.

En el área de estudio, no existe restricción de constitución de nuevos derechos de aguas subterráneas, por lo que, en teoría, existiría disponibilidad de recursos subterráneos para eventualmente constituir reservas. Sin embargo, en las zonas costeras, no existen estudios que den cuenta con capacidades de acuíferos.

Por lo anterior, se han identificado aquellas subsubcuencas costeras donde existiría una potencial demanda de reserva de caudales, de manera que sea posible determinar las demandas potenciales sobre dichos acuíferos.

Las subsubcuencas pertenecientes a las cuencas definidas como costeras con localidades sin abastecimiento de agua potable, se ubican en la Región del Bío Bío, y se presentan a continuación:

**CUADRO 6-1
SUBSUBCUENCAS COSTERAS CON LOCALIDADES SIN COBERTURA
DE AGUA POTABLE**

Región	Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Nº Localidades Sin Cobertura	
Maule	070	0700	07000	16	
	072	0720	07200	8	
	072	0721	07210	4	
	073	0738	07384	11	
	074		0740	07400	7
			0741	07410	2
				07411	7
			0742	07420	3
			0743	07430	5
			0744	07440	17
Bío Bío	080	0800	08000	7	
		0801	08010	2	
	081	0814	08145	5	
	082		0820	08200	7
			0821	08210	9
			0822	08220	16
			0823	08230	2
	083	0839	08394	3	
	084		0841	08410	8
			0842	08420	12
			0843	08430	2
	085		0852	08520	1
			0853	08530	4
	086		0860	08600	4
			0861	08610	2
			0862	08620	2
			0863	08630	3
	087		0870	08700	1
				08701	2
			0871	08710	1
			0872	08720	2
	088		0880	08800	6
			0881	08810	2
			0882	08820	1
				08821	7
				08822	5
	08823	1			

7. DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN

7.1. Descarte de Solicitudes y Localidades

Los resultados obtenidos en los capítulos precedentes arrojan resultados a nivel de subsubcuenca, de acuerdo a los alcances iniciales planteados para el presente estudio. Sin embargo, si se analiza la relación espacial entre los puntos de restitución de las solicitudes y las localidades sin cobertura dentro de cada subsubcuenca en estudio, se puede apreciar que una parte importante de la información no estaría generando la situación de reserva de caudales. Esto, por no haber la relación espacial necesaria (ubicación relativa aguas arriba - aguas abajo respecto a un cauce), entre solicitudes y localidades que defina la potencial afectación a la población a causa del otorgamiento de derechos de agua.

Dado lo anterior y con el objetivo de lograr un resultado de mayor precisión, se optó, en acuerdo con el DARH, por realizar una depuración de la información en cada una de las subsubcuencas. Esta depuración consistió en el descarte de:

- Las solicitudes de derechos no consuntivos cuyo punto de restitución se ubicara de manera tal, que no existieran localidades sin cobertura de agua potable aguas arriba en la cuenca hidrológica del punto (solicitudes que no afectarían a la población).
- Las localidades sin cobertura cuya ubicación es tal, que no serían afectadas por solicitudes de derechos no consuntivos por no existir puntos de restitución solicitados aguas abajo de esas localidades (localidades que no serían afectadas por otorgamiento de solicitudes).

De este modo, el universo de localidades sin cobertura y de solicitudes de derechos no consuntivos se redujo en forma importante, incluso quedando fuera del análisis algunas de las subsubcuencas.

7.2. Descarte por Actualización de Cobertura y Corrección de Ubicación de Localidades

7.2.1. Descarte por Actualización de Cobertura de Agua Potable

Como se ha descrito, la información georreferenciada de las localidades, así como su estado de cobertura de agua potable, se obtuvo del SIG del estudio SIT N°116, cuyo año de vigencia correspondería al 2005. Con el fin de actualizar esa información, se solicitó a la Superintendencia de

Servicios Sanitarios (SISS), las coberturas de las empresas sanitarias de las regiones estudiadas, y a las direcciones regionales de la DOH se les solicitó la información actualizada de los programas de Agua Potable Rural (APR).

La información proporcionada por la SISS en respuesta a la solicitud, consistió en una cantidad importante de archivos (más de 200) con planos escaneados, muchos de ellos que presentaban escasa legibilidad y sin una organización que pudiera facilitar una búsqueda. Se consultó a la SISS por información agregada, donde tuvieran las áreas de cobertura a nivel regional, y la respuesta fue negativa. Por lo anterior y en atención a los plazos del estudio, se descartó esa información para la actualización, contemplando en la decisión que dado el tipo de localidades, en su mayoría pequeños poblados dispersos, sería más probable que pudieran haber sido cubiertos por programas de agua potable rural (APR).

Las direcciones regionales de la DOH, a través de los Sres. René Vargas, Jefe de la Unidad Técnica de APR, región del Maule, y Erwin Muñoz, Apoyo Unidad de APR, región del Bío Bío, proporcionaron información relativa a los programas APR. Como se contó con esta información avanzado el estudio, su tratamiento se realizó como parte del proceso de depuración de la información que trata el presente capítulo.

En general, la información sobre sistemas APR recibida contiene: región, provincia, comuna, nombre del APR, número de arranques y fecha de puesta en marcha. En el caso de la región del Bío Bío, adicionalmente, incluyó las coordenadas de ubicación de la infraestructura de los sistemas, parte de la cual contenía anomalías (coordenadas fuera de la región).

Para cada región, se realizó una búsqueda de coincidencias por nombre, a través de las palabras clave, cotejando la comuna informada con la contenida en el SIG del estudio SIT N°116 y en el informe de localidades del INE. Teniendo en cuenta la existencia de localidades del mismo nombre, en una misma comuna, también se tuvo a la vista como un elemento de decisión adicional, el tamaño de la población informado por el INE en comparación con el número de arranques informado por la DOH. En el caso de la región del Bío Bío, se contó además con las coordenadas, para buena parte de la información, lo que aportó un mayor grado de certeza en la definición de coincidencias.

A continuación, se presentan las localidades que en el SIG del estudio SIT N°116 están informadas como sin cobertura de agua potable, y que fueron identificadas como sistemas APR actualmente en operación:

**CUADRO 7.2.1-1
LOCALIDADES IDENTIFICADAS COMO SISTEMAS APR
REGIÓN DEL MAULE**

Localidad	Comuna	Población Censo 2002
SAN VALENTIN	Talca	381
DUAO	Maule	678
LAGUNILLAS	Pelarco	111
LA VEGA	Río Claro	137
CASAS VIEJAS	San Clemente	225
SANTA ELENA	San Clemente	237
SAN FRANCISCO	San Clemente	72
EL OLIVAR	San Clemente	252
CORRALONES (P)	San Clemente	516
LOS NOGALES	San Clemente	36
LA VEGA	Curicó	15
CORRAL DE PEREZ	Curicó	147
EL YACAL	Molina	76
EL YACAL SUR	Molina	8
GUAICO DOS-SAN MANUEL	Romeral	726
LOS MAQUIS	Romeral	48
SANTA ELENA	Teno	200
SANTA ROSA	Teno	1132
SAN JOSE EL MOLINO	Teno	135
LA LAGUNA	Teno	604
SAN JOSE	Teno	292
SECTOR EMBALSE ANCOA	Linares	23
RABONES	Colbún	167
BALLICA NORTE (P)	Linares	93

**CUADRO 7.2.1-2
LOCALIDADES IDENTIFICADAS COMO SISTEMAS APR
REGIÓN DEL BÍO BÍO**

Localidad	Comuna	Población Censo 2002
COLICO NORTE	Curanilahue	192
SANTA FE	Los Álamos	0
VICTORIA DE LA CANDELARIA	Los Ángeles	596
LAS QUILAS	Los Ángeles	131
SANTA CLARA	Los Ángeles	307
LA MONTANA	Los Ángeles	442
SAN LUIS	Los Ángeles	199
SOL DE RARINCO	Los Ángeles	91
CHARRUA SUR	Cabrero	78
CACHAPOAL	Laja	153
LA AGUADA	Laja	24
RANCHILLO	Yungay	319
RALCO	Antuco	1094
LAS MARIPOSAS	Chillán	955
LA VEGA	Chillán	439
CRUCE DE RANGUELMO	Coelemu	126
MEIPO	Coelemu	126
CHILLINHUE	Coihueco	135
AGUA BUENA	Ránquil	42
SAN IGNACIO DE PALOMARES (P)	San Carlos	260
MUTICURA ORIENTE	San Carlos	103
EL MANZANO (P)	San Nicolás	280
EL PORTAL DE LA LUNA	San Nicolás	85

7.2.2. Corrección de ubicación de Localidades

A modo de chequeo, se realizó una comparación entre las comunas y distritos donde se emplazan las localidades en el SIG del SIT N°116, con lo señalado por el INE en su informe "Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos". Se detectó un número relevante de casos en que no coincidía la comuna, o de coincidir la comuna, no coincidía el distrito. Esta comparación tuvo la complejidad de que las localidades sólo están identificadas en el informe del INE con el nombre, sin un código asociado, y se pudo constatar, que existen varias localidades con el mismo nombre, incluso dentro de la misma comuna o distrito.

Con el listado de localidades identificadas como la misma pero ubicadas en distintas comunas o distritos al comparar con el informe del INE, se utilizó la información contenida en los planos distritales escaneados que fueron facilitados por el INE, con lo que se pudo corregir la ubicación de las localidades que se revisaron.

Al corregir la georreferenciación de localidades, algunas de éstas quedaron fuera de las subsubcuencas en análisis, o en una ubicación tal, que no se verían afectadas por el otorgamiento eventual de derechos no consuntivos.

7.3. Incorporación de Información de Caudales

De la información del Catastro Público de Aguas actualizado a Julio de 2013, una parte importante de la información de las solicitudes contenía caudales solicitados nulos para los 12 meses del año. Esto fue aclarado por la DGA en la segunda etapa del estudio, y la información fue incorporada a los análisis a partir del proceso de depuración.

7.4. Resultados de la Depuración

Como resultado de los procesos de depuración descritos, se eliminaron del análisis una parte importante de las solicitudes y de las localidades inicialmente consideradas. En el cuadro siguiente, se muestran las cantidades asociadas de modo de representar la magnitud del descarte:

**CUADRO 7.4-1
COMPARACIÓN INFORMACIÓN ANTES Y DESPUÉS DEL PROCESO DE
DEPURACIÓN**

Región	N° Localidades s/cobertura		Solicitudes Derechos NC	
	Antes Depuración	Después Depuración	Antes Depuración	Después Depuración
Maule	817	114	294	110
Bío Bío	532	117	491	126
Araucanía	10	3	21	4

En los planos adjuntos N°7.1-1 y N°7.1-2 pueden apreciarse aquellas solicitudes y localidades que fueron descartadas con los criterios descritos (símbolos en rojo) y aquellas que permanecieron en análisis (símbolos en verde).

De modo de mostrar mayor detalle de la información, se han construido 7 planos adicionales de acercamiento, 4 para la Región del Maule (Planos 7.1-3 a 7.1-6) y 3 para la Región del Bío Bío (Planos 7.1-7 a 7.1-9).

En los cuadros siguientes, se presentan las solicitudes de derechos no consuntivos resultantes de la depuración, o de otro modo, que podrían afectar a población sin cobertura de agua potable por emplazarse ésta aguas arriba de los puntos de restitución de esas solicitudes.

CUADRO 7.4-1

Derechos No Consumtivos en Trámite y Caudales Solicitados que afectarían a Población Sin Cobertura de Agua Potable - Región del Maule

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Caudales Mensuales Solicitados - Derechos No Consumtivos (l/s)															
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic				
071	0710	07100	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	44.495	
		07104	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.000	
		07106	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	144.000	
	Subtotal Subcuenca	07116	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495	280.495
		07111	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	
		07117	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	1.195.000	
		07119	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	
	Subtotal Subcuenca	071	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210	1.205.210
		0730	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	1.485.705	
	073	Subtotal Subcuenca	07301	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500	490.500
07316			400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	
07317			1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	1.158.100	
Subtotal Subcuenca		07322	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000	369.000
		07330	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	
Subtotal Subcuenca		07331	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
		073	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	186.000	
073		Subtotal Subcuenca	07350	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000
			07351	13	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			07354	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000
	Subtotal Subcuenca	07355	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	482.000	
		07358	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	
	Subtotal Subcuenca	07370	781.013	781.013	781.013	781.006	781.000	781.000	781.000	781.004	781.011	781.012	781.010	781.010	781.014	781.013	781.013	
		0737	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	137.013	
	Subtotal Subcuenca	07374	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	
		07376	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	
	Subtotal Subcuenca	073	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	148.108	
0740		3.532.721	3.532.721	3.532.721	3.532.714	3.532.708	3.532.708	3.532.708	3.532.711	3.532.719	3.532.720	3.532.717	3.532.722	3.532.722	3.532.722			
Subtotal Subcuenca	074	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000		
	074	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000		
Total Cuenca			5.021.426	5.021.426	5.021.419	5.021.413	5.021.413	5.021.413	5.021.413	5.021.416	5.021.424	5.021.425	5.021.422	5.021.427				

CUADRO 7.4-1

Derechos No Consumitivos en Trámite y Caudales Solicitados que afectarían a Población Sin Cobertura de Agua Potable - Región del Bío Bío

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Caudales Mensuales Solicitados - Derechos No Consumitivos (l/s)													
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
081	0810	08106	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000
		Subtotal Subcuenca	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000	5.162.000
		08110	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000	3.131.000
		08112	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
		08115	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000
		08116	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000	2.497.000
		08117	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000	1.684.000
		Subtotal Subcuenca	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000	10.137.000
		08121	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000
		08123	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
		08124	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
		Subtotal Subcuenca	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000	1.486.000
		0813	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501
		Subtotal Subcuenca	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501	450.501
	08140	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	46.549	
	08141	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
	08142	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	
	08145	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	
	Subtotal Subcuenca	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	2.847.679	
	Subtotal Cuenca	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	20.083.180	
083	0830	08304	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000
		Subtotal Subcuenca	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000	123.000
		08319	12.420.120	12.420.100	12.420.090	12.420.080	12.420.140	12.420.140	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.240
		Subtotal Subcuenca	12.420.120	12.420.100	12.420.090	12.420.080	12.420.140	12.420.140	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.350	12.420.240
		08322	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
		08324	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000	2.365.000
		Subtotal Subcuenca	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000	2.415.000
		08333	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
		08334	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000	2.182.000
		Subtotal Subcuenca	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000	2.782.000
		08340	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
		08341	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200	725.200
		Subtotal Subcuenca	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200	735.200
		08364	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000
	08366	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	37.002	
	Subtotal Subcuenca	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	122.002	
	08381	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	2.082.000	
	08383	32	26	33	49	99	177	187	167	151	94	63	33	33		
	08385	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	
	Subtotal Subcuenca	2.084.032	2.084.026	2.084.033	2.084.049	2.084.099	2.084.177	2.084.187	2.084.167	2.084.151	2.084.094	2.084.063	2.084.033	2.084.033		
	Total Cuenca	2.206.034	2.206.028	2.206.035	2.206.051	2.206.101	2.206.180	2.206.190	2.206.170	2.206.155	2.206.096	2.206.064	2.206.034	2.206.034		
087	0870	08700	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	
		08701	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	
		Subtotal Subcuenca	155.000	155.000	155.000	155.000	155.000	155.000	155.000	155.000	155.000	155.000	155.000	155.000	155.000	
		08710	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	
	Subtotal Subcuenca	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000		
	Total Cuenca	305.000	305.000	305.000	305.000	305.000	305.000	305.000	305.000	305.000	305.000	305.000	305.000	305.000		
088	0882	08822	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	
	Subtotal Subcuenca	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000		
	Total Cuenca	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000		
Total Región del Bío Bío			22.604.214	22.604.207	22.604.214	22.604.231	22.604.281	22.604.370	22.604.350	22.604.334	22.604.276	22.604.244	22.604.214			

8. PRIORIZACIÓN DE SUBSUBCUENCAS

8.1. Metodología Aplicada

8.1.1. Generalidades

Para efectos de llevar a cabo la priorización de subsubcuencas, de modo que la DGA pueda tomar la decisión en cuáles subsubcuencas procederá a determinar la disponibilidad, se ha aplicado una metodología basada en una denominada "Evaluación Multicriterio". A continuación, se realiza una descripción de esta metodología.

La Evaluación Multicriterio es una herramienta facilitadora de la toma de decisiones, que considera las diferentes variables y/o criterios que estén relacionados con un objetivo central, considerando un conjunto de alternativas factibles. El método multicriterio puede ser usado para:

- Identificar una única opción de mayor preferencia.
- Clasificar las opciones (priorización).
- Lista de preselección de un número limitado de opciones, para su posterior valoración detallada.
- Para distinguir las posibilidades aceptables de las inaceptables.

En el caso del presente estudio, interesa la aplicación de la herramienta para realizar una priorización de alternativas (subsubcuencas).

8.1.2. Modelo AHP (Analytic Hierarchy Process)

Corresponde a uno de los principales modelos de decisión multicriterio discretos. Este método fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty, en 1970, y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico.

El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas.

8.1.3. Fundamentos del modelo

El método se fundamenta en la estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas), priorización de los elementos del modelo jerárquico, comparaciones pareadas entre los elementos mediante una escala determinada, evaluación de los elementos mediante una asignación

de pesos, ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados, síntesis y análisis de sensibilidad.

El método AHP posee tres principios rectores, los cual guían el proceso de evaluación:

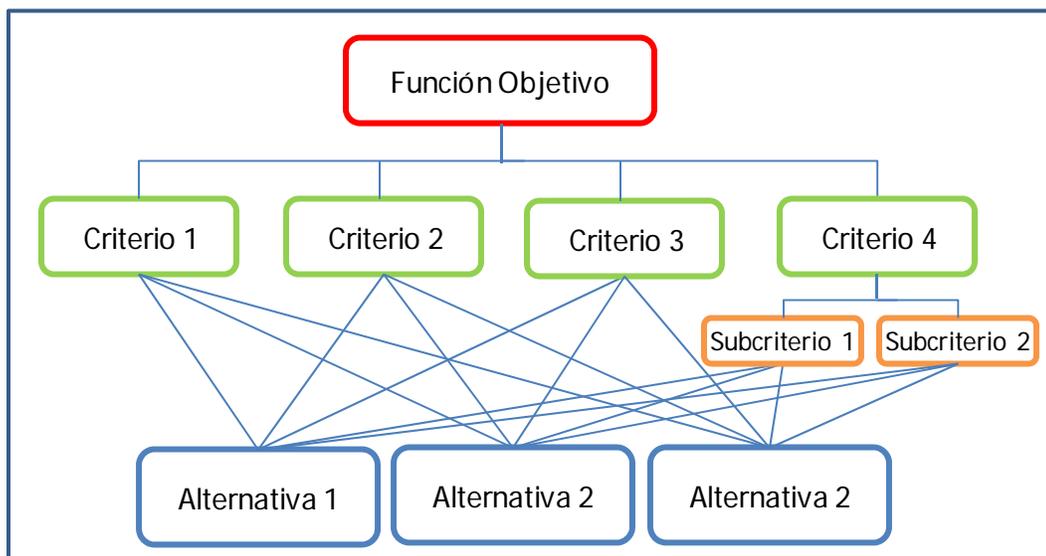
- Construcción de las jerarquías
- Establecimiento de prioridades
- Consistencia lógica

Principio 1: Construcción de Jerarquías (Esquema Jerárquico o Árbol de Decisión)

Las jerarquías que trata el método de AHP son aquellas que conducen un sistema hacia un objetivo deseado como es la priorización de elementos frente a una serie de variables. El esquema jerárquico está compuesto por:

- **Función Objetivo:** Señala el objetivo a lograr o determinar con el resultado del modelo.
- **Criterios:** Corresponden a los elementos de juicio sobre los cuales se evaluarán las alternativas.
- **Sub-Criterios:** Desagregación mayor, a partir de un conjunto de criterios complejos (Variables)
- **Alternativas:** Corresponden a un espacio solución finito, de donde se obtendrán las alternativas preferentes.

FIGURA 8.1-1
ESQUEMA ÁRBOL DE DECISIÓN



Principio 2: Establecimiento de Prioridades

La Prioridad se realiza en función de comparaciones (o juicios) en pares con respecto a un criterio dado. Se propone una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen en sus componentes.

El conjunto de estos juicios arroja la escala de intensidades de preferencias (prioridades) entre el total de elementos comparados. De esta forma es posible integrar el pensamiento lógico y otros como es el juicio proveniente de la experiencia. Saaty plantea la siguiente escala para establecer las prioridades en la comparación de los criterios:

**CUADRO 8.1-1
ESCALA DE SAATY**

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo.
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra.
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra.
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra: su predominancia se demostró con la práctica.
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara.
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes.
Recíprocos	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	Hipótesis del método.

Se pueden plantear tres tipos de comparaciones pareadas:

- a) Importancia: Apropiaada cuando se comparan criterios entre sí.
- b) Preferencia: Apropiaados cuando se comparan alternativas.
- c) Más probable: usado cuando se compara la probabilidad de los resultados, ya sea con criterios o alternativas

Principio 3: Consistencia Lógica

Este principio refleja la necesidad de que las relaciones entre los criterios y juicios aplicados sean **consistentes**, es decir, que se relacionen bien entre si y que sus relaciones muestren congruencia. La consistencia tiene relación con el grado de dispersión de los juicios de un actor. Por lo tanto la **consistencia** o juicios consistentes imponen 2 propiedades transitividad y proporcionalidad de preferencias:

- ***Transitividad:*** Deben respetarse las relaciones de orden entre los elementos, es decir, si A es mayor que C y C es mayor que B, entonces la lógica dice que A es mayor que B
- ***Proporcionalidad:*** Las proporciones entre los órdenes de magnitud de estas preferencias también deben cumplirse con un rango de error permitido. Es así que si A es 3 veces mayor que C y C es dos

veces mayor que B, entonces A debe ser 6 veces mayor que B, este sería un juicio 100% consistente, pues se cumple la relación de transitividad y de proporcionalidad.

El AHP mide la inconsistencia global de los juicios mediante la **Razón de Consistencia**, que es el resultado de la relación entre el Índice de Consistencia y el Índice Aleatorio.

- **Índice de Consistencia:** Es una medida de la desviación de consistencia de la matriz de comparaciones a pares
- **Índice Aleatorio:** Es el índice de consistencia de una matriz recíproca aleatoria, con recíprocos forzados, del mismo rango de escala 1 hasta 9.

El valor de esta **proporción de consistencia no debe superar el 10%**, para que sea evidencia de un juicio informado. Esto dependerá del tamaño de la matriz de comparación a pares.

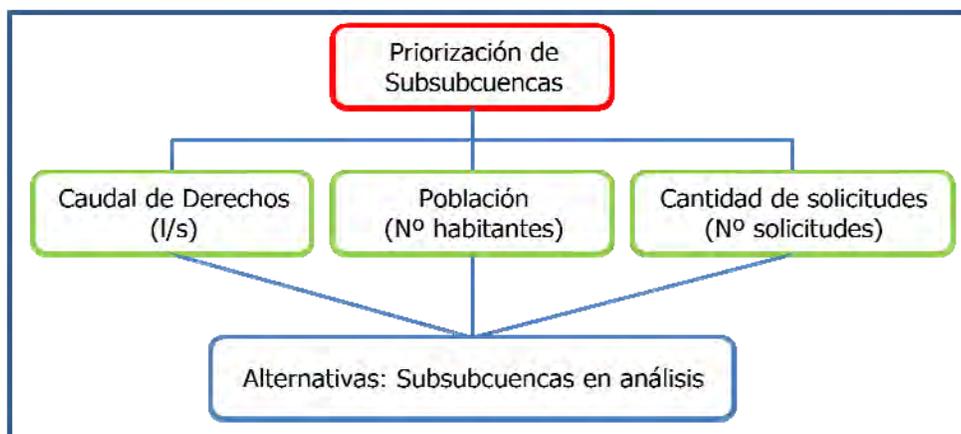
Una de las ventajas que presenta esta metodología que es posible implementar a través del software Expert Choice, facilitando todo el proceso matemático teórico que contempla el AHP.

El software permite ingresar el árbol de jerarquización planteado para la toma de decisión, realizar la comparación pareada de variables, ya que trae incorporada la escala de Saaty, además de poder ingresar escalas para ayudar a la priorización de alternativas, entregando como resultado el conjunto de alternativas por orden prioridad, para luego poder realizar un análisis de sensibilidad de las variables consideradas.

8.2. Aplicación del modelo AHP al Análisis de Priorización de Subsubcuencas

A continuación se presenta el árbol de jerarquización a utilizar en el estudio, el que se aplicará separadamente por región:

FIGURA 8.2-2
ÁRBOL DE JERARQUIZACIÓN PARA PRIORIZACIÓN
DE SUBSUBCUENCAS



- **Objetivo:** Obtener una lista priorizada, que ordene los casos de mayor a menor necesidad de estudio de la disponibilidad de recursos hídricos para las subsubcuencas en análisis. Esta lista priorizada, permitirá a la DGA seleccionar las subsubcuencas donde evaluará la disponibilidad (recursos hídricos naturales descontando los derechos otorgados y caudales ecológicos).
- **Criterios:** Se consideran tres criterios: Derechos presentes en cada sub-subcuencia (caudales l/s), Población existente en cada sub-subcuencia (nº de habitantes) y el número de solicitudes de cada sub-subcuencia (nº de solicitudes).
- **Alternativas:** Se consideran como alternativas todas aquellas sub-subcuencas consideradas para el análisis.

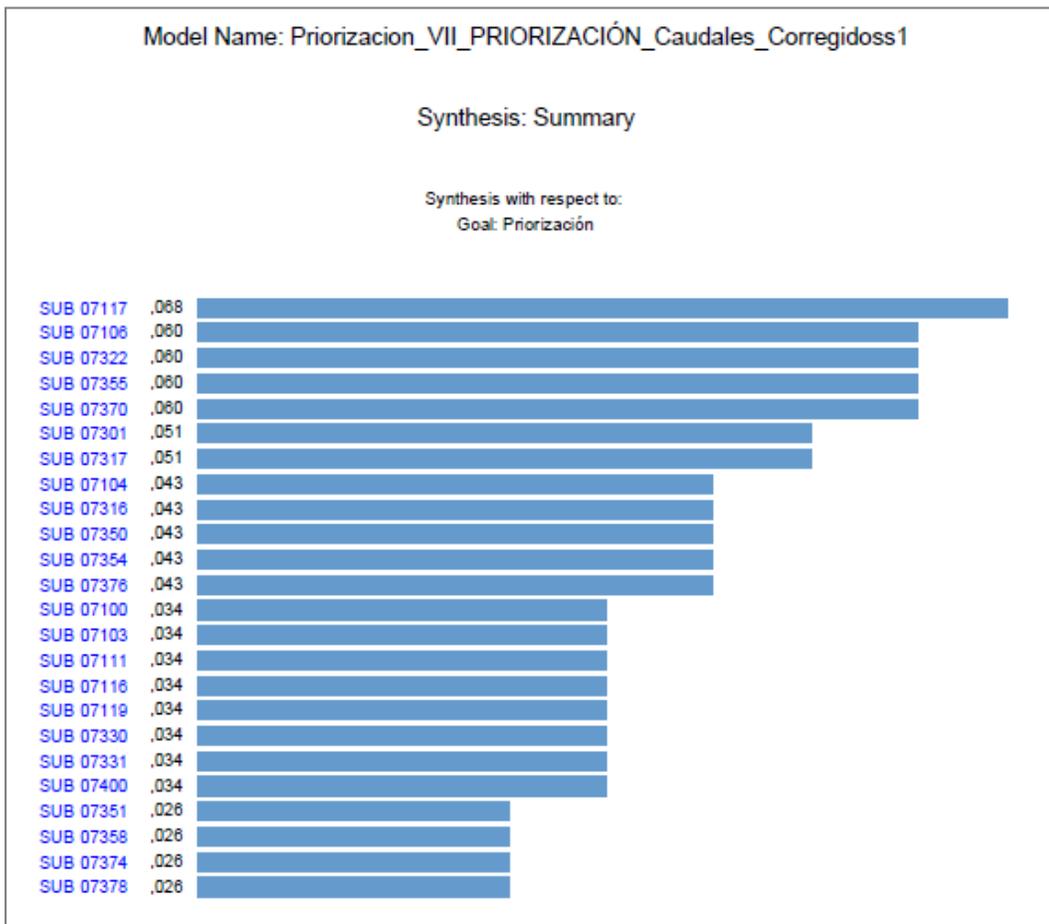
8.3. Resultados del modelo AHP en el Análisis de Priorización de Subsubcuencas.

A continuación se presentan los resultados de la priorización de subsubcuencas realizadas para las regiones del Maule y del Bío- Bío.

Las Figuras 8.3-1 y 8.3-2 se muestra el formato de salida del programa utilizado, para las regiones del Maule y Bío Bío respectivamente, la que proporciona el orden de prioridad de las subsubcuencas en análisis.

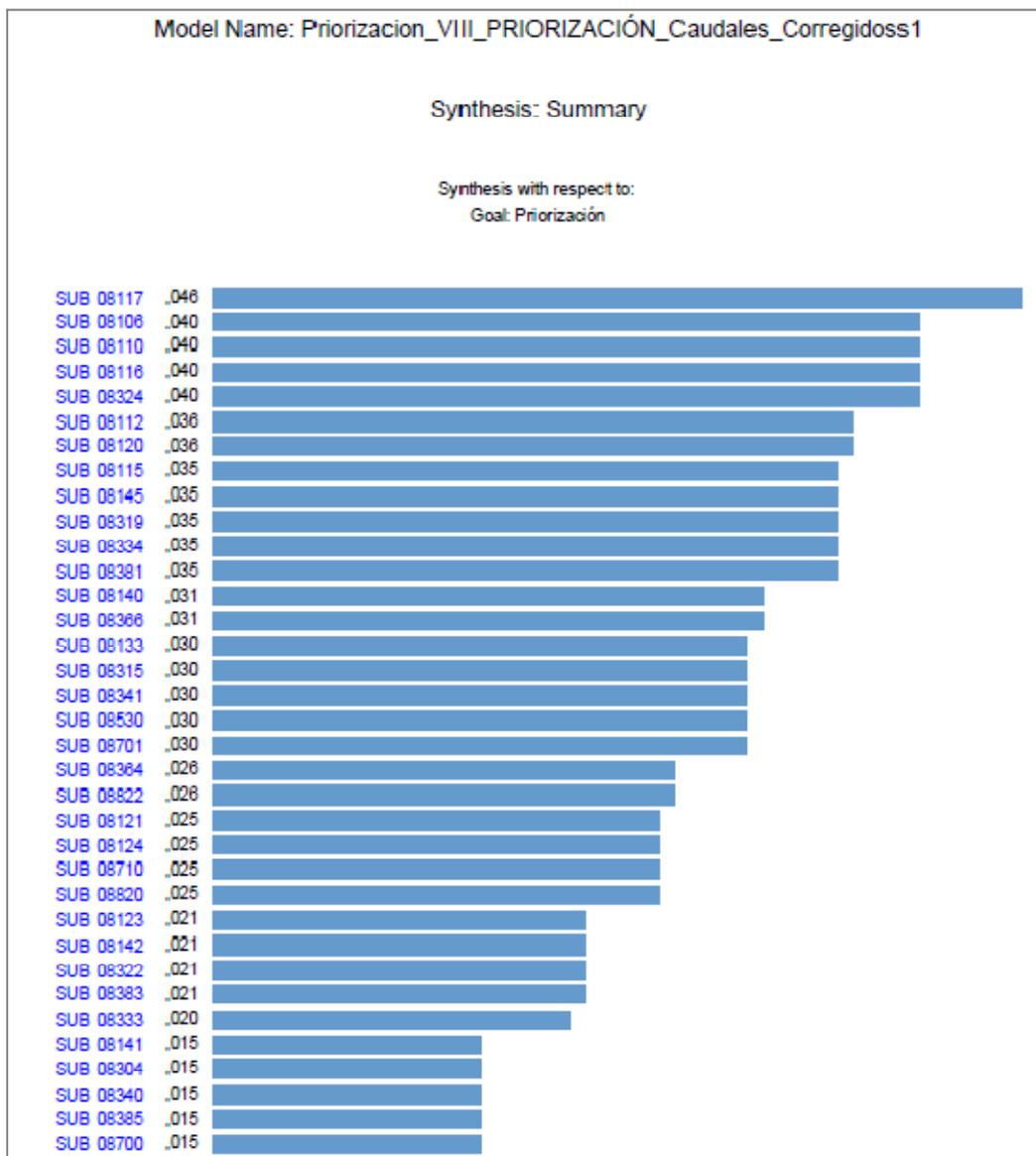
En los Planos 8.3-1 y 8.3-2 se refleja el resultado de esta priorización para cada una de las regiones involucradas en este estudio.

**FIGURA 8.3-1
RESULTADOS DEL MODELO AHP - REGIÓN DEL MAULE**



Como puede apreciarse, si se toman los dos valores mayores de la función objetivo modelada por la herramienta, los códigos de identificación de las subsubcuenas prioritarias resultantes son: 07117, 07106, 07322, 07355 y 07370.

FIGURA 8.3-2
RESULTADOS DEL MODELO AHP - REGIÓN DEL BÍO BÍO



Para la región del Bío Bío, tomando los dos valores mayores de la función objetivo, los códigos de las subsubcuencas prioritarias resultantes son: 08117, 08106, 08110, 08116 y 08324.

Los resultados obtenidos muestran coherencia con las variables (criterios) seleccionadas que intervinieron en el proceso realizado, y presentan una información de apoyo para la toma de decisión del administrador del recurso hídrico respecto a dónde avocar prioritariamente sus esfuerzos.

9. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE RESERVA

9.1. Análisis Información Encuesta CASEN

Como parte de las actividades para determinar la demanda de caudales de reserva, se recopiló y analizó la información de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, CASEN. Esta encuesta es realizada en forma bianual o trianual por el Ministerio de Desarrollo Social, con los objetivos principales de conocer la situación de la población y los hogares en Chile especialmente de la fracción de menores recursos, conocer la magnitud de la pobreza en Chile y evaluar el impacto de la política social.

A la fecha, la última versión de la encuesta se realizó el año 2011, y fue realizada de manera de representar la situación en relación a la pobreza para las 15 regiones del país.

La información de mayor accesibilidad sobre la versión 2011 de la encuesta es una base de datos con la información que presenta un importante nivel de complejidad⁵; se revisó una serie de documentos anexos a la encuesta, en particular el libro de códigos utilizados en la base de datos, y se realizó un procesamiento para obtener los datos a nivel comunal, ya que se verificó que no contenía información más desagregada como por ejemplo, a nivel distrital. La información permite discriminar aquellas personas u hogares calificados en situación de No Pobres, Pobreza No Extrema y Pobreza Extrema.

Con el fin de tener una mejor apreciación de la validez del análisis, se hizo contacto con la encargada de la encuesta CASEN, la Sra. Alina Oyarzún del Ministerio de Desarrollo Social. En la conversación sostenida con ella, se obtuvieron los resultados oficiales a nivel comunal, que resultaron similares a los del análisis propio (considerando como pobreza, aquella fracción de los encuestados clasificados como Pobres No Extremos y Pobres Extremos), sin embargo, la Sra. Oyarzún hizo especial hincapié en que si bien la encuesta presenta resultados a nivel comunal, **los resultados de la encuesta CASEN tienen una validez y aplicabilidad a nivel regional.**

En el cuadro siguiente, se presentan los resultados de la encuesta para las comunas de las regiones en estudio:

⁵ Archivo casen2011_csv.xlsx, con 35.665 x 392 celdas para las regiones en estudio. Cada registro corresponde a información de una persona, los que se agrupan por hogares según códigos con ese fin.

**CUADRO 9.1-1
INCIDENCIA DE LA POBREZA POR COMUNA EN ANÁLISIS E
INTERVALOS DE CONFIANZA. RESULTADOS CASEN 2011.
REGIÓN DEL MAULE**

Identificador Comuna	Comuna	Límite inferior IC	Incidencia pobreza	Límite superior IC
7101	Talca	15,2%	17,5%	20,1%
7102	Constitución	11,8%	15,6%	19,9%
7105	Maule	13,1%	17,3%	22,6%
7108	Río Claro	4,6%	8,4%	11,7%
7109	San Clemente	11,3%	14,9%	19,6%
7301	Curicó	12,8%	14,2%	16,6%
7304	Molina	9,3%	13,5%	17,3%
7306	Romeral	14,8%	18,0%	25,8%
7307	Sagrada Familia	7,3%	11,5%	15,6%
7308	Teno	9,8%	13,8%	18,2%
7401	Linares	17,2%	20,6%	24,7%
7402	Colbún	11,7%	16,3%	21,5%
7403	Longaví	3,2%	6,4%	8,6%
7404	Parral	13,8%	18,3%	23,1%
7408	Yerbas Buenas	2,2%	5,6%	7,9%

(1) Estimaciones desarrolladas en base al método de Estimación para Areas Pequeñas (Método SAE). Disponibles para las 324 comunas incluidas en muestra Casen 2011. Para cada comuna se consigna la tasa de pobreza y los valores máximos y mínimos del intervalo de confianza asociado.

(2) Fuente: Observatorio Social, Ministerio de Desarrollo Social. Estimaciones SAE, basadas en Encuesta CASEN 2009 y 2011, datos censales Instituto Nacional de Estadísticas, y datos administrativos SINIM, Ministerio del Interior (sobre la base de datos del Ministerio de Educación).

**CUADRO 9.1-2
INCIDENCIA DE LA POBREZA POR COMUNA EN ANÁLISIS E
INTERVALOS DE CONFIANZA. RESULTADOS CASEN 2011.
REGIÓN DEL BÍO BÍO**

Identificador Comuna	Comuna	Límite inferior IC	Incidencia pobreza	Límite superior IC
8104	Florida	14,5%	20,5%	27,9%
8204	Contulmo	21,2%	27,8%	37,9%
8205	Curanilahue	18,9%	25,4%	30,8%
8206	Los Alamos	36,3%	41,3%	51,9%
8301	Los Angeles	13,6%	17,2%	20,6%
8303	Cabrero	25,6%	31,0%	39,6%
8304	Laja	12,9%	18,5%	24,3%
8305	Mulchén	16,3%	22,9%	29,6%
8309	Quilleco	16,1%	23,4%	30,1%
8312	Tucapel	16,6%	23,0%	30,8%
8401	Chillán	14,2%	17,7%	21,9%
8402	Bulnes	15,2%	21,1%	27,7%
8404	Coelemu	18,9%	24,8%	32,6%
8405	Coihueco	27,9%	32,9%	41,8%
8408	Ninhue	12,6%	21,1%	26,5%
8410	Pemuco	12,9%	20,0%	25,6%
8411	Pinto	12,9%	21,2%	27,3%
8412	Portezuelo	9,7%	18,3%	22,6%
8413	Quillón	8,4%	15,7%	20,1%
8415	Ránquil	9,2%	15,1%	21,5%
8416	San Carlos	17,0%	22,3%	27,7%
8419	San Nicolás	18,1%	24,5%	32,0%
8420	Treguaco	18,0%	24,8%	33,0%
8421	Yungay	12,4%	18,4%	26,0%

(1) Estimaciones desarrolladas en base al método de Estimación para Areas Pequeñas (Método SAE). Disponibles para las 324 comunas incluidas en muestra Casen 2011. Para cada comuna se consigna la tasa de pobreza y los valores máximos y mínimos del intervalo de confianza asociado.

(2) Fuente: Observatorio Social, Ministerio de Desarrollo Social. Estimaciones SAE, basadas en Encuesta CASEN 2009 y 2011, datos censales Instituto Nacional de Estadísticas, y datos administrativos SINIM, Ministerio del Interior (sobre la base de datos del Ministerio de Educación).

Al revisar los resultados anteriores para las comunas donde se tienen localidades que generan demanda para reserva, se han considerado no aplicables para la estimación de la demanda relativa a la fracción en situación de pobreza, por una parte, porque la población identificada como

eventualmente afectada corresponde en general a localidades pequeñas ubicadas en zonas rurales, y por otra, teniendo en cuenta la recomendación señalada por la encargada de la encuesta CASEN 2011 en referencia a utilizar los resultados a nivel regional. Por lo anterior, la demanda de derechos de agua para reserva, se determinará para toda la población identificada, tanto en sus necesidades de agua potable como en aquellas relativas al abrevamiento de ganado y riego para cultivo orientadas al autosustento.

9.2. Proyección de la Población

La población asociada a la demanda de agua para reserva es la asociada a las localidades que se identificó que podrían ser afectadas si se otorgaran derechos no consuntivos con solicitud en trámite. Su emplazamiento puede apreciarse en los planos N°7.1-3 al 7.1-9, donde se distinguen estas localidades (simbología en verde) de las que no serían afectadas (en rojo) en caso de otorgamiento de los derechos (identificación resultante del proceso de depuración descrito en el Capítulo 7).

Las localidades en análisis, corresponden en su generalidad a pequeños poblados dispersos que el INE clasifica en la categoría de caseríos, por lo que la proyección de la población contempla una tasa de crecimiento igual al 2 % asimilando el criterio que se aplica en los estudios y proyectos de sistemas de Agua Potable Rural.

La información de las localidades y su población se recopiló del estudio SIT N°116, con datos del último censo validado, el Censo 2002.

Se plantea un horizonte de análisis de 50 años, por lo que los escenarios actual y futuro corresponden a los años 2014 y 2064 respectivamente.

Con lo expuesto, se obtienen las proyecciones de población que podría ser afectada por otorgamiento de derechos no consuntivos para los escenarios actual y futuro. A continuación se presentan estas proyecciones, por subsubcuenca en análisis de situación de reserva:

**CUADRO 9.2-1
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN SIN COBERTURA DE AGUA
POTABLE QUE PODRÍA SER AFECTADA POR DERECHOS NO
CONSUNTIVOS EN TRÁMITE - REGIÓN DEL MAULE**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Población Censo 2002	Población 2014	Población 2064	
071	0710	07104	278	354	950	
		07106	1.383	1.758	4.725	
	0711	07116	118	150	403	
		07117	392	499	1.340	
		07119	765	973	2.615	
073	0731	07316	25	32	87	
		07317	57	75	196	
	0732	07322	2.925	3.723	9.996	
	0733	07330	198	252	676	
		07331	625	793	2.134	
	0735	07350	50	64	171	
		07351	70	90	240	
		07354	1.404	1.788	4.801	
		07355	299	383	1.024	
		07358	81	104	278	
	0737	07370	203	259	694	
		07374	85	109	293	
	0737	07376	1.470	1.873	5.026	
	074	0740	07400	451	573	1.540
	Total			10.879	13.852	37.189

**CUADRO 9.2-2
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN SIN COBERTURA DE AGUA
POTABLE QUE PODRÍA SER AFECTADA POR DERECHOS NO
CONSUNTIVOS EN TRÁMITE - REGIÓN DEL BÍO BÍO**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Población Censo 2002	Población 2014	Población 2064
810	8106	8.106	278	353	949
811	8110	8110	665	845	2.272
	8112	8112	84	107	287
	8115	8115	932	1.188	3.188
	8116	8116	307	390	1.050
	8117	8.117	2.593	3.297	8.860
812	8121	8121	96	123	329
	8123	8123	197	251	673
	8124	8.124	127	162	434
813	8133	8.133	1.117	1.419	3.815
814	8140	8140	1.640	2.089	5.606
	8141	8141	30	39	103
	8142	8142	1.128	1.435	3.855
	8145	8.145	231	294	790
830	8304	8.304	72	92	246
831	8319	8.319	177	225	605
832	8322	8322	657	834	2.243
	8324	8324	2.099	2.667	7.169
833	8333	8333	17	22	59
	8334	8334	1.653	2.098	5.645
834	8340	8340	161	205	550
	8341	8341	102	130	349
836	8364	8364	2.388	3.034	8.155
	8366	8366	516	658	1.764
838	8381	8381	98	125	335
	8383	8383	8	11	28
	8385	8.385	42	54	144
870	8700	8700	79	101	270
	8701	8701	209	266	714
871	8710	8.710	321	408	1.096
882	8822	8822	183	233	625
Total			18.207	23.155	62.208

Por otra parte, como parte de los objetivos del presente estudio, se requiere determinar las necesidades de reserva en las cuencas costeras, aún cuando no estén asociadas a derechos en tramitación. Esto, por el potencial uso de aguas subterráneas en esos sectores, fuentes de las que actualmente no se tiene conocimiento suficiente para evaluar su disponibilidad, y que es posible que en el futuro pueda requerirse decretar caudales de reserva asociados a ese tipo de fuentes.

Aplicando los criterios expuestos anteriormente, se proyectó la población sin cobertura de agua potable para las subsubcuencas pertenecientes a cuencas costeras según la denominación de la DGA. Adicionalmente, se incluyeron subsubcuencas que aunque no forman parte de cuencas denominadas como costeras por la DGA (cuencas con gran parte de su territorio alejado de la costa), se encuentran a borde de mar.

Es importante mencionar, que basado en la información georreferenciada de localidades del estudio SIT N°116, una parte de las subsubcuencas pertenecientes a cuencas denominadas costeras, no tienen en su territorio localidades sin cobertura de agua potable.

A continuación, se presenta la proyección de la población sin cobertura para las subsubcuencas costeras:

**CUADRO 9.2-3
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN SIN COBERTURA DE AGUA
POTABLE EN LAS SUBSUBCUENCAS COSTERAS**

Región	Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Población Censo 2002	Población 2014	Población 2064
Maule	070	0700	07000	4.864	6.177	16.612
			07125	0	0	0
	072	0720	07200	2.572	3.266	8.784
			07210	1.310	1.663	4.474
	073	0738	07384 (1)	3.685	4.679	12.584
	074	0740	07400	2.408	3.058	8.224
			07410	697	885	2.380
			07411	2.471	3.137	8.438
			07420	1.074	1.364	3.668
			07430	1.810	2.298	6.181
07440			6.341	8.050	21.654	
Bío Bío	080	0800	08000	2.695	3.422	9.203
			08010	779	989	2.660
	081	0814	08144	396	503	1.352
			08145	1.965	2.494	6.710
	082	0820	08200	2.800	3.555	9.562
			08210	3.672	4.661	12.539
			08220	6.760	8.582	23.084
			08230	827	1.050	2.824
	083	0839	08394 (1)	1.296	1.645	4.426
	084	0841	08410	3.500	4.443	11.951
			08420	5.370	6.816	18.337
			08430	911	1.157	3.111
	085	0852	08520	454	576	1.550
			08530	1.858	2.359	6.344
	086	0860	08600	1.834	2.328	6.263
			08610	923	1.171	3.152
			08620	935	1.187	3.193
			08630	1.419	1.801	4.846
	087	0870	08700	471	598	1.608
			08701	939	1.192	3.206
			08710	477	605	1.629
			08720	951	1.207	3.247
	088	0880	08800	2.895	3.675	9.885
			08810	957	1.215	3.268
			08820	486	617	1.660
			08821	3.430	4.353	11.712
			08822	2.480	3.148	8.468
			08823	499	633	1.704
	089	0890	08900	0	0	0
			08910	0	0	0
08920			0	0	0	
08930			0	0	0	

(1): Subsubcuencas que no pertenecen a cuencas denominadas como costeras por la DGA, pero que se ubican a borde de mar.

9.3. Demanda de Agua Potable

Dadas las características de la población en análisis, en general ubicada en pequeños poblados dispersos (caseríos), para la determinación de la demanda para reserva asociada a las necesidades de agua potable se consideraron los criterios de diseño que se aplican a los Sistemas de Agua Potable Rural en cuanto a la dotación y el nivel de pérdidas de producción:

- (a) Dotación: 150 l/hab/día
- (b) Coeficiente de Caudal Máximo diario: 1,5.
- (c) Pérdidas de Producción: 10 %.

Con estos criterios de diseño y la población proyectada, se determinaron las necesidades actuales y futuras de agua potable para la población sin cobertura que podría ser afectada por el otorgamiento de derecho son consuntivos. En los cuadros siguientes, se presentan los resultados a nivel de subsubcuenca para los escenarios actual y futuro:

**CUADRO 9.3-1
DEMANDA DE AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN SIN COBERTURA
QUE PODRÍA SER AFECTADA POR DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN
TRÁMITE - REGIÓN DEL MAULE**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qap 2014 (l/s)	Qap 2064 (l/s)
071	0710	07104	1,0	2,7
		07106	5,1	13,7
	0711	07116	0,4	1,2
		07117	1,4	3,9
		07119	2,8	7,6
073	0731	07316	0,1	0,3
		07317	0,2	0,6
	0732	07322	10,8	28,9
	0733	07330	0,7	2,0
		07331	2,3	6,2
	0735	07350	0,2	0,5
		07351	0,3	0,7
		07354	5,2	13,9
		07355	1,1	3,0
		07358	0,3	0,8
	0737	07370	0,7	2,0
		07374	0,3	0,8
	0737	07376	5,4	14,5
074	0740	07400	1,7	4,5
Total			40	108

**CUADRO 9.3-2
DEMANDA DE AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN SIN COBERTURA
QUE QUE PODRÍA SER AFECTADA POR DERECHOS NO
CONSUNTIVOS EN TRÁMITE - REGIÓN DEL BÍO BÍO**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qap 2014 (l/s)	Qap 2064 (l/s)
081	0810	08106	1,0	2,7
	0811	08110	2,4	6,6
	0811	08112	0,3	0,8
	0811	08115	3,4	9,2
	0811	08116	1,1	3,0
	0811	08117	9,5	25,6
	0812	08121	0,4	1,0
	0812	08123	0,7	1,9
	0812	08124	0,5	1,3
	0813	08133	4,1	11,0
	0814	08140	6,0	16,2
	0814	08141	0,1	0,3
	0814	08142	4,2	11,2
	0814	08145	0,9	2,3
083	0830	08304	0,3	0,7
	0831	08319	0,7	1,8
	0832	08322	2,4	6,5
	0832	08324	7,7	20,7
	0833	08333	0,1	0,2
	0833	08334	6,1	16,3
	0834	08340	0,6	1,6
	0834	08341	0,4	1,0
	0836	08364	8,8	23,6
	0836	08366	1,9	5,1
	0838	08381	0,4	1,0
	0838	08383	0,0	0,1
0838	08385	0,2	0,4	
087	0870	08700	0,3	0,8
	0870	08701	0,8	2,1
	0871	08710	1,2	3,2
088	0882	08822	0,7	1,8
Total			67	180

Aplicando los criterios ya descritos, se determinan los caudales de agua potable para las subsubcuencas costeras para los escenarios actual y futuro

**CUADRO 9.3-3
DEMANDA DE AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN SIN COBERTURA
DE AGUA POTABLE EN LAS SUBSUBCUENCAS COSTERAS**

Región	Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qap 2014 (l/s)	Qap 2064 (l/s)
Maule	070	0700	07000	18	48
	072	0720	07200	9	25
		0721	07210	5	13
	073	0738	07384 (1)	14	36
	074	0740	07400	9	24
		0741	07410	3	7
		0741	07411	9	24
		0742	07420	4	11
		0743	07430	7	18
		0744	07440	23	63
Bío Bío	080	0800	08000	10	27
		0801	08010	3	8
	081	0814	08145	7	19
	082	0820	08200	10	28
		0821	08210	13	36
		0822	08220	25	67
		0823	08230	3	8
	083	0839	08394 (1)	5	13
	084	0841	08410	13	35
		0842	08420	20	53
		0843	08430	3	9
	085	0852	08520	2	4
		0853	08530	7	18
	086	0860	08600	7	18
		0861	08610	3	9
		0862	08620	3	9
		0863	08630	5	14
	087	0870	08700	2	5
		0870	08701	3	9
		0871	08710	2	5
		0872	08720	3	9
	088	0880	08800	11	29
		0881	08810	4	9
0882		08820	2	5	
0882		08821	13	34	
0882		08822	9	25	
0882		08823	2	5	

(1): Subsubcuencas que no pertenecen a cuencas denominadas como costeras por la DGA, pero que se ubican a borde de mar.

9.4. Demanda de Agua para Abrevamiento Animal y Riego de Cultivo

De acuerdo a lo definido como la demanda para reserva en el presente estudio, interpretando lo estipulado en el Código de Aguas como las necesidades de abastecimiento de la población, se deben determinar los caudales de demanda de agua para bebida de ganado y riego para cultivo, orientado al autosustento de la población en análisis. Esta población pertenece en su totalidad a población de tipo rural, en su gran mayoría habita en caseríos⁶, y se estima que sus animales y cultivo constituyen elementos fundamentales para su subsistencia.

En el informe técnico IT N°48 de la DGA, Región de Los Lagos, se hizo una estimación de la demanda de estos consumos asociada a poblaciones que serían afectadas por el otorgamiento de un grupo de solicitudes de derechos. La determinación de las necesidades de agua para el ganado, se realizó sobre la base de información proveniente del Censo Agropecuario (número de animales por distrito censal) y lo informado por el Precenso de Población y Vivienda del año 2011, obteniéndose un valor del número de bovinos por habitante. En el caso del riego, se realizó una medición aleatoria del área de cultivo asociada a viviendas pertenecientes a la población analizada, utilizando la imagen satelital proveniente de Google Earth.

En el presente estudio se concluyó que la información proveniente del Censo Agropecuario incorporaría una distorsión importante al estar orientado a la producción ganadera, involucrando una población cuyas características se alejan de las estimadas para la población en análisis (segmentos de mayores recursos).

Por otra parte, se descartó como metodología la medición de áreas de cultivo vía imagen satelital para estimar las hectáreas de cultivo por vivienda, por ser éste un estudio a nivel regional que abarca un amplio territorio donde la medición manual resulta menos recomendable y, de todas maneras, se realizaron algunas pruebas de medición supervisadas y se pudo constatar una dificultad importante para determinar los límites de un terreno asociado a una vivienda, lo que hace que la medición dependa estrechamente del criterio particular del mensor.

Por lo expuesto, se realizaron indagaciones en búsqueda de información más específica acerca de las necesidades planteadas y se obtuvo como referencia el Programa de Desarrollo Local, PRODESAL.

⁶ Ver "Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos", INE.

El PRODESAL es un instrumento impulsado y financiado por el INDAP para apoyar a pequeños productores agrícolas y campesinos de menores recursos, para contribuir al mejoramiento de sus ingresos potenciando el uso de la actividad silvoagropecuaria de sus predios. Este programa se lleva a efecto a través de los Municipios, y cada programa tiene un límite de beneficiarios, por lo que un Municipio puede tener varios programas.

Dadas las características de los beneficiarios de PRODESAL que pudieran ser asimilables a la población en análisis en el presente estudio, se hizo contacto con la Sra. Isabel Martínez, encargada de INDAP del programa PRODESAL a nivel central. En conversación con ella, se indagó sobre las características del segmento que busca beneficiar INDAP con el programa, particularmente porque en su definición se incluyen como beneficiarios a "pequeños productores". Se concluyó que el segmento de la población rural que atiende el programa, es asimilable a la población que analiza este estudio.

De acuerdo a lo anterior, se solicitó la información de los PRODESAL de las regiones en estudio, relativas al ganado y cultivo. En el caso de la región del Bío Bío, la información recopilada incluyó también al programa PDTI, Programa de Desarrollo Territorial Indígena, que se enfoca en la población indígena, pero que como programa es homólogo al PRODESAL. Adicionalmente, la información relativa a la actividad ganadera, se separa en dos, una asociada a los productores comerciales, y la otra a los productores no comerciales. Para efectos del análisis, se incluyó la información de los PDTI, y se excluyó aquella relativa a producción con fines comerciales.

Los datos están organizados por encuestado, el que viene asociado a una comuna determinada. Se verificó con INDAP, que cada encuestado puede asumirse como el jefe de una familia. Adicionalmente, se consultó si se tenía información sobre el tamaño del grupo familiar de los beneficiarios de los programas, informándose un valor medio de 3,6 personas/familia.

Las bases de datos recopiladas vienen separadas según la información sobre ganado y aquella sobre cultivos.

La información de ganado, recoge datos sobre la cantidad de los distintos tipos de animales que posee el encuestado, tales como bovinos, ovinos, porcinos, etc.

En el caso de los cultivos, se recopila información sobre la superficie total del predio, y la superficie destinada a uso agrícola. También sobre los distintos tipos de cultivo, que involucra una amplia variedad.

Para una aproximación del tamaño de las bases de datos utilizadas, en los cuadros siguientes se presenta el número de registros (encuestados) y número de comunas involucrados:

**CUADRO 9.4-1
NÚMERO DE ENCUESTADOS Y DE COMUNAS DE BASES DE DATOS
UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE DEMANDA DE AGUA PARA
ABREVAMIENTO ANIMAL– PROGRAMAS PRODESAL Y PDTI**

Región	Base de datos	Nº Encuestados	Nº Comunas
Bío Bío	PRODESAL + PDTI (1)	8.023	48
Maule	PRODESAL (1)	1.312	30

**CUADRO 9.4-2
NÚMERO DE ENCUESTADOS Y DE COMUNAS DE BASES DE DATOS
UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO
DE CULTIVOS– PROGRAMAS PRODESAL Y PDTI**

Región	Base de datos	Nº Encuestados	Nº Comunas
Bío Bío	PRODESAL + PDTI	22.475	48
Maule	PRODESAL	13.348	22

Algunas de las comunas de interés para este estudio, no poseen programas PRODESAL ni PDTI para producción sin fines comerciales.

Con la información recopilada, se buscó determinar el consumo de agua para abrevamiento animal por habitante, así como el consumo de agua para riego de cultivo por habitante, de manera de asociar esos valores a la población proyectada en el acápite 9.1 y así obtener los valores para los caudales por subsubcuenca.

En virtud de que los datos de cada encuestado se asocian a una comuna, se buscó determinar los indicadores de consumo por habitante, para cada comuna.

De acuerdo a lo informado (3,6 hab/encuestado), **se adoptó un valor de 4 habitantes por familia**, es decir, por encuestado.

En el caso del abrevamiento animal, y dada la variedad recopilada por INDAP en cuanto a las distintas especies de animales, se buscó relacionar los consumos de agua para abrevamiento de cada especie con los bovinos,

definiendo como indicador para cada comuna, el **número de bovinos equivalentes/habitante**. Esta equivalencia dice relación exclusivamente con el consumo de agua para abrevamiento.

De acuerdo a distintas fuentes recopiladas y a consultas a ingenieros agrónomos de amplia experiencia, se adoptaron los siguientes consumos diarios de bebida para las distintas especies informadas:

**CUADRO 9.4-3
CONSUMO ABREVAMIENTO Y BOVINOS EQUIVALENTES
POR ESPECIE ENCUESTADA POR PRODESAL Y PDTI**

Especie	Consumo abrevamiento l/día	Bovinos Equivalentes
Avícola	0,2	0,003
Bovino	70,0	1,000
Caprino	8,0	0,114
Cunícola	0,5	0,007
Equino	40,0	0,571
Ovino	7,0	0,100
Porcino	8,0	0,114

Nota: El número de bovinos equivalentes se obtiene de la razón entre el consumo de abrevamiento de la especie y el consumo de abrevamiento de un bovino (70 l/día)

Con la equivalencia presentada, y los valores de 4 habitantes por encuestado y un consumo por bovino equivalente de 70 l/día, se obtiene la demanda de agua para abrevamiento animal por habitante para cada comuna. Estos valores se asociaron a las localidades en análisis según la comuna de emplazamiento, y con ello se obtuvo el caudal de demanda por subsubcuenca. En el caso de las localidades emplazadas en comunas que no tienen programas PRODESAL ni PDTI, se asimilaron los valores de las comunas más cercanas donde sí se tiene información de esos programas.

En los cuadros siguientes, se presenta la información de cantidad de animales según especie y los resultados obtenidos, ambos a nivel comunal:

**CUADRO 9.4-4
N° ANIMALES SEGÚN ESPECIE Y N° BOVINOS EQUIVALENTES POR
FAMILIA A NIVEL COMUNAL – REGIÓN DEL MAULE**

Comuna	Avícola	Bovino	Caprino	Cunícola	Equino	Ovino	Porcino	N° encuestados	Bovinos Equiv.	Bovinos Equiv. / fmla.
Cauquenes	3.317	551	117	0	12	1.092	1	278	690	2,5
Chanco	500	443	12	0	2	10	61	113	455	4,0
Colbún	150	17	0	0	12	0	25	6	27	4,5
Constitución	519	82	80	0	9	13	30	42	102	2,4
Curepto	135	23	0	0	0	49	7	21	29	1,4
Hualañé	5.407	40	47	68	49	1.130	33	348	206	0,6
Licantén	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0,4
Linares	760	22	10	0	0	2	26	35	28	0,8
Maule	0	0	0	0	0	0	25	1	3	2,9
Pelarco	160	0	0	0	0	0	0	6	0	0,1
Pelluhue	80	0	0	0	0	0	0	4	0	0,1
Pencahue	1.117	59	39	4	3	124	5	68	81	1,2
Rauco	800	11	70	0	38	158	0	36	59	1,6
Retiro	222	65	0	0	0	487	0	41	114	2,8
Río Claro	1.064	0	58	0	0	81	0	49	18	0,4
San Clemente	879	8	0	0	0	18	0	23	12	0,5
San Javier	1.986	27	3	0	29	476	28	137	100	0,7
San Rafael	1.567	12	0	0	10	0	18	63	24	0,4
Talca	475	12	0	0	0	0	24	13	16	1,2
Teno	0	0	0	0	0	0	7	1	1	0,8
Vichuquén	66	17	78	0	7	78	0	25	38	1,5
Villa Alegre	0	10	0	0	0	0	0	1	10	10,0
								Promedio:		1,9

CUADRO 9.4-5
Nº ANIMALES SEGÚN ESPECIE Y Nº BOVINOS EQUIVALENTES POR
FAMILIA A NIVEL COMUNAL – REGIÓN DEL BÍO BÍO

Comuna	Avícola	Bovino	Caprino	Cunícola	Equino	Ovino	Porcino	Nº encuestados	Bovinos Equiv.	Bovinos Equiv. / fmla.
Alto Biobío	332	3.528	3.780	13	3	6.389	195	819	4.624	5,6
Antuco	619	0	0	0	0	0	0	24	2	0,1
Arauco	5.618	1.913	73	0	11	121	8.223	537	2.896	5,4
Bulnes	391	4	0	0	0	8	0	12	6	0,5
Cabrero	1.012	75	0	0	0	25	32	73	84	1,2
Cañete	3.304	2.938	14	0	16	666	865	817	3.124	3,8
Chillán	66	0	0	0	0	4	4	5	1	0,2
Chillán Viejo	284	0	138	0	0	211	0	20	38	1,9
Cobquecura	0	37	0	0	0	46	0	17	42	2,4
Coelemu	250	0	0	0	0	0	0	4	1	0,2
Coihueco	0	0	0	0	0	7	0	3	1	0,2
Contulmo	147	0	20	0	0	26	113	16	18	1,1
Coronel	2.427	145	10	0	0	0	166	114	172	1,5
Curanilahue	2.209	849	153	0	2	181	381	161	936	5,8
El Carmen	3.432	10	0	0	0	59	122	153	40	0,3
Florida	4.485	294	0	0	6	4	22	180	313	1,7
Hualqui	5.027	253	20	240	0	25	239	308	301	1,0
Laja	8.265	31	0	8	4	0	134	159	72	0,5
Lebu	682	416	0	0	13	358	690	138	540	3,9
Los Alamos	4.803	303	5	0	9	74	303	276	364	1,3
Los Angeles	13.194	1.178	47	6.776	27	300	1.039	679	1.434	2,1
Mulchén	7.761	33	0	0	5	344	239	132	120	0,9
Nacimiento	2.573	672	427	80	5	440	730	337	859	2,5
Negrete	702	119	4	0	0	0	30	45	125	2,8
Ninhue	2.184	57	17	0	12	168	14	143	90	0,6
Ñiquén	195	0	0	0	0	6	15	6	3	0,5
Pemuco	584	62	15	0	24	493	212	127	153	1,2
Penco	5.355	186	132	25	0	114	199	296	251	0,8
Pinto	282	1	0	0	0	7	8	17	3	0,2
Portezuelo	4.123	0	0	15	0	12	0	174	13	0,1
Quilaco	3.573	255	384	0	0	1.143	439	362	474	1,3
Quilleco	2.514	8	10	0	0	0	0	5	16	3,3
Quillón	3.941	148	11	25	12	15	53	112	175	1,6
Quirihue	162	16	0	0	0	4	20	16	19	1,2
Ránquil	745	22	0	0	31	43	43	66	51	0,8
San Carlos	4.586	49	2	20	0	246	85	187	97	0,5
San Fabián	92	3	28	0	0	2	0	7	7	1,0
San Ignacio	30	0	0	0	0	30	2	5	3	0,7
San Nicolás	4	0	0	0	0	20	0	2	2	1,0
San Rosendo	1.820	54	0	0	12	45	45	97	76	0,8
Santa Bárbara	2.587	122	230	0	3	312	91	412	199	0,5
Tirúa	804	1.462	18	0	4	892	113	418	1.571	3,8
Tomé	3.418	209	73	13	3	27	118	269	245	0,9
Treguaco	480	9	0	0	0	25	0	19	13	0,7
Tucapel	44	29	0	0	1	120	7	17	42	2,5
Yumbel	2.489	83	0	0	11	0	126	143	111	0,8
Yungay	2.709	426	43	0	15	726	348	273	560	2,0
								Promedio:		1,6

Para el caso de la demanda para riego de cultivo, se obtuvo la superficie agrícola por encuestado. En virtud de la variedad de cultivos informados, se asumió un cultivo típico de autosustento de la zona, la papa, y con base en antecedentes de distintas fuentes, se adoptó una tasa de riego de 1 l/s/Há. Del mismo modo que el caso para abrevamiento animal, se obtuvieron los valores de superficie asociados a cada comuna, con lo que se pudo determinar los valores de consumo para riego de las localidades en análisis relacionándolas por la comuna. Igualmente, para las localidades emplazadas en comunas que no tienen programas PRODESAL ni PDTI, se asimilaron los valores de las comunas más cercanas donde se tenía información.

**CUADRO 9.4-6
SUPERFICIE AGRÍCOLA POR FAMILIA A NIVEL COMUNAL
ENCUESTADO POR PRODESAL – REGIÓN DEL MAULE**

Comuna	Nº encuestados	Superficie Agrícola (Há.)	Hás./familia
Cauquenes	780	5.369	6,9
Chanco	608	1.667	2,7
Colbún	342	1.025	3,0
Constitución	364	783	2,2
Curepto	551	3.830	7,0
Curicó	254	249	1,0
Empedrado	202	1.638	8,1
Hualañé	623	4.336	7,0
Licantén	252	564	2,2
Linares	447	1.861	4,2
Longaví	775	2.151	2,8
Maule	422	613	1,5
Molina	372	237	0,6
Parral	391	956	2,4
Pelarco	421	623	1,5
Pelluhue	362	827	2,3
Pencahue	558	2.722	4,9
Rauco	377	5.060	13,4
Retiro	438	1.909	4,4
Río Claro	375	704	1,9
Romeral	382	1.070	2,8
Sagrada Familia	363	775	2,1
San Clemente	598	976	1,6
San Javier	701	5.104	7,3
San Rafael	279	722	2,6
Talca	253	530	2,1
Teno	472	603	1,3
Vichuquén	425	1.209	2,8
Villa Alegre	297	580	2,0
Yerbas Buenas	664	2.434	3,7
Promedio:			3,6

**CUADRO 9.4-7
SUPERFICIE AGRÍCOLA POR FAMILIA A NIVEL COMUNAL
ENCUESTADO POR PRODESAL Y PDTI – REGIÓN DEL BÍO BÍO**

Comuna	Nº encuestados	Superficie Agrícola (Há.)	Hás./familia
Alto Biobío	848	2.645	3,1
Antuco	193	300	1,6
Arauco	756	4.150	5,5
Bulnes	360	1.615	4,5
Cabrero	356	1.169	3,3
Cañete	1.603	7.878	4,9
Chillán	433	1.532	3,5
Chillán Viejo	236	1.290	5,5
Cobquecura	611	1.895	3,1
Coelemu	447	937	2,1
Coihueco	305	693	2,3
Contulmo	397	1.214	3,1
Coronel	182	124	0,7
Curanilahue	171	881	5,2
EL Carmen	1.192	6.681	5,6
Florida	431	1.298	3,0
Hualqui	405	1.151	2,8
Laja	291	466	1,6
Lebu	325	1.814	5,6
Los Alamos	923	4.099	4,4
Los Angeles	835	1.852	2,2
Mulchén	343	1.290	3,8
Nacimiento	297	1.212	4,1
Negrete	206	720	3,5
Ninhue	676	5.897	8,7
Ñiquén	496	1.872	3,8
Pemuco	418	2.171	5,2
Penco	65	151	2,3
Pinto	420	1.714	4,1
Portezuelo	405	10.321	25,5
Quilaco	222	1.612	7,3
Quilleco	339	2.098	6,2
Quillón	507	1.514	3,0
Quirihue	521	2.811	5,4
Ránquil	380	930	2,4
San Carlos	844	4.235	5,0
San Fabián	288	2.837	9,8
San Ignacio	446	2.203	4,9
San Nicolás	441	2.128	4,8
San Rosendo	231	913	4,0
Santa Bárbara	345	1.511	4,4
Santa Juana	475	1.326	2,8
Tirúa	1.001	5.180	5,2
Tomé	310	802	2,6
Treguaco	479	995	2,1
Tucapel	193	1.253	6,5
Yumbel	522	2.357	4,5
Yungay	305	1.752	5,7
Collipulli	908	3.675	4,0
Lonquimay	1.732	9.893	5,7
Promedio:			4,6

En la información agregada por comuna relativa al ganado y a la superficie de riego, se observaron algunos valores altos, alejados del promedio, y fueron revisados, en particular aquellos correspondientes a comunas donde se tienen localidades en análisis. Al igual que en los casos de comunas en que no se tiene información, se corrigieron esos valores de acuerdo a comunas próximas. En los cuadros siguientes se presentan los valores adoptados que se aplicaron en la determinación de la demanda:

**CUADRO 9.4-8
VALORES ADOPTADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
DE RIEGO Y ABREVAMIENTO ANIMAL - REGIÓN DEL MAULE**

Comuna	Bovinos Equiv/fmla	Hás/fmla
COLBUN	4,5	3,0
CONSTITUCION	2,4	2,2
CURICO	0,5	1,0
LINARES	0,8	4,2
LONGAVI	1,0	2,8
MAULE	2,9	1,5
MOLINA	1,0	0,6
PARRAL	1,0	2,4
RIO CLARO	0,4	1,9
ROMERAL	1,0	2,8
SAGRADA FAMILIA	1,0	2,1
SAN CLEMENTE	0,5	1,6
TALCA	1,2	2,1
TENO	0,8	1,3
YERBAS BUENAS	1,0	3,7
CONSTITUCION	2,4	2,2
VICHUQUEN	1,5	2,0
HUALANE	0,6	2,0
PENCAHUE	1,2	2,0
CUREPTO	1,4	2,0
CHANCO	4,0	2,0
CAUQUENES	2,5	2,0
PELLUHUE	0,1	2,0
Promedio:	1,5	2,1

**CUADRO 9.4-9
VALORES ADOPTADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
DE RIEGO Y ABREVAMIENTO ANIMAL - REGIÓN DEL BÍO BÍO**

Comuna	Bovinos Equiv/fmla	Hás/fmla
ARAUCO	5,4	4,0
BULNES	0,5	4,5
CABRERO	1,2	3,3
CANETE	3,8	3,0
CHIGUAYANTE	1,5	3,0
CHILLAN	0,2	3,5
COBQUECURA	2,4	2,0
COELEMU	0,2	2,1
COIHUECO	0,2	2,3
CONCEPCION	1,5	3,0
CONTULMO	1,1	3,1
CORONEL	1,5	3,0
CURANILAHUE	5,8	5,2
FLORIDA	1,7	3,0
HUALPÉN	1,0	3,0
LAJA	0,5	1,6
LEBU	3,9	4,0
LOS ALAMOS	1,3	4,4
LOS ANGELES	2,1	2,2
LOTA	1,5	3,0
MULCHEN	0,9	3,8
NINHUE	0,6	3,6
PEMUCO	1,2	5,2
PENCO	0,8	3,0
PINTO	0,2	4,1
PORTEZUELO	0,1	3,2
QUILLECO	3,3	6,2
QUILLON	1,6	3,0
QUIRIHUE	1,2	3,0
RANQUIL	0,8	2,4
SAN CARLOS	0,5	5,0
SAN NICOLAS	1,0	4,8
TALCAHUANO	1,0	3,0
TOME	0,9	2,5
TREGUACO	0,7	2,1
TUCAPEL	2,5	6,5
YUNGAY	2,0	5,7
Promedio:	1,5	3,5

De acuerdo a lo expuesto, se determinaron los caudales de demanda de reserva para abrevamiento animal y riego de cultivo para la población que pudiera ser afectada por el otorgamiento de derechos no consuntivos. En los cuadros siguientes, se presentan los resultados obtenidos por subsubcuenca:

**CUADRO 9.4-10
DEMANDA DE RESERVA PARA ABREVAMIENTO ANIMAL Y RIEGO DE CULTIVO PARA LAS SUBSUBCUENCAS CON SOLICITUDES DE DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE – REGIÓN DEL MAULE**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qriego 2014 (l/s)	Qabrev 2014 (l/s)	Qriego 2064 (l/s)	Qabrev 2064 (l/s)	
071	0710	07104	248,0	0,1	665,6	0,2	
		07106	561,4	0,3	1.508,8	0,8	
	0711	07116	36,8	0,0	98,8	0,0	
		07117	119,7	0,1	321,6	0,1	
		07119	326,5	0,1	877,6	0,3	
073	0731	07316	24,0	0,0	65,2	0,1	
		07317	56,2	0,1	146,9	0,2	
	0732	07322	2.424,6	1,7	6.508,4	4,5	
	0733	07330	154,1	0,1	413,3	0,1	
		07331	484,8	0,2	1.304,6	0,4	
	0735	07350	39,1	0,0	104,5	0,0	
		07351	62,5	0,0	166,6	0,0	
		07354	1.814,5	0,3	4.872,6	0,8	
		07355	391,0	0,1	1.045,5	0,2	
		07358	85,5	0,1	228,4	0,2	
	0737	07370	84,0	0,0	225,4	0,1	
		07374	44,5	0,0	119,6	0,0	
	0737	07376	828,3	0,3	2.223,0	0,8	
	074	0740	07400	308,0	0,3	827,9	0,8

CUADRO 9.4-11
DEMANDA DE RESERVA PARA ABREVAMIENTO ANIMAL Y RIEGO DE
CULTIVO PARA LAS SUBSUBCUENCAS CON SOLICITUDES DE
DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE – REGIÓN DEL BÍO BÍO

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qriego 2014 (l/s)	Qabrev 2014 (l/s)	Qriego 2064 (l/s)	Qabrev 2064 (l/s)
081	0810	08106	200,5	0,0	539,0	0,0
081	0811	08110	617,2	0,1	1.659,1	0,1
	0811	08112	60,8	0,0	163,0	0,0
	0811	08115	1.470,1	0,2	3.945,2	0,4
	0811	08116	270,4	0,0	728,4	0,0
	0811	08117	2.481,1	0,1	6.667,7	0,4
081	0812	08121	184,8	0,1	494,2	0,1
	0812	08123	360,4	0,1	966,3	0,3
	0812	08124	163,5	0,0	437,9	0,1
081	0813	08133	1.259,2	0,3	3.385,0	0,9
081	0814	08140	1.342,6	0,3	3.603,4	0,8
	0814	08141	20,4	0,0	54,0	0,0
	0814	08142	1.328,2	0,2	3.567,9	0,5
	0814	08145	154,0	0,0	413,9	0,0
083	0830	08304	131,4	0,1	351,3	0,1
083	0831	08319	124,7	0,1	335,4	0,3
083	0832	08322	1.290,2	0,6	3.470,0	1,5
	0832	08324	1.478,5	1,1	3.974,4	3,1
083	0833	08333	20,7	0,0	55,5	0,0
	0833	08334	1.163,1	0,9	3.129,5	2,4
083	0834	08340	207,4	0,1	556,6	0,2
	0834	08341	131,5	0,0	353,2	0,1
083	0836	08364	1.552,6	1,0	4.173,6	2,7
	0836	08366	263,2	0,1	705,6	0,2
083	0838	08381	102,6	0,0	275,0	0,1
	0838	08383	4,4	0,0	11,2	0,0
	0838	08385	44,3	0,0	118,2	0,0
087	0870	08700	130,1	0,1	347,9	0,3
	0870	08701	342,7	0,3	919,9	0,8
087	0871	08710	452,9	0,1	1.216,7	0,3
088	0882	08822	178,1	0,1	477,7	0,1

De igual modo, se determinaron los valores para las subsubcuencas identificadas como costeras, donde se evalúa la demanda independientemente de la existencia de solicitudes de derechos no consuntivos, como una demanda potencial sobre fuentes subterráneas.

CUADRO 9.4-12
DEMANDA DE RESERVA PARA ABREVAMIENTO ANIMAL Y RIEGO DE
CULTIVO PARA LAS SUBSUBCUENCAS COSTERAS
REGIÓN DEL MAULE

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qriego 2014 (l/s)	Qabrev 2014 (l/s)	Qriego 2064 (l/s)	Qabrev 2064 (l/s)
070	0700	07000	3.088,5	1,7	8.306,0	4,7
072	0720	07200	1.710,1	1,3	4.599,3	3,6
	0721	07210	894,0	0,8	2.405,1	2,2
073	0738	07384	2.515,3	2,3	6.764,9	6,2
074	0740	07400	1.594,4	1,9	4.287,8	5,2
	0741	07410	442,5	0,6	1.190,0	1,6
		07411	1.568,5	2,6	4.219,0	6,9
	0742	07420	682,0	1,1	1.834,0	3,0
	0743	07430	1.149,0	1,7	3.090,5	4,7
	0744	07440	4.025,0	3,4	10.827,0	9,1

**CUADRO 9.4-13
DEMANDA DE RESERVA PARA ABREVAMIENTO ANIMAL Y RIEGO DE
CULTIVO PARA LAS SUBSUBCUENCAS COSTERAS
REGIÓN DEL BÍO BÍO**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qriego 2014 (l/s)	Qabrev 2014 (l/s)	Qriego 2064 (l/s)	Qabrev 2064 (l/s)
080	0800	08000	1.832,3	1,6	4.927,5	4,2
	0801	08010	494,5	0,5	1.330,0	1,3
081	0814	08145	1.302,6	0,2	3.504,5	0,5
082	0820	08200	2.229,2	0,7	5.995,8	1,8
	0821	08210	2.977,3	0,9	8.009,4	2,3
	0822	08220	6.442,8	2,7	17.329,9	7,3
	0823	08230	787,5	0,2	2.118,0	0,6
083	0839	08394	1.233,8	0,3	3.319,5	0,9
084	0841	08410	3.332,3	1,4	8.963,3	3,7
	0842	08420	5.112,0	2,1	13.752,8	5,6
	0843	08430	1.157,0	1,3	3.111,0	3,4
085	0852	08520	576,0	0,6	1.550,0	1,7
	0853	08530	2.529,7	2,6	6.802,8	7,1
086	0860	08600	2.328,0	2,5	6.263,0	6,8
	0861	08610	1.171,0	1,3	3.152,0	3,4
	0862	08620	1.187,0	1,1	3.193,0	3,0
	0863	08630	1.801,0	1,4	4.846,0	3,8
087	0870	08700	770,5	0,7	2.071,7	1,9
		08701	1.363,6	1,2	3.667,7	3,2
	0871	08710	671,6	0,2	1.808,4	0,4
	0872	08720	1.207,0	1,0	3.247,0	2,6
088	0880	08800	3.675,0	2,9	9.885,0	7,8
	0881	08810	1.129,9	0,6	3.038,8	1,7
	0882	08820	685,0	0,2	1.842,8	0,4
		08821	3.264,8	3,4	8.784,0	9,1
		08822	2.370,1	2,1	6.375,4	5,6
08823		474,8	0,5	1.278,0	1,3	

9.5. Demanda Total para Reserva

Los caudales totales de demanda de reserva para el abastecimiento de la población, corresponden a la suma de los caudales de demanda de agua potable, abrevamiento animal y riego. En conjunto con la Inspección, se

ha determinado definir la demanda de reserva asociada al escenario futuro, es decir, el año 2064.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los acápite precedentes, en los cuadros que siguen, se presentan los valores de los caudales totales de demanda para reserva por subsubcuenca (año 2064). Al igual que en los acápite anteriores, se ha separado la información de las subsubcuencas analizadas en situación de reserva (con solicitudes que pueden afectar a la población) de aquellas designadas como costeras. Al respecto, se hace notar que hay subsubcuencas que califican en ambas situaciones, y se han incluido en ambos tipos de información.

**CUADRO 9.5-1
CAUDALES DE DEMANDA DE RESERVA PARA LAS SUBSUBCUENCAS
CON SOLICITUDES DE DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE
REGIÓN DEL MAULE (AÑO 2064)**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qap (l/s)	Qriego (l/s)	Qabrev (l/s)	Q dda reserva (l/s)
071	0710	07104	2,7	443,7	0,1	447
		07106	13,7	1.005,9	0,5	1.020
	0711	07116	1,2	65,8	0,0	67
		07117	3,9	214,4	0,1	218
		07119	7,6	585,1	0,2	593
073	0731	07316	0,3	43,5	0,1	44
		07317	0,6	97,9	0,1	99
	0732	07322	28,9	4.338,9	3,0	4.371
	0733	07330	2,0	275,5	0,1	278
		07331	6,2	869,7	0,3	876
	0735	07350	0,5	69,7	0,0	70
		07351	0,7	111,0	0,0	112
		07354	13,9	3.248,4	0,5	3.263
		07355	3,0	697,0	0,1	700
		07358	0,8	152,3	0,1	153
	0737	07370	2,0	150,3	0,1	152
		07374	0,8	79,7	0,0	81
	0737	07376	14,5	1.482,0	0,5	1.497
074	0740	07400	4,5	551,9	0,5	557

**CUADRO 9.5-2
CAUDALES DE DEMANDA DE RESERVA PARA LAS SUBSUBCUENCAS
CON SOLICITUDES DE DERECHOS NO CONSUNTIVOS EN TRÁMITE
REGIÓN DEL BÍO BÍO (AÑO 2064)**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qap (l/s)	Qriego (l/s)	Qabrev (l/s)	Qdda reserva (l/s)
081	0810	08106	2,7	359,3	0,0	362
081	0811	08110	6,6	1.106,1	0,1	1.113
	0811	08112	0,8	108,7	0,0	110
	0811	08115	9,2	2.630,1	0,3	2.640
	0811	08116	3,0	485,6	0,0	489
	0811	08117	25,6	4.445,1	0,3	4.471
081	0812	08121	1,0	329,5	0,1	331
	0812	08123	1,9	644,2	0,2	646
	0812	08124	1,3	291,9	0,1	293
081	0813	08133	11,0	2.256,7	0,6	2.268
081	0814	08140	16,2	2.402,2	0,5	2.419
	0814	08141	0,3	36,0	0,0	36
	0814	08142	11,2	2.378,6	0,3	2.390
	0814	08145	2,3	275,9	0,0	278
083	0830	08304	0,7	234,2	0,1	235
083	0831	08319	1,8	223,6	0,2	226
083	0832	08322	6,5	2.313,3	1,0	2.321
	0832	08324	20,7	2.649,6	2,0	2.672
083	0833	08333	0,2	37,0	0,0	37
	0833	08334	16,3	2.086,3	1,6	2.104
083	0834	08340	1,6	371,0	0,1	373
	0834	08341	1,0	235,4	0,1	237
083	0836	08364	23,6	2.782,4	1,8	2.808
	0836	08366	5,1	470,4	0,1	476
083	0838	08381	1,0	183,3	0,1	184
	0838	08383	0,1	7,5	0,0	8
	0838	08385	0,4	78,8	0,0	79
087	0870	08700	0,8	231,9	0,2	233
	0870	08701	2,1	613,3	0,6	616
087	0871	08710	3,2	811,1	0,2	815
088	0882	08822	1,8	318,5	0,1	320

**CUADRO 9.5-3
CAUDALES DE DEMANDA DE RESERVA PARA LAS SUBSUBCUENCAS
COSTERAS – REGIÓN DEL MAULE (AÑO 2064)**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qap (l/s)	Qriego (l/s)	Qabrev (l/s)	Q dda reserva (l/s)
070	0700	07000	48,1	8.306,0	4,7	8.359
072	0720	07200	25,4	4.599,3	3,6	4.628
	0721	07210	12,9	2.405,1	2,2	2.420
073	0738	07384	36,4	6.764,9	6,2	6.807
074	0740	07400	23,8	4.287,8	5,2	4.317
	0741	07410	6,9	1.190,0	1,6	1.198
		07411	24,4	4.219,0	6,9	4.250
	0742	07420	10,6	1.834,0	3,0	1.848
	0743	07430	17,9	3.090,5	4,7	3.113
	0744	07440	62,7	10.827,0	9,1	10.899

**CUADRO 9.5-4
CAUDALES DE DEMANDA DE RESERVA PARA LAS SUBSUBCUENCAS
COSTERAS – REGIÓN DEL BÍO BÍO (AÑO 2064)**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Qap (l/s)	Qriego (l/s)	Qabrev (l/s)	Qdda reserva (l/s)
080	0800	08000	26,6	4.927,5	4,2	4.958
	0801	08010	7,7	1.330,0	1,3	1.339
081	0814	08145	19,4	3.504,5	0,5	3.524
082	0820	08200	27,7	5.995,8	1,8	6.025
	0821	08210	36,3	8.009,4	2,3	8.048
	0822	08220	66,8	17.329,9	7,3	17.404
	0823	08230	8,2	2.118,0	0,6	2.127
083	0839	08394	12,8	3.319,5	0,9	3.333
084	0841	08410	34,6	8.963,3	3,7	9.001
	0842	08420	53,1	13.752,8	5,6	13.811
	0843	08430	9,0	3.111,0	3,4	3.123
085	0852	08520	4,5	1.550,0	1,7	1.556
	0853	08530	18,4	6.802,8	7,1	6.828
086	0860	08600	18,1	6.263,0	6,8	6.288
	0861	08610	9,1	3.152,0	3,4	3.165
	0862	08620	9,2	3.193,0	3,0	3.205
	0863	08630	14,0	4.846,0	3,8	4.864
087	0870	08700	4,7	2.071,7	1,9	2.078
		08701	9,3	3.667,7	3,2	3.680
	0871	08710	4,7	1.808,4	0,4	1.814
	0872	08720	9,4	3.247,0	2,6	3.259
088	0880	08800	28,6	9.885,0	7,8	9.921
	0881	08810	9,5	3.038,8	1,7	3.050
	0882	08820	4,8	1.842,8	0,4	1.848
		08821	33,9	8.784,0	9,1	8.827
		08822	24,5	6.375,4	5,6	6.406
08823		4,9	1.278,0	1,3	1.284	

Como puede apreciarse, los valores asociados a la demanda para agua potable y abrevamiento animal, son inferiores al 1% del caudal total de demanda para reserva, por lo que la demanda queda en la práctica definida por las necesidades de agua para abrevamiento animal.

10. OFERTA PARA RESERVA: DISPONIBILIDAD PARA DERECHOS CONSUNTIVOS PERMANENTES Y CONTINUOS

La disponibilidad de recursos hídricos para reserva corresponde a la disponibilidad natural en el cauce, descontando los caudales asociados a derechos consuntivos permanentes y continuos, y el caudal ecológico. Esta información fue provista por el DARH para gran parte de las subsubcuencas en análisis (sin considerar las costeras que sólo contemplan evaluación de demanda). Con esta información, es factible realizar el balance oferta – demanda para reserva, y así determinar el caudal de reserva a nivel de subsubcuenca, como el valor mínimo entre el caudal de oferta para reserva y el de demanda para reserva.

La información de disponibilidades de recursos hídricos para reserva informadas por el DARH en su Informe Técnico N°424/2013, del 27 de Noviembre de 2013, se transcribe a continuación:

**CUADRO 10.1-1
DISPONIBILIDAD CIERRE SUBSUBCUENCAS DERECHOS
CONSUNTIVOS PERMANENTES REGIÓN DEL MAULE (I/s)**

Subsubcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
7316	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0
7354	0	0	0	0	0	0	0	2.365	17.152	28.523	19.886	15.824
7358	0	0	0	1.084	7.872	15.401	23.278	18.768	13.732	9.414	6.051	2.580
7330	0	0	0	0	0	2.284	2.824	7.144	9.906	0	0	0
7331	0	0	0	0	0	2.284	2.824	7.144	9.906	0	0	0
7350	0	0	0	0	0	7.153	12.658	17.002	6.275	2.808	436	0
7351	0	0	0	0	0	7.153	12.658	17.002	6.275	2.808	436	0
7301	0	0	0	1.084	18.993	88.630	102.275	102.190	95.840	47.402	31.619	5.089
7322	0	0	0	1.084	18.993	88.630	102.275	102.190	95.840	47.402	31.619	5.089
7370	0	0	0	1.084	18.993	73.689	102.275	86.741	89.491	47.402	31.619	5.089
7374	0	0	0	0	0	0	1.814	0	0	0	0	0
7376	0	0	0	0	0	0	1.814	0	0	0	0	0
7378	0	0	0	1.084	0	73.689	102.275	86.741	89.491	47.402	31.619	5.089
7100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7116	0	0	0	594	1.501	3.872	4.508	5.532	6.038	5.014	2.947	1.612
7111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.017	23.618	13.334
7117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.354	36.158	13.334
7119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.354	36.158	13.334
7103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.000	2.000	2.000
7106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.000	2.000	2.000

Fuente: DARH, DGA, Nov. 2013.

No se tiene información de balance de disponibilidad a nivel de fuente en la subsubcuenca 7400 perteneciente a las cuencas costeras entre Quebrada Honda y río Reloca.

**CUADRO 10.1-2
DISPONIBILIDAD SUBSUBCUENCAS 08700, 08701 Y 08710 (I/s)**

I/s	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CP	580	335	0	0	8.686	26.121	47.878	40.210	21.205	124.741	5.867	2.445

Punto Balance Norte 5825116 m y Este 90826, Datum WGS 84, Huso 19

Fuente: DARH, DGA, Nov. 2013.

**CUADRO 10.1-3
DISPONIBILIDAD SUBSUBCUENCAS 08820 Y 08822 (I/s)**

I/s	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CP	444	106	0	0	3.231	12.800	25.517	27.715	18.110	9.246	3.611	1.312

Punto balance Norte 5795931 m y Este 125667, Datum WGS 84 y Huso 19

Fuente: DARH, DGA, Nov. 2013.

**CUADRO 10.1-4
DISPONIBILIDAD SUBSUBCUENCAS RÍO ITATA (I/s)**

Subsubcuencia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
8145	9.700	9.700	9.700	35.657	73.254	331.083	367.246	351.195	323.825	176.568	110.266	32.763
8141	9.610	9.610	9.610	29.666	62.822	286.892	320.484	318.516	289.727	160.747	102.994	31.029
8140	9.610	8.940	8.940	29.666	62.822	286.892	320.484	318.516	289.513	160.747	102.994	31.029
8142	10	10	10	90	90	2.616	4.382	2.089	360	160	90	10
8133	3.723	3.290	4.089	8.677	22.976	76.118	102.683	115.192	94.400	47.241	17.263	8.887
8124	3.723	3.290	4.089	8.475	14.233	43.185	58.343	64.424	50.294	27.603	14.548	7.998
8123	3.723	3.290	4.000	4.000	7.756	31.867	43.933	43.663	35.682	20.224	9.732	4.000
8121	3.723	3.290	4.000	4.000	7.756	31.867	41.256	41.027	35.682	20.224	9.732	4.000
8120	1.018	852	694	654	1.042	2.682	3.518	3.786	3.902	3.528	2.717	1.489
8117	1.390	1.390	1.390	1.390	4.615	10.436	14.494	13.805	11.542	5.210	8.142	1.390
8116	1.390	1.390	1.390	1.390	4.615	10.436	14.472	13.805	11.542	5.210	8.037	1.390
8115	3.723	3.290	4.089	8.677	22.889	94.107	133.088	135.159	98.576	44.567	8.142	5.650
8111	3.723	3.290	4.089	5.000	5.000	24.145	53.770	62.891	50.242	44.567	8.142	5.000
8106	3.723	3.290	4.089	5.000	5.000	24.145	53.537	60.720	50.242	44.567	8.142	5.000
8112	1.212	711	626	823	3.347	11.483	13.021	10.645	10.029	7.131	5.765	2.802

Fuente: DARH, DGA, Nov. 2013.

**CUADRO 10.1-5
DISPONIBILIDAD SUBSUBCUENCAS RÍO BÍO BÍO (l/s)**

Subsubcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
8304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8322	8.000	0	0	3.000	6.600	52.800	74.000	70.500	18.800	33.500	15.900	3.300
8324	8.000	0	0	3.000	6.600	52.800	74.000	70.500	18.800	33.500	15.900	3.300
8319	26.000	0	0	290.000	115.000	390.000	396.000	438.000	18.800	528.000	334.000	77.700
8333	3.500	0	0	3.500	14.000	59.200	68.200	66.100	18.800	21.300	7.300	110
8334	26.000	0	0	29.000	104.000	458.000	498.000	535.000	18.800	537.000	323.000	77.700
8364	1.300	0	0	6.800	4.800	4.400	12.700	10.200	15.200	2.400	0	0
8366	1.300	0	0	6.800	4.800	4.400	12.700	10.200	15.200	2.400	0	0
8340	0	0	0	0	0	7.900	16.100	19.200	13.300	7.200	0	0
8341	0	0	0	0	0	7.900	16.100	19.200	13.300	7.200	0	0
8385	1.800	0	0	2.400	1.500	4.300	11.000	9.700	8.300	5.600	4.900	2.600
8381	21.000	0	0	29.000	64.000	127.000	150.000	144.000	18.800	102.000	74.000	27.000
8383	21.000	0	0	29.000	64.000	127.000	150.000	144.000	18.800	102.000	74.000	27.000

Fuente: DARH, DGA, Nov. 2013.

No se tiene información de balance de disponibilidad a nivel de fuente en la subsubcuenca 8530 perteneciente a la hoya del río Carampangue.

Respecto a la información proporcionada, en su Informe Técnico la DGA hace un especial hincapié:

“(…) Es necesario señalar que dado el dinamismo con el cual la disponibilidad de recurso varía a cierre de cuenca, sumado al hecho que el Servicio en las zonas en cuestión se encuentra actualizando los balances respectivos con cargo a las nuevas disposiciones establecidas en el Decreto Supremo N°14 de 2012 el cual establece el reglamento para determinar el caudal ecológico, los valores indicados podrían variar en una etapa posterior”.

En efecto, como puede apreciarse en las tablas precedentes, las disponibilidades mensuales, que se subentienden determinadas para un 85% de probabilidad de excedencia, varían fuertemente a lo largo del año, encontrándose disponibilidad nula para parte del año en un gran número de casos. Una modificación posterior de las disponibilidades podrá afectar o no en la cuantificación de los caudales de reserva, dependiendo de su magnitud relativa a los caudales de demanda.

11. RESULTADOS DEL BALANCE: CAUDALES DE RESERVA

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, los caudales de reserva son el resultado de realizar el balance oferta – demanda de reserva. Esto es, los caudales de reserva serán iguales al menor valor entre el caudal de demanda para reserva y el caudal de oferta para reserva.

Así, se realizaron los balances entre los caudales de demanda para reserva presentados en el Capítulo 9 y los caudales de oferta proporcionados por la DGA y presentados en el Capítulo 10. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

**CUADRO 11-1
Balance Oferta – Demanda para Reserva: Caudales de Reserva - Región del Maule**

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
071	0710	07104	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	668,5	668,5	668,5	
		07106	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.523,2	1.523,2	1.523,2	
	0711	07116	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
		07117	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	325,6	325,6	325,6
		07119	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	885,5	885,5	885,5
073	0731	07316	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		07317	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	0732	07322	0,0	0,0	0,0	1.084,0	6.541,8	6.541,8	6.541,8	6.541,8	6.541,8	6.541,8	6.541,8	6.541,8	5.089,0
		07330	0,0	0,0	0,0	0,0	415,3	415,3	415,3	415,3	415,3	415,3	0,0	0,0	0,0
		07331	0,0	0,0	0,0	0,0	1.311,2	1.311,2	1.311,2	1.311,2	1.311,2	1.311,2	0,0	0,0	0,0
0735	07350	07350	0,0	0,0	0,0	0,0	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	
		07351	0,0	0,0	0,0	0,0	167,3	167,3	167,3	167,3	167,3	167,3	167,3	167,3	
	07355	07354	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.365,0	4.887,3	4.887,3	4.887,3	
		07355	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,0	
		07358	0,0	0,0	0,0	229,4	229,4	229,4	229,4	229,4	229,4	229,4	229,4	229,4	
0737	07370	0,0	0,0	0,0	227,5	227,5	227,5	227,5	227,5	227,5	227,5	227,5	227,5		
	07374	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,4	120,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
074	0740	07376	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.814,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		07400	No se tiene información de disponibilidad.												

Nota: Los valores destacados en color corresponden a caudales de reserva determinados por la disponibilidad hídrica para derechos consuntivos permanentes. En los casos restantes, los valores fueron determinados por la demanda para reserva.

CUADRO 11-2
Balance Oferta – Demanda para Reserva: Caudales de Reserva - Región del Bío Bío

Cuenca	Subcuenca	Subsubcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
081	0810	08106	541,8	541,8	541,8	541,8	541,8	541,8	541,8	541,8	541,8	541,8	541,8	541,8		
		08110	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	1.665,8	
	0811	08112	163,9	163,9	163,9	163,9	163,9	163,9	163,9	163,9	163,9	163,9	163,9	163,9	163,9	
		08115	3.723,0	3.290,0	3.954,8	3.954,8	3.954,8	3.954,8	3.954,8	3.954,8	3.954,8	3.954,8	3.954,8	3.954,8	3.954,8	
		08116	731,5	731,5	731,5	731,5	731,5	731,5	731,5	731,5	731,5	731,5	731,5	731,5	731,5	
	0812	08117	1.390,0	1.390,0	1.390,0	1.390,0	4.615,0	6.693,7	6.693,7	6.693,7	6.693,7	6.693,7	5.210,0	6.693,7	6.693,7	1.390,0
		08121	495,3	495,3	495,3	495,3	495,3	495,3	495,3	495,3	495,3	495,3	495,3	495,3	495,3	
		08123	968,5	968,5	968,5	968,5	968,5	968,5	968,5	968,5	968,5	968,5	968,5	968,5	968,5	
		08124	439,3	439,3	439,3	439,3	439,3	439,3	439,3	439,3	439,3	439,3	439,3	439,3	439,3	
	0813	08133	3.397,0	3.290,0	3.397,0	3.397,0	3.397,0	3.397,0	3.397,0	3.397,0	3.397,0	3.397,0	3.397,0	3.397,0	3.397,0	
		08140	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	3.620,3	
08141		54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3		
0814	08142	10,0	10,0	10,0	90,0	90,0	2.616,0	3.579,6	3.579,6	2.089,0	360,0	160,0	90,0	10,0		
	08145	416,2	416,2	416,2	416,2	416,2	416,2	416,2	416,2	416,2	416,2	416,2	416,2	416,2		
083	0830	08304	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		08319	337,4	0,0	0,0	337,4	337,4	337,4	337,4	337,4	337,4	337,4	337,4	337,4	337,4	
	0832	08322	3.478,0	0,0	0,0	3.000,0	3.478,0	3.478,0	3.478,0	3.478,0	3.478,0	3.478,0	3.478,0	3.478,0	3.300,0	
		08324	3.998,2	0,0	0,0	3.000,0	3.998,2	3.998,2	3.998,2	3.998,2	3.998,2	3.998,2	3.998,2	3.998,2	3.300,0	
	0833	08333	55,7	0,0	0,0	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7	
		08334	3.148,2	0,0	0,0	3.148,2	3.148,2	3.148,2	3.148,2	3.148,2	3.148,2	3.148,2	3.148,2	3.148,2	3.148,2	
	0834	08340	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	558,3	558,3	558,3	558,3	558,3	558,3	0,0	0,0	
		08341	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	354,3	354,3	354,3	354,3	354,3	354,3	0,0	0,0	
	0836	08364	1.300,0	0,0	0,0	4.199,9	4.199,9	4.199,9	4.199,9	4.199,9	4.199,9	4.199,9	2.400,0	0,0	0,0	
		08366	710,8	0,0	0,0	710,8	710,8	710,8	710,8	710,8	710,8	710,8	710,8	0,0	0,0	
	0838	08381	276,0	0,0	0,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	276,0	
08383		11,3	0,0	0,0	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3		
08385		118,7	0,0	0,0	118,7	118,7	118,7	118,7	118,7	118,7	118,7	118,7	118,7	118,7		
0870	08700	349,0	335,0	0,0	0,0	349,0	349,0	349,0	349,0	349,0	349,0	349,0	349,0	349,0		
	08701	580,0	335,0	0,0	0,0	922,8	922,8	922,8	922,8	922,8	922,8	922,8	922,8	922,8		
0871	08710	580,0	335,0	0,0	0,0	1.220,2	1.220,2	1.220,2	1.220,2	1.220,2	1.220,2	1.220,2	1.220,2	1.220,2		
	0882	444,0	106,0	0,0	0,0	479,7	479,7	479,7	479,7	479,7	479,7	479,7	479,7	479,7		

Nota: Los valores destacados en color corresponden a caudales de reserva determinados por la disponibilidad hídrica para derechos consuntivos permanentes. En los casos restantes, los valores fueron determinados por la demanda para reserva.

Los valores destacados en color en las tablas presentadas, corresponden a los casos en que el caudal de reserva quedó determinado por la oferta o disponibilidad. De acuerdo a los valores presentados, resultan subsubcuencas con caudales de reserva discontinuos a lo largo del año. Si bien en una primera instancia se podría definir como una condición de continuidad para los caudales de reserva teniendo en cuenta el destino para agua potable, se ha optado en acuerdo con el DARH, definir igualmente caudales de reserva discontinuos, considerando que los meses en que no hay disponibilidad deben buscarse fuentes alternativas para satisfacer las necesidades determinadas.

Adicionalmente, como ha expresado la DGA (ver Capítulo 10), los balances hídricos de los que se determina la disponibilidad para reserva, están en revisión y las situaciones planteadas en el párrafo anterior podrían variar.

Se han elaborado 50 fichas gráficas que se adjuntan al final de la memoria del Informe, donde se presentan por separado cada una de las subsubcuencas que presentan situación de reserva, en las que se incluyó información útil para el administrador del recurso hídrico: identificación, ubicación y caudales de las solicitudes de derechos no consuntivos (punto de restitución) que podrían afectar a población sin cobertura de agua potable, identificación de las localidades sin cobertura de agua potable que podrían ser afectadas por el otorgamiento de las solicitudes de derechos no consuntivos identificadas en la ficha, y, se presentan los caudales de demanda de reserva, y sus tres componentes (agua potable, abrevamiento animal y riego de cultivos).

Es importante señalar que las fichas elaboradas no incluyen los valores de los caudales de reserva producto del balance oferta – demanda (obtenidos en el Capítulo 10) debido por una parte, a que sus valores varían mensualmente por lo que su presentación resulta extensa y por otra, a que son resultados que este consultor recomienda al DARH revisar, puesto que en gran parte de los casos, se tienen disponibilidades parciales en el tiempo (meses con caudales nulos) y en algunos casos se cuenta con disponibilidad para reserva hasta sólo para un mes del año.

12. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

12.1. Introducción

En el presente capítulo se entrega en detalle la estructura del Sistema de Información Geográfica (SIG) desarrollado e implementado para este estudio.

La presente implementación se constituye para la DGA-MOP en una herramienta que, principalmente, facilita la visualización, consulta y procesamiento de los resultados obtenidos en el estudio.

Es importante señalar que la presente implementación sólo consideró el ordenamiento y sistematización de la información generada en el estudio, mediante el desarrollo de proyectos en la plataforma ArcGis 9.3, en su módulo ArcMap.

A continuación se presenta en detalle una descripción de la información que conforma la presente implementación SIG.

12.2. Plataforma Computacional

Mediante la elaboración de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se facilitan las labores de recolección, análisis, gestión y representación de datos geoespaciales.

La representación de la información recopilada se expone en una serie de capas temáticas, con las cuales es posible realizar el procesamiento y análisis de datos, obteniendo los resultados requerido según el objetivo de este estudio.

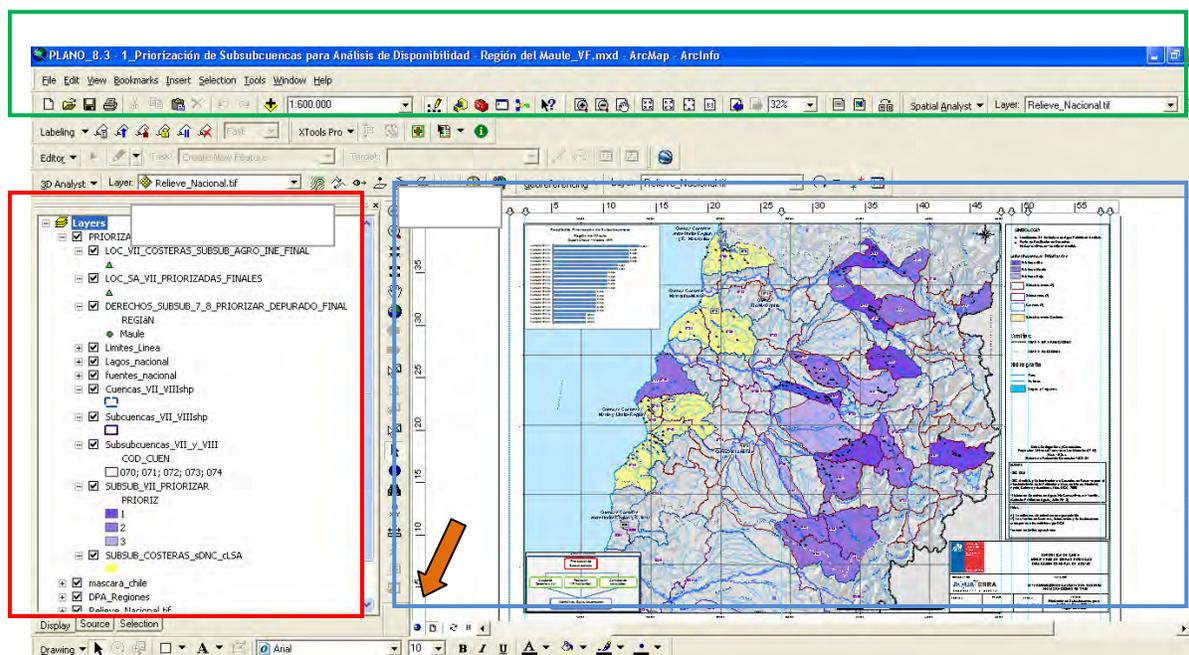
De esta forma, el SIG funciona como una representación geoespacial de información geográfica que tiene asociada una base de datos alfanumérica y que se caracteriza por entregar un identificador único a cada uno de los elementos representados gráficamente. Una de las particularidades del SIG es que nos permite realizar consultas automáticas para conocer los atributos de un tema, así como también seleccionarlos directamente desde la base de datos asociada al tema en cuestión.

Para la elaboración del Sistema de Información Geográfica implementado en el presente estudio se ha utilizado el Software ArcGIS 9.3, desarrollado por la empresa ESRI.

Los proyectos creados, en donde es posible visualizar las capas de información y donde se realizan los procesos de la misma, tienen extensión *.mxd, y se puede acceder a ellos haciendo doble clic sobre el ícono del programa (ArcMap), o dirigiéndose directamente al nombre con el cual se guardó el proyecto.

El ambiente de trabajo es el módulo ArcMap, donde es posible representar gráficamente los datos espaciales, los cuales se organizan en la tabla de contenidos (en rojo en la Figura 8.2-1), donde cada elemento desplegado corresponde a una capa de información también llamada layer o shape (denominación de los archivos nativos de ArcGIS).

FIGURA 12.2-1
VENTANA PRINCIPAL DEL MÓDULO ARCMAP



Además, en la parte superior se encuentran los menús colgantes y las distintas barras de herramientas (en verde) para el procesamiento y análisis de los datos. También se puede visualizar el Layout (en azul), que es la ventana donde se representa y visualiza la información en formato para impresión. Esta contiene elementos típicos de una composición cartográfica como: el Norte, la simbología, la escala gráfica y la grilla de coordenadas, además de las fuentes de información y el Datum origen del sistema de coordenadas en las cuales se representa dicho mapa.

Según la necesidad del usuario es posible trabajar en dos ambientes: la ventana "Data View" donde se visualizan las capas de información y es posible realizar procesamientos de la misma, o la ventana "Layout View" donde además de las funciones ya descritas es posible de formato de salida a la información, es decir, mapas en sus distintos formatos (.pdf,

.jpg, etc). El comando para cambiar de un ambiente a otro se señala con una flecha en la parte inferior izquierda de la vista (ver Figura 8.2-1).

En cuanto al acceso a la información contenida en la Tabla de Atributos, vinculada a las capas o temas en análisis, esta se visualiza utilizando de botón secundario sobre los layers o capas cargadas en la tabla de contenidos. Este vínculo de información gráfica georeferenciada e información alfanumérica (tabla de atributos) es una de las características más relevantes y de mayor utilidad de los SIG.

**FIGURA 12.2-2
VISTA DE LA TABLA DE ATRIBUTOS**

LOCALIDAD	X	Y	REGION	COMUNA	ABASTECIMI	VIV 2005	POB 2002	POB 2005	POB 2025	REQ 2025	COD CIEN	COD SUBC	COD SSURC	NOM SSU
LOS TRELES	355137	6002610	Maule	Río Claro	No	11	41	43	58	8721 073	0737			Río Claro Hasta Estero Sin Nombre
LA FLACETA	308840	6077927	Maule	San Clemente	No	31	84	88	119	17867 073	0737			Río Claro Hasta Estero Sin Nombre
ALTOS DE VILCHES	315262	6058637	Maule	San Clemente	No	31	6	6	9	1276 073	0737			Río Lircay Hasta Estero Picoazo
COMUNIDAD HOTEL	312745	6058436	Maule	San Clemente	No	68	22	23	31	4679 073	0737			Río Lircay Hasta Estero Picoazo
LA SIERRA	311847	6058930	Maule	San Clemente	No	31	2	2	3	425 073	0737			Río Lircay Hasta Estero Picoazo
PROINFANCIA	310948	6059604	Maule	San Clemente	No	5	11	12	16	2340 073	0737			Río Lircay Hasta Estero Picoazo
LA CRUZ	267360	6059155	Maule	San Clemente	No	16	44	46	62	9359 073	0732			Río Maule Entre Muro Embalse Colburn y Río Loncomilla
LUFO	315328	6112410	Maule	Curicó	No	49	118	123	167	25088 071	0711			Estero Ujjes
QUEBRADA DE BOLBARAN	307224	6107251	Maule	Curicó	No	14	15	16	21	3190 071	0711			Río Lonhue Entre Junta Ríos Colorado y Palos y Estero
VILLA CORDILLERA	305892	6107505	Maule	Curicó	No	112	354	370	502	75295 071	0711			Río Lonhue Entre Junta Ríos Colorado y Palos y Estero
ALUPENHUE	310171	6098478	Maule	Molina	No	10	23	24	33	4892 071	0711			Río Lonhue Entre Junta Ríos Colorado y Palos y Estero
EL RADAL	317263	6079262	Maule	Molina	No	45	74	77	105	15740 073	0737			Río Claro Hasta Estero Sin Nombre
PARQUE INSLES	319329	6072623	Maule	Molina	No	16	4	4	6	851 073	0737			Río Claro Hasta Estero Sin Nombre
LA CRUZ	325722	6128995	Maule	Romeral	No	15	23	24	33	4892 071	0710			Río Teno Entre Río Claro y Bajo Junta Estero Sin Nombre
LA LINON	325538	6128937	Maule	Romeral	No	68	255	267	362	54238 071	0710			Río Teno Entre Río Claro y Bajo Junta Estero Sin Nombre
CAJON DE PEJERREY	288299	6075339	Maule	Linares	No	54	126	132	179	26800 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
CAJON VEGA DE SALAS	284301	6015914	Maule	Linares	No	86	263	275	373	55839 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
CAJON VEGA DE SALAS EL	287132	6017811	Maule	Linares	No	17	45	47	64	9671 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
CARRIZAL	283091	6011133	Maule	Linares	No	16	46	48	65	9784 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
CONFUENCIA VEGA DE SAL	279734	6014636	Maule	Linares	No	12	20	21	28	4254 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
OLLINEN ALTO	297054	6015126	Maule	Linares	No	8	17	18	24	3616 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
EL PEASCO	275747	6019409	Maule	Linares	No	71	185	194	262	39349 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
LA RECOBA BAJO EL NABO	279764	6014848	Maule	Linares	No	14	21	22	30	4467 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
LOS GUALLES	280975	6001220	Maule	Linares	No	84	188	197	267	39897 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
LOS MOCOTES	278682	6017084	Maule	Linares	No	33	80	84	113	17016 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
MONTICOLLO	285262	6003548	Maule	Linares	No	41	141	148	200	28980 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
PEJERREY	288622	6009088	Maule	Linares	No	52	52	54	74	11060 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
VEGULLAS	290809	6012055	Maule	Linares	No	5	20	21	28	4254 073	0735			Río Putagan
CERRO LAS DUCAS	287885	6022035	Maule	Linares	No	6	12	13	17	2552 073	0735			Río Ancoas
CHUPALLAR	303824	6028848	Maule	Linares	No	52	90	94	128	19143 073	0735			Río Ancoas
DURAZNILLO	280351	6022479	Maule	Linares	No	14	20	21	28	4254 073	0735			Río Ancoas
MANZANO AMARGO	292764	6020287	Maule	Linares	No	6	26	27	37	5530 073	0735			Río Ancoas
ROBLERIA	286255	6028519	Maule	Linares	No	50	131	137	186	27883 073	0735			Río Ancoas
CORRAL DE SALAS	318688	6028644	Maule	Coboln	No	5	12	13	17	2552 073	0731			Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule
HORNILLOS	314141	6030549	Maule	Coboln	No	2	8	8	11	1702 073	0731			Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule
QUEBRADA DE MEDINA	316845	6028229	Maule	Coboln	No	6	31	32	44	6594 073	0731			Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule
QUEBRADA EL TORO	317961	6024999	Maule	Coboln	No	3	6	6	9	1276 073	0731			Río Melado Entre Estero El Toro y Río Maule
BOCATOMA CANAL MELADO	322961	6015129	Maule	Coboln	No	3	3	3	4	638 073	0731			Río Melado Entre Río de La Puente y Bajo Junta Estero
EL MALLI	324014	6014537	Maule	Coboln	No	10	22	23	31	4679 073	0731			Río Melado Entre Río de La Puente y Bajo Junta Estero
LA VEGULLAS	294429	6031242	Maule	Coboln	No	5	20	21	28	4254 073	0735			Río Putagan
LOS AVELLANOS	292543	6031988	Maule	Coboln	No	25	41	43	58	8721 073	0735			Río Putagan
VEGULLAS	294253	6030213	Maule	Linares	No	5	20	21	28	4254 073	0735			Río Ancoas
LOS OUILAYES	280952	6011778	Maule	Longaví	No	39	74	77	105	15740 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
VEGA DEL MOLINO	277077	6014284	Maule	Longaví	No	10	30	31	43	6381 073	0735			Río Achibueno Entre Estero de Pejerreyes y Río Ancón
TERRA DE VASCO #7	278739	6009688	Maule	Longaví	No	11	26	26	35	4917 073	0735			Río Lircay Entre Río Pailón y Río Lircay Hasta Estero

Cabe destacar que de las funcionalidades que dispone el software ArcGis, sólo se emplearon aquellas herramientas asociadas a los componentes de Vistas, Tablas y Layout.

12.3. Base Cartográfica

La presente implementación utilizó como base cartográfica la Cartografía Regular del IGM en escala 1:50.000, referida a coordenadas UTM, con origen en el Datum WGS 84 Huso 19 Sur.

La información utilizada de la fuente citada fue la siguiente:

Información base:

- Límites Administrativos
- Ciudades
- Hidrografía
- Lagos y Lagunas
- Poblados

Además se utilizó información de recopilada de estudios anteriores y otras instituciones.

- SIG Estudio DGA SIT N°116
- Cartografía para las regiones VII y VII con la localización de Poblados del Instituto Nacional de Estadísticas.

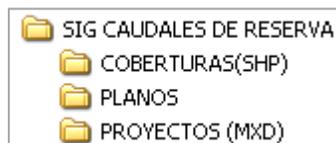
Información generada:

- Solicitudes de Derechos de Agua No Consuntivos en Trámite para las Regiones VII y VIII.
- Localidades sin Cobertura de Agua Potable para las Regiones VII y VIII.
- Subsubcuencas Priorizadas para el Análisis de Disponibilidad de Agua.

12.4. Instalación de la Aplicación SIG

La aplicación del Sistema de Información Geográfica se encuentra organizada en un directorio principal denominado SIG CAUDALES DE RESERVA, el cual tiene una estructura de directorios que contiene los proyectos de ArcGIS, las coberturas o shapes y los mapas obtenidos.

ESTRUCTURA GENERAL DEL SIG



Para utilizar la aplicación basta con copiar la carpeta principal del SIG en cualquier directorio del PC, luego entrar en la carpeta PROYECTOS (MXD) que contiene los proyectos y dar clic al proyecto seleccionado para ingresar al módulo ArcMap de ArcGIS. Lo anterior se debe a que todos los proyectos están configurados para que el direccionamiento de los archivos que lo componen sea relativo. En caso de tener algún problema se recomienda copiar toda la carpeta directamente en el disco C.

Cabe comentar que todos los proyectos no requieren del uso de ninguna extensión adicional para su ejecución.

12.5. Diseño y Organización SIG

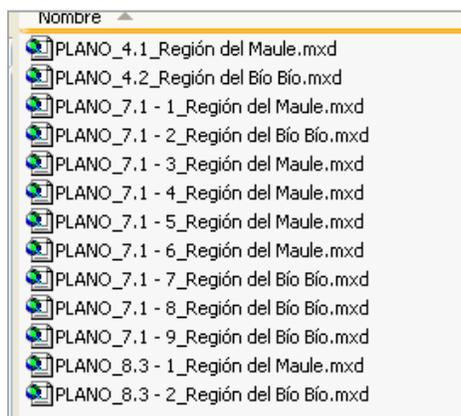
12.5.1. Diseño Lógico y Conceptual

Con el objetivo de permitir que la información presentada y generada en el estudio sea de fácil acceso y consulta, se realizó la integración de todos los datos en un ambiente geoespacial, donde se relacionan directamente los puntos o sectores a que corresponde la información, con la asociada a dicho lugar.

Para la consulta de las bases de datos gráfica y alfanumérica asociada del SIG se utilizó el software ArcGIS 9.3 de Esri.

De esta forma, el SIG se ha organizado físicamente en 13 proyectos donde se ha trabajado la información, 7 proyectos para la VII región y 6 para la VIII región.

PROYECTOS INTEGRADOS AL SIG



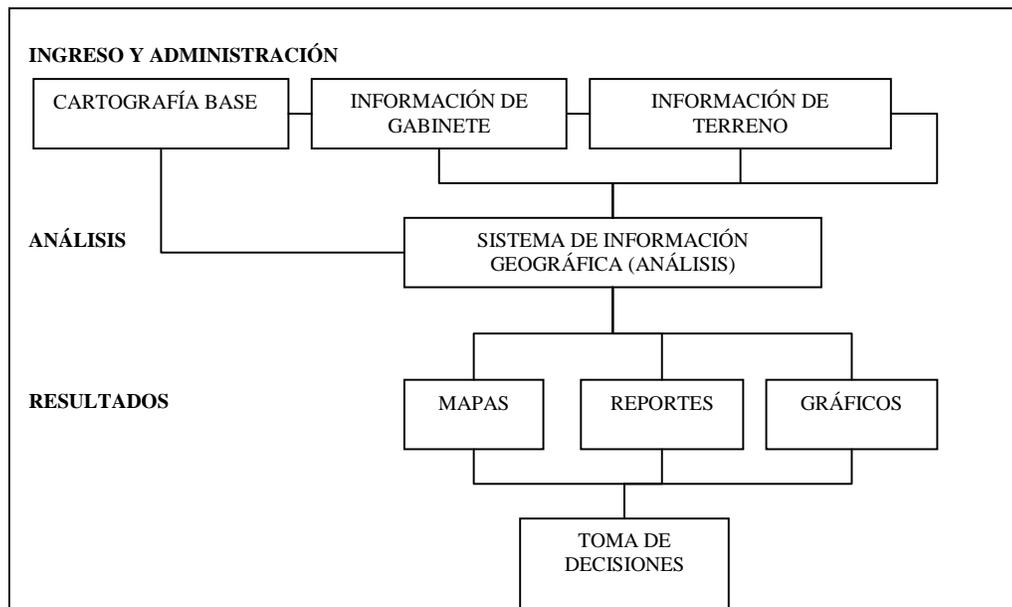
Cada uno de los proyectos está conformado por una vista donde están cargadas todas las coberturas de cada uno de los temas y además, cada proyecto tiene un Layout donde se muestra la composición cartográfica del tema específico.

El diseño conceptual y lógico general adoptado para el SIG, se presenta en la Figura 12.5-1.

Según se observa en esa figura, el diseño conceptual considera el ingreso de información al SIG a través de 3 formas: Cartografía base, Levantamiento de información en gabinete y terreno, conformándose de esta forma las bases de datos gráficas y alfanuméricas de las cuencas específicas.

Realizada la implementación física del SIG en el software ArcGIS 9.3, es factible aprovechar sus potencialidades como herramienta de administración, visualización y caracterización de datos espaciales.

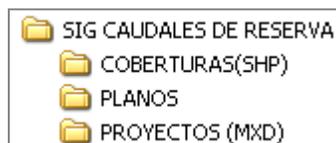
**FIGURA 12.5-1
DISEÑO CONCEPTUAL SIG**



12.5.2. Estructura de Directorios

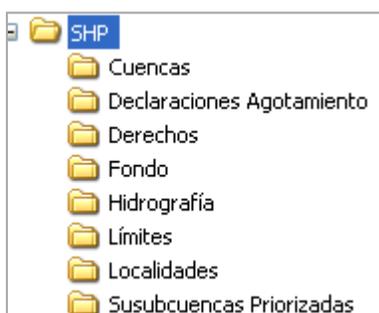
Como se explicó anteriormente, toda la información está contenida en la carpeta principal del SIG llamada "SIG CAUDALES DE RESERVA". Dentro de ella se han dispuesto tres directorios principales: COBERTURAS (SHP), MAPAS y PROYECTOS (MXD).

DIRECTORIOS DENTRO DEL SIG



En el directorio MAPAS se encuentran las composiciones cartográficas en formato pdf. Para el caso de la información temática presentada en el SIG, en el directorio COBERTURAS (SHP) se han dispuesto las carpetas temáticas utilizadas para la composición de los proyectos. La estructura definida se muestra en la Figura 12.5-2.

FIGURA 12.5-2
ESTRUCTURA DE CARPETAS PARA CADA CAPA TEMÁTICA



Según se muestra en la figura anterior, la estructura de la información se organiza dentro del directorio COBERTURAS (SHP), en carpetas temáticas, y en su interior se encuentran las capas relacionadas al tema de la carpeta.

Dentro de la carpeta COBERTURAS (SHP), además de la información temática, existe una carpeta llamada "FONDO", la cual posee shapes derivados que sólo se utilizan para una mejor representación de los mapas, y en sí no contienen información relevante como SIG.

12.5.3. Base de Datos y Diseño de Tablas

a) Base de Datos

Las bases de datos que integran el SIG mantienen el formato nativo del software ArcGIS denominados shapefile.

Este archivo almacena tanto las características geométricas y atributos de los datos espaciales. De acuerdo a ello la cobertura de ArcGIS está compuesta por cinco archivos:

archivo.shp
archivo.dbf
archivo.shx
archivo.sbx
archivo.prj

b) Diseño de Tablas

Las bases de datos de atributos, que integran este SIG, poseen una estructura de archivo dbf, la cual se organiza en campos (columnas) y registros (filas).

12.5.4. Presentación de Resultados

Para cada uno de los proyectos implementados se construyeron Layouts en formatos A2, doble carta, que permiten la representación gráfica de los resultados generados.

Cabe mencionar que para la representación de los diferentes temas, se generaron simbologías de extensión .lyr que permiten su reconstrucción. Estos archivos se encuentran almacenados en la carpeta de cada cobertura y el nombre de cada archivo es similar al del respectivo tema.

12.5.5. Planos Temáticos

Los 13 planos temáticos generados se enumeran en el índice de planos.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio desarrollado es el primer estudio a nivel regional el cual tuvo como objetivo principal determinar caudales de reserva obtenidos de un balance oferta – demanda. La oferta, consistente en la disponibilidad hídrica para derechos consuntivos permanentes, fue proporcionada por el DARH, a partir de la selección y priorización de las subsubcuencas en que se determinó la existencia de una situación de reserva. Esta situación, es originada por encontrarse dentro del territorio de la subsubcuenca, población sin cobertura de agua potable y solicitudes de derechos no consuntivos en trámite cuya relación hidro-geográfica es tal, que el otorgamiento de esos derechos podría afectar a esa población, agotando el cauce que podría abastecerla.

Se determinaron caudales de reserva para 18 de las 19 subsubcuencas analizadas en la región del Maule, y las 31 subsubcuencas de la región del Bío Bío (ver tablas del Capítulo 11).

En el caso de la región del Maule, sólo para una subsubcuenca de las analizadas, la 07400, no pudo determinarse el caudal de reserva como resultado del balance oferta - demanda, quedando determinado el caudal de reserva a nivel de demanda.

Es importante señalar, que si bien el alcance planteado para el estudio fue la subsubcuenca, las situaciones de reserva dadas por la relación espacial entre solicitudes y población, es localizada, abarcando uno o más sectores dentro del territorio de la subsubcuenca. Esto debe tenerse presente al momento de utilizar los resultados para los caudales de reserva, ya que en rigor provienen de un balance cuya demanda proviene de una parte de la hoya hidrográfica que contempló la oferta o disponibilidad.

Respecto a los caudales de demanda de reserva determinados, se concluye que los caudales de demanda para riego, conforman prácticamente la totalidad del caudal total de demanda para reserva. En efecto, dado el objetivo de reservar para la necesidad de riego de cultivo, y considerando que un caudal de reserva debe tener la magnitud de los consumos máximos y no promedios, ocurre que serán siempre varias veces la magnitud de los caudales de agua para bebida humana y animal.

En base a lo observado y la experiencia durante el desarrollo de los trabajos, se realizan las siguientes recomendaciones para futuros estudios:

- Reevaluar la necesidad de incluir en la determinación de la demanda el estudio de demanda para agua potable y abrevamiento animal, ya que no conforman más del 1% de la demanda total de reserva.
- Considerar la información recogida por los programas PRODESAL y PDTI (de haber población indígena), para el desarrollo del estudio de demanda de origen agropecuario.
- Contemplar dentro de los trabajos, la revisión y eventual corrección del emplazamiento e identificación de las localidades rurales sin cobertura de agua potable contenidas en el SIG del SIT N°116, considerando que esta información, proveniente del INE, a la fecha se encuentra a nivel distrital en planos escaneados intervenidos manualmente (zonas rurales).
- Desarrollo de un Manual de Procedimientos para el Administrador del Recurso Hídrico, que acote y de pautas metodológicas para la determinación de los caudales de denegación para reserva en la resolución de solicitudes de derechos no consuntivos y así aunar criterios para las distintas situaciones que se presenten.