GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

DIAGNÓSTICO DE LA RED DE AGUAS SUBTERRÁNEAS REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

INGEOREC Ltda.

S.I.T. Nº 227

Santiago, Enero 2011

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Sr. Hernán de Solminihac Tampier

Director General de Aguas
Abogado Sr. Matias Desmadryl Lira

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

Inspector Fiscal
Ing. Constr. Sr. Horacio Aguirre Zepeda

Profesionales Participantes
Hidromensor Sra. Dayanna Aravena Garrido
Hidromensor Sr. Francklin Ravanal Rodriguez

NOMBRE CONSULTORES:
Jefe de Proyecto
Ing Sr. Mario Guzmán Pineda

Profesional (es):
Geóloga Srta. Daniela Villablanca Espinoza
Geóloga Srta. Pía Avalos Escobar
Geógrafa Sra. Catalina Ahumada Aldunate
Geógrafo Sr. Cristián Araya Pacheco

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN 1
   1.1. GENERALIDADES 1
   1.2. OBJETIVOS 2
2. RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES 4
3. MARCO HIDROGEOLÓGICO 8
   3.1. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS 8
   3.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ACUÍFEROS 12
4. DERECHOS DE AGUA 20
   4.1. DATOS DISPONIBLES 20
   4.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN 22
5. RED DE MONITOREO ACTUAL 26
   5.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS 26
   5.2. DATOS DISPONIBLES 26
   5.3. DATOS DE NIVELES 29
6. METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LA RED ACTUAL 31
7. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA RED DE MONITOREO 36
   7.1. LIMITACIONES GENERALES EN LA EJECUCIÓN DEL CONTROL DE NIVELES 36
   7.2. CUENCA CACHAPOAL 36
   7.3. CUENCA ALHUÉ 37
   7.4. CUENCA RAPEL BAJO 37
   7.5. CUENCA TINGUIRIRICA 37
   7.6. CUENCA NILAHUE 38
   7.7. COSTOS OPERACIONALES 38
8. PROPOSICIÓN MODIFICACIONES A LA RED ACTUAL 40
   8.1. ASPECTOS GENERALES 40
   8.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN 40

9. CONCLUSIONES 46
10. REFERENCIAS 47
ANEXO 1: Nómina Pozos de Control Vigentes y Suprimidos
ANEXO 2: Gráficos Variación de Niveles de la Red Actual de Monitoreo
ANEXO 3: Nómina Estaciones Fluviométricas, Meteorológicas y de Calidad de Aguas
ANEXO 4: Plano de la Red Propuesta para Monitoreo de Niveles

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de Derechos por Acuífero 22
Tabla 2. Puntos de Control de Monitoreo de Aguas Subterráneas Vigentes 27
Tabla 3. Período de registro de la Red de monitoreo de niveles (1980-2010). 30
Tabla 4. Programa de Mediciones de la Red de Monitoreo Mensual DGA 33
Tabla 5. Calendario de aforos, muestreo sedimentológico y calidad de agua 34
Tabla 6. Gastos operacionales involucrados en la Red de Monitoreo Mensual 39
Tabla 7. Resumen del estado actual de la red de monitoreo y recomendaciones. 45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio. Región del Libertador Bernardo O'Higgins 2
Figura 2. Mapa Hidrogeológico Regional 11
Figura 3. Distribución de Acuíferos, Región del Libertador Bernardo O'Higgins. 13
Figura 4. Perfiles geológicos de los acuíferos Cachapoal, Tinguiririca y Alhué 19
Figura 5. Derechos Constituidos y en Trámite en la Región 21
Figura 6. Porcentajes de Distribución de los Caudales Otorgados 22
Figura 7. Áreas de Restricción y Número de Resolución 24
Figura 8. Derechos Otorgados según su Caudal y Estado de explotación 25
Figura 9. Mapa de ubicación de los pozos de monitoreo vigentes en la región. 28
Figura 10 Instrumentos de Trabajo: pozómetro y midiómetro 31
Figura 11. Sectorización de las áreas de control de niveles 35

RESUMEN

La Dirección General de Aguas (DGA), para su análisis de disponibilidad del recurso y el otorgamiento de derechos de agua, ha solicitado realizar un Diagnóstico de la Red de Monitereo de Niveles en la Región, dado que ahí se ubican importantes acuíferos asociados a los ríos Cachapoal, Tinguiririca y Nilahue, que le confieren interesantes perspectivas de explotación, como por ubicarse allí un creciente desarrollo poblacional y un progresivo avance industrial y agrícola.

La red actual de monitoreo de niveles fue diseñada por Álamos y Peralta en 1987 y cuenta con 78 puntos de control. Esta presenta buena distribución, contemplando las zonas de recarga y descarga, y donde está la mayor concentración de derechos otorgados. No obstante, dado el incremento de la demanda por este recurso, existen varios sectores declarados por la DGA como zonas de restricción para constituir nuevos derechos de agua y donde actualmente es necesario tener un mejor conocimiento del comportamiento del nivel de agua subterráneo.

Analizando la representatividad de los puntos de control respecto al acuífero, al grado de explotación, la longitud y la calidad de los registros y la accesibilidad a éstos, se propone modificar la distribución de los puntos de control, eliminando 15 puntos y agregando otros 16, lo cual resulta en una variación de 78 a 79 captaciones de monitoreo.

Dentro de las recomendaciones, se puede mencionar el de poder gestionar la información o mejorar la coordinación con los propietarios de la captaciones, cuyo acceso al recinto presente dificultades esporádicas para medir su nivel, especialmente los de agua potable.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

La Dirección General de Aguas (DGA), para su análisis de disponibilidad del recurso y el otorgamiento de derechos de agua, ha definido en cada región una red de monitoreo de aguas subterráneas conformada por puntos de medición de carácter puntual destinados a caracterizar el comportamiento de los acuíferos, como también aportar información para la determinación de caudales de extracción, cálculos de recarga, estimación de vulnerabilidad, balance hídrico, entre otros.

En la Región del Libertador Bernardo O'Higgins se ubican importantes acuíferos asociados a los ríos Cachapoal, Tinguiririca y Nilahue (**Figura 1**). Estos se caracterizan por su extensión y propiedades hidráulicas que le confieren interesantes perspectivas de explotación, como por ubicarse allí un creciente desarrollo poblacional, el cual es abastecido por ESSBIO mediante captaciones subterráneas, y un progresivo avance industrial y agrícola; los cuales usan el recurso subterráneo como complemento.

El incremento de la demanda por el recurso subterráneo, en los acuíferos más importantes en la Región, hace necesario realizar un diagnóstico de la situación actual de funcionamiento de la red de monitoreo de aguas subterráneas para la toma de decisiones en materia de su conservación y operación.

La red actual de monitoreo de niveles fue diseñada por Álamos y Peralta en 1987 y cuenta con un número de 78 puntos de control distribuidos el 50% en la Provincia Cachapoal, el 45% en la Provincia Colchagua y el resto en la Provincia de Cardenal Caro, los cuales en este estudio serán evaluados de acuerdo a la representatividad de éstos en el acuífero, al estado de explotación y a las restricciones operacionales para llevar a cabo el monitoreo en la región.

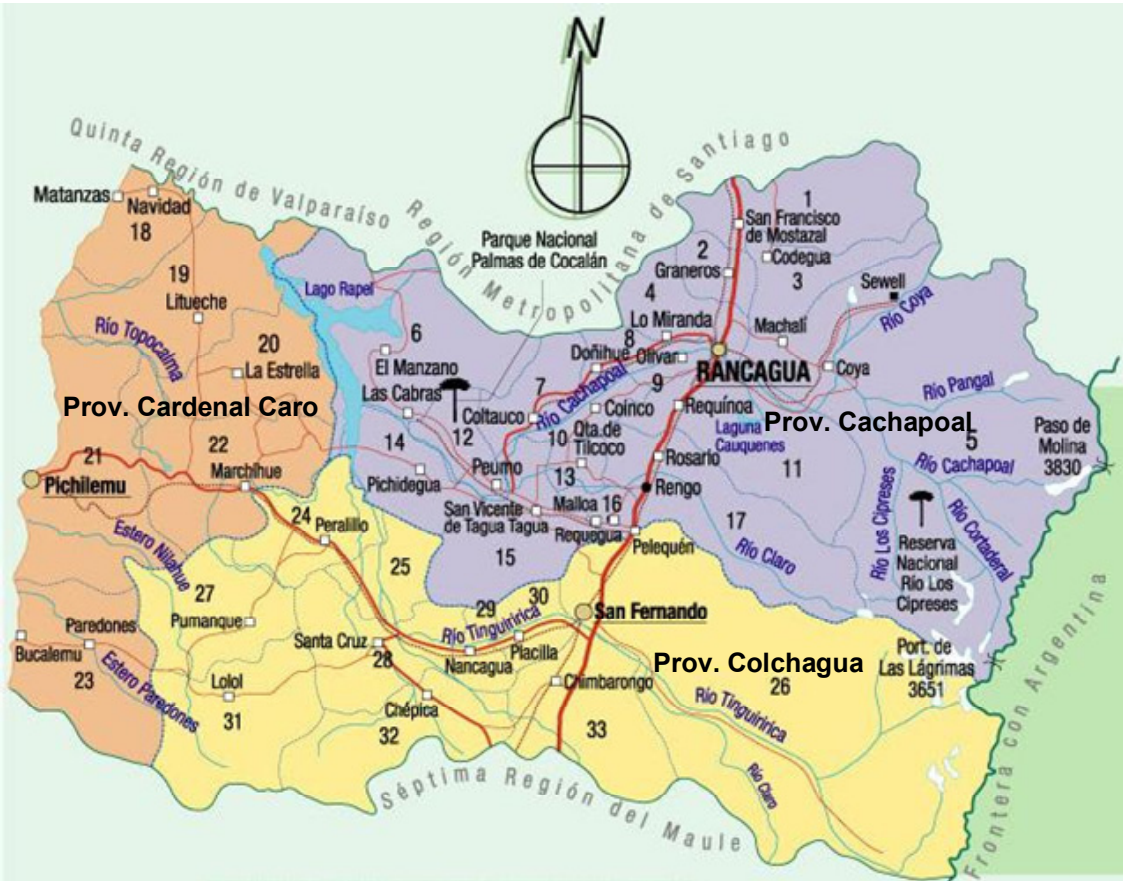


Figura 1. Área de estudio. Región del Libertador Bernardo O'Higgins y sus provincias.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es efectuar un diagnóstico de la situación de la red de aguas subterráneas de la Región, desde el punto de vista de su operación y representatividad del acuífero.

Como objetivos específicos para alcanzar el fin principal de este estudio, se plantean los siguientes aspectos:

- Disponer de una evaluación de la representatividad de la red existente. Esto es en función de la geometría y características hidrogeológicas del acuífero, como del estado de explotación de éste.
- Evaluar el funcionamiento y la operación de la red, como analizar la accesibilidad a los puntos de control, tiempo y personal asignado a esta tarea.

- Efectuar un análisis crítico en relación a los datos generados, que permitan evaluar la distribución de los puntos de control, caracterización de los acuíferos, variación espacial y temporal de los niveles, entre otros.
- Efectuar recomendaciones respecto a la operación y cantidad de puntos de control.

2. RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES

Para la realización de este trabajo se revisaron diversos estudios, los que contienen antecedentes con respecto a la geología, hidrogeología y estudios de análisis críticos de la red de medición de niveles en la región, entre otros.

A continuación se describen los antecedentes recopilados y el tratamiento de datos que se ha dado a esta información para realizar el presente estudio.

- **Carta Hidrogeológica de la Hoja Rancagua** (Hauser, 1990).

Elaborado por el Servicio de Geología y Minería (Sernageomin), esta carta, escala 1:250.000 permite visualizar las principales unidades hidrogeológicas de gran parte de la Región . El estudio cuenta con un catastro de pozos de los últimos 60 años, con datos de niveles de agua, profundidad de pozos, uso del pozo, química del agua, entre otros. Este catastro incluye un total de 420 pozos, cuyos antecedentes provienen, principalmente de SENDOS, CORFO, ECOM y de empresas privadas, dedicadas a la construcción de pozos, como CELZAC (Celedón-Zañartu), HIDROSAN, CAPTAGUA, SAACOL (Saavedra y Cobo Ldta.), CPA (Pozos Profundos) y GWE (German Water Engineering).

- **Diagnóstico Potencial Hídrico Acuíferos Costeros Provincia Cardenal Caro, VI región.** DGA -SITAC (1998)

El estudio tiene por objetivo disponer del conocimiento necesario de algunos sistemas de acuíferos costeros y determinar en ellos el potencial hídrico susceptible de explotar en forma sostenible en el tiempo.
Los sectores considerados para este estudio son la Hoya del río Rapel, Hoya del estero Topocalma y Hoya del estero Nilahue.
El estudio entrega una caracterización hidrogeológica, hidrológica, análisis químico, derechos de agua, catastro de pozos de cada sistema subterráneo de las cuencas consideradas y la implementación de un modelo de simulación de cada sistema subterráneo.

- **Estudio Hidrogeológico en Ciudades y Pueblos de la VI Región.** (GCF Ingenieros Consultores, 2001).

Este trabajo entrega información acerca de los sectores más apropiados para nuevas fuentes de agua potable y un análisis de la oferta y demanda de agua subterránea en cada ciudad o pueblo, en base a antecedentes hidrológicos e hidrogeológicos de la Región .

- **Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos de la VI Región.** S.D.T. Nº 160 (DGA, 2003).

Este estudio presenta valores medios del caudal de extracción sustentable de aguas subterráneas por sectores acuíferos en toda la Región , los que fueron contrastados con la explotación previsible en los acuíferos. Las formaciones acuíferas fueron descritas en base a las cuencas hidrológicas más importantes de las zonas estudiadas, quedando algunos sectores sin información.

- **Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI a VIII Región.** (CNR-AC Ingenieros Consultores, 2003)

El trabajo desarrollado por AC Ingenieros Consultores tiene como objetivo general mejorar las condiciones de desarrollo socioeconómico de las zonas de secano mediante la transferencia de conocimientos respecto a la distribución de los recursos hídricos, en el tiempo y espacio y la propuesta de obras para su mejor aprovechamiento.

- **Informe Hidrogeológico Estero Nilahue, Comuna de Pichilemu** (Ingeorec, 2004b)

El objetivo del trabajo es dimensionar el potencial acuífero reconocido por las punteras, como también reconocer sectores cercanos que pudieran representar acuíferos capaces de sustentar un caudal de explotación continuo que permita solucionar el problema de abastecimiento de agua potable en Pichilemu.
El trabajo entrega antecedentes acerca de la geología del área y ensayos de bombeo realizados en las punteras.

- **Evaluación de los Recursos Hídricos subterráneos del Acuífero Nilahue.** Informe Técnico S.D.T Nº246 (DGA, 2007)

El estudio busca determinar de forma aproximada la recarga del acuífero del estero Nilahue y compararla con la demanda de recursos subterráneos vigente a Diciembre de 2005.
Para esto realiza un análisis de precipitaciones y la estimación de recarga por subcuencas.

- **Derechos otorgados y en trámite de aguas subterráneas.** DGA (2010).

Se cuenta con una base de datos, obtenidos de la Dirección General de Aguas, de los derechos otorgados y en trámite de aguas subterráneas (art. 4º y 6º) para el período 1990-2010.

- **Evaluación de los Recursos Hídricos subterráneos de la VI Región.** Informe Técnico S.D.T Nº160 (DGA, 2003)

El presente estudio, tiene por objeto determinar el potencial de explotación sustentable de los acuíferos de la Región y su comparación con la explotación prevista de los derechos solicitados y los usos y derechos factibles de regularizar.

- **Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable de los Acuíferos de la VI Región. Modelación Hidrogeológica de los Valles de Alhué, Cachapoal y Tinguiririca.** Informe Técnico S.D.T Nº229 (DGA, 2005).

El objetivo del trabajo presentado es, sobre la base del modelo general desarrollado por DICTUC para la DGA, analizar en forma detallada el comportamiento de los sistemas acuíferos de las cuencas del Cachapoal, Tinguiririca y Alhué.

A partir de la información proporcionada por el estudio realizado por el DICTUC, la DGA ha utilizado los modelos para analizar la situación de largo plazo de cada uno de los valles o acuíferos de interés bajo distintos escenarios de demanda. Un análisis más detallado permite estimar el funcionamiento promedio de una serie de subsectores hidrogeológicos de interés en cada uno de los sectores acuíferos y también se realiza un análisis preliminar de las afecciones superficiales por efecto de la operación de los pozos respecto de una situación natural, es decir sin explotación.

El área de interés del estudio se concentra básicamente en las cuencas de los ríos Cachapoal y Tinguiririca, desde su desembocadura en el embalse Rapel hacia aguas arriba, hasta donde dichos cursos superficiales dejan el bloque preandino e ingresan al valle longitudinal central, es decir sus sectores medios y bajos.

La cuenca del estero Alhué, que nace en la cordillera de la Costa, y hasta su desembocadura en el embalse Rapel, también ha sido considerada en este estudio.

- **Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable de los Acuíferos de la VI Región. Modelación Hidrogeológica de los Valles de Alhué, Cachapoal y Tinguiririca.** Informe Técnico S.D.T Nº299 (DGA, 2006)

El informe corresponde a una operación y actualización del modelo de la Región , en que todos los parámetros de entrada son los que se describen detalladamente en el informe técnico SDT 209 "EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DE LA VIa REGIÓN, Modelación Hidrogeológica de los Valles de Alhué, Cachapoal y Tinguiririca" (Octubre, 2005).

En este informe se detallan todos los resultados obtenidos luego de operar el modelo, así como los procedimientos y supuestos realizados para el cumplimiento de los objetivos planteados.

- **Análisis Crítico de la Red de Medición de Niveles de Agua Subterránea. (ALAMOS Y PERALTA, 1987)**

Se realiza un análisis crítico de la red piezométrica en la región, en la cual se aporta información para caracterizar de mejor forma la profundidad del nivel de las aguas subterráneas y evaluar la variación de éstos en los acuíferos, ya sea por razones naturales o artificiales. En base a los antecedentes se procede a aumentar el número de puntos de control de la red de monitoreo de niveles, de 38 a 78 puntos de control, que son los que actualmente se monitorean en la región. En sus anexos se incluyen algunas características de los pozos, tales como profundidad de la perforación, caudal y descenso, coordenadas, información de niveles, etc.

3. MARCO HIDROGEOLÓGICO

Este capítulo tiene como objetivo caracterizar los acuíferos de interés, con el fin de tener antecedentes acerca de la hidrogeología de las cuencas de los ríos Cachapoal, Tinguiririca y Provincia Cardenal Caro, que permitan evaluar la representatividad de la red existente desde el punto de vista de su distribución respecto a las zonas de recarga y descarga, límites de los acuíferos, profundidad y tipo de acuíferos, entre otros.

Esta caracterización incluye una recopilación de antecedentes y datos elaborados por la Dirección General de Aguas (DGA), el Servicio de Geología y Minería (Sernageomin) y empresas consultoras.

3.1. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

Para la realización de este estudio se procedió a integrar la información hidrogeológica de la Hoja Rancagua de escala 1: 250.000 (Hauser, 1990), la geología de la hoja 1:1.000.000 del Sernageomin (2002) y estudios hidrogeológicos en la Región elaborados por la DGA, entre otros. Entre estos antecedentes, la información estratigráfica e hidrogeológica permitieron identificar y delimitar una serie de unidades de roca y depósitos no consolidados, de acuerdo a sus aspectos cualitativos de tipo litológico, fracturamiento, porosidad y permeabilidad, que permiten caracterizar el comportamiento para almacenar y transmitir el agua subterránea.

En la **Figura 2** se observa la distribución en superficie de las principales unidades hidrogeológicas, las cuales se describen a continuación:

Unidad I: Está compuesta por rocas metamórficas y cuerpos intrusivos, que afloran principalmente en la Cordillera de la Costa en una franja de orientación norte-sur. En general, estas rocas actúan como una barrera natural para el flujo regional del agua subterránea debido a su escasa a nula permeabilidad.

En las rocas graníticas los intensos procesos de meteorización química han permitido la formación *in situ* de un suelo residual con gradación uniforme del tipo arena gruesa a gravilla, denominado “maicillo”. La erosión de este material por las lluvias desarrolla en las laderas empinadas incisiones de hasta 12 m de profundidad (Hauser, 1990).

En las rocas metamórficas los procesos de meteorización son menos intensos. La alteración tiende a acentuarse en zonas de mayor fracturamiento. El material removido por la erosión de las lluvias forma acopios de gravas y arenas, con abundante mica intersticial, sin estratificación, bien cementadas y con reducida permeabilidad (Hauser, 1990).

Unidad II: Está constituida principalmente por rocas sedimentarias y secuencias volcánicas expuestas por erosión y/o por tectónica en la Cordillera de la Costa y en la Cordillera Principal. Los escasos pozos existentes en la Cordillera de la Costa con profundidades entre 40 y 60 m (Litueche y La Estrella), excepcionalmente 220 m (1,23 km al norte de Litueche) experimentan caudales específicos entre 0,1 y 2 l/s/m.

Los materiales laháricos reconocidos en la región, a pesar de corresponder a depositados del Cuaternario, se encuentran pobremente estratificados, compactos y resistentes, por lo que tienen escasa porosidad y permeabilidad (Hauser, 1990).

Unidad III: Incluye depósitos detríticos no consolidados: fluviales, aluviales y coluviales, que se desarrollan en el sector de la Depresión Intermedia, limitados por secuencias volcánicas y sedimentarias de la Unidad II, y en la Cordillera de la Costa restringidos por el basamento cristalino.

En la cuenca del río Cachapoal es posible distinguir dos tipos de depósitos detríticos de base a techo: sedimentos compuestos por abundante fracción de finos y estratos de granulometría gruesa (ripios, gravas y arenas, con muy escasos finos).

Los materiales reconocidos en la base de las secuencias detríticas corresponden en general a una alternancia entre sedimentos arenosos y depósitos arcillosos. Estos niveles presentan buena continuidad lateral que se extiende por casi toda la cuenca. Se desconoce su base, pero se han determinado espesores de hasta aproximadamente 150 m.

El estrato de granulometría gruesa, por sus características sedimentológicas, constituye un medio permeable susceptible de constituir un acuífero atractivo, aunque entorno a las confluencias de los río Claro y Zamorano presenta alternancias con sedimentos finos (limos-arcillas) que disminuyen su capacidad. En líneas generales, este estrato aflora en gran parte del área de estudio y alcanza espesores de hasta 150 m en el sector de Rancagua (GCF Consultores, 2001), los que disminuyen a 5 y 10 m al norte de esta localidad. En el resto de la cuenca las potencias varían entre 60 y 100 m.

La cuenca del río Tinguiririca, desde la alta cordillera hasta aproximadamente la localidad de Santa Cruz, está constituida por sedimentos de granulometría gruesa (ripios, gravas y arenas) con contenidos escasos de finos, que en algunos sectores, especialmente en la Depresión Intermedia, sobreyacen a niveles con abundante fracción arcillosa. Hacia la base de esta secuencia es posible es posible observar depósitos de granulometría media a gruesa, de espesor variable.

A partir de las cercanías de Santa Cruz, los estratos superiores gradan lateralmente a depósitos arenosos y arcillosos, dominando la estratigrafía en el sector del Lago Rapel. En el lugar donde ocurre esta transición, aparece un estrato de fracción arcillosa, que predomina hasta la localidad de Peralillo. El desarrollo de este estrato coincide con el cambio de dirección del río, desde E-W a S-N.

Cabe mencionar, que los sedimentos de la Cordillera de la Costa y la mayoría de los depósitos laterales tienden a estar constituidos por estratos de granulometría media y fina.

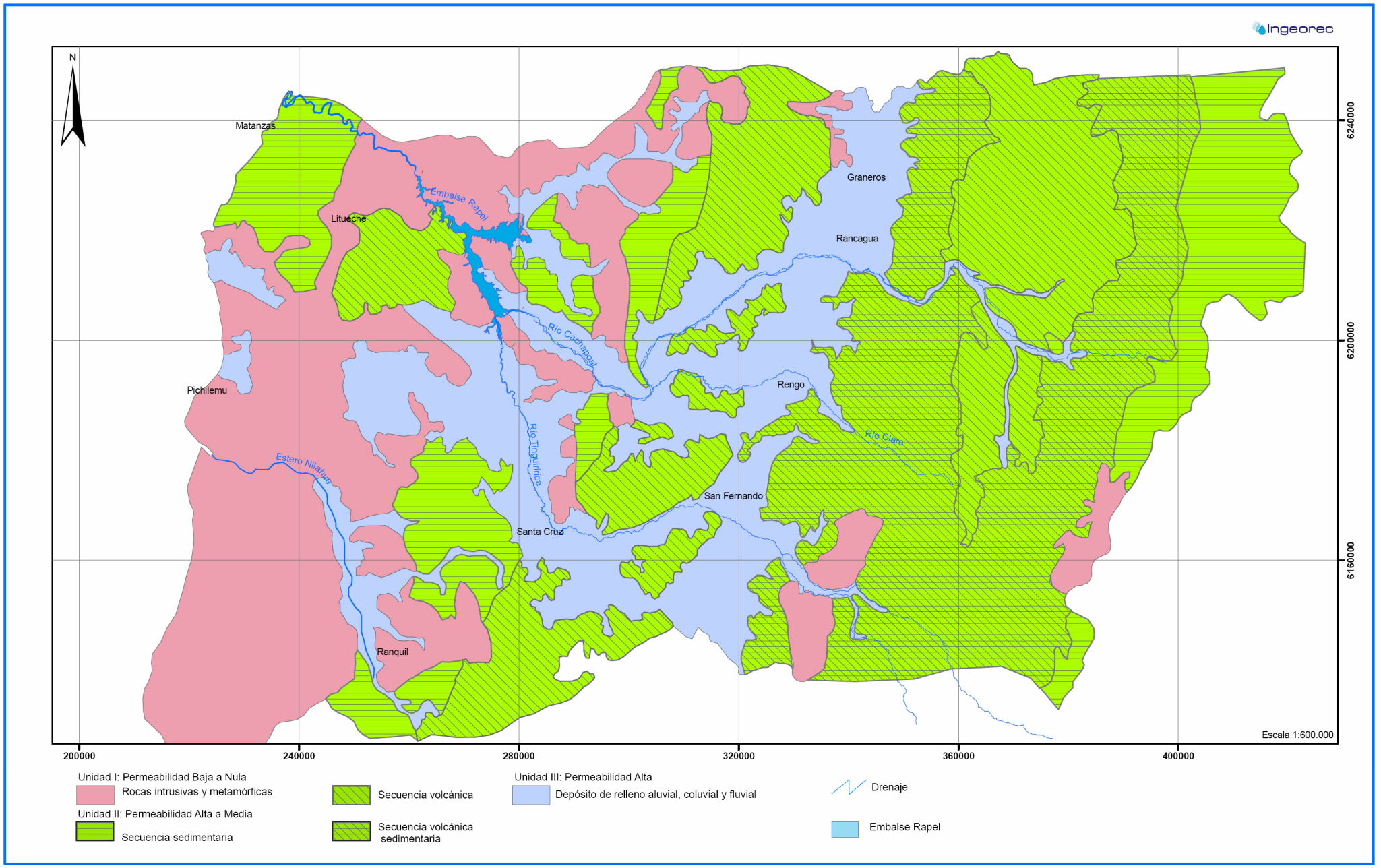


Figura 2. Mapa Hidrogeológico Regional (Basado en Geología escala 1:1.000.000, Sernageomin)

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ACUÍFEROS

Los acuíferos pertenecientes a la Región del Libertador Bernardo O'Higgins definidos por la DGA corresponden a los denominados Acuífero Cachapoal y Alhué, correspondientes a la Provincia Cachapoal; Acuífero Rapel y Topocalma, que abarcan parte de la Provincia Cardenal Caro y finalmente Acuífero Tinguiririca y Nilahue perteneciente de forma parcial a la Provincia de Colchagua. La distribución de los acuíferos en la región se presenta en la **Figura 3.**

A continuación se describen los sistemas acuíferos mencionados, caracterizándolos de acuerdo a los materiales que los conforman, conductividad hidráulica y caudales específicos en algunos casos, obtenidos de los trabajos anteriores realizados por Ingeorec (2009) y DGA (2005).

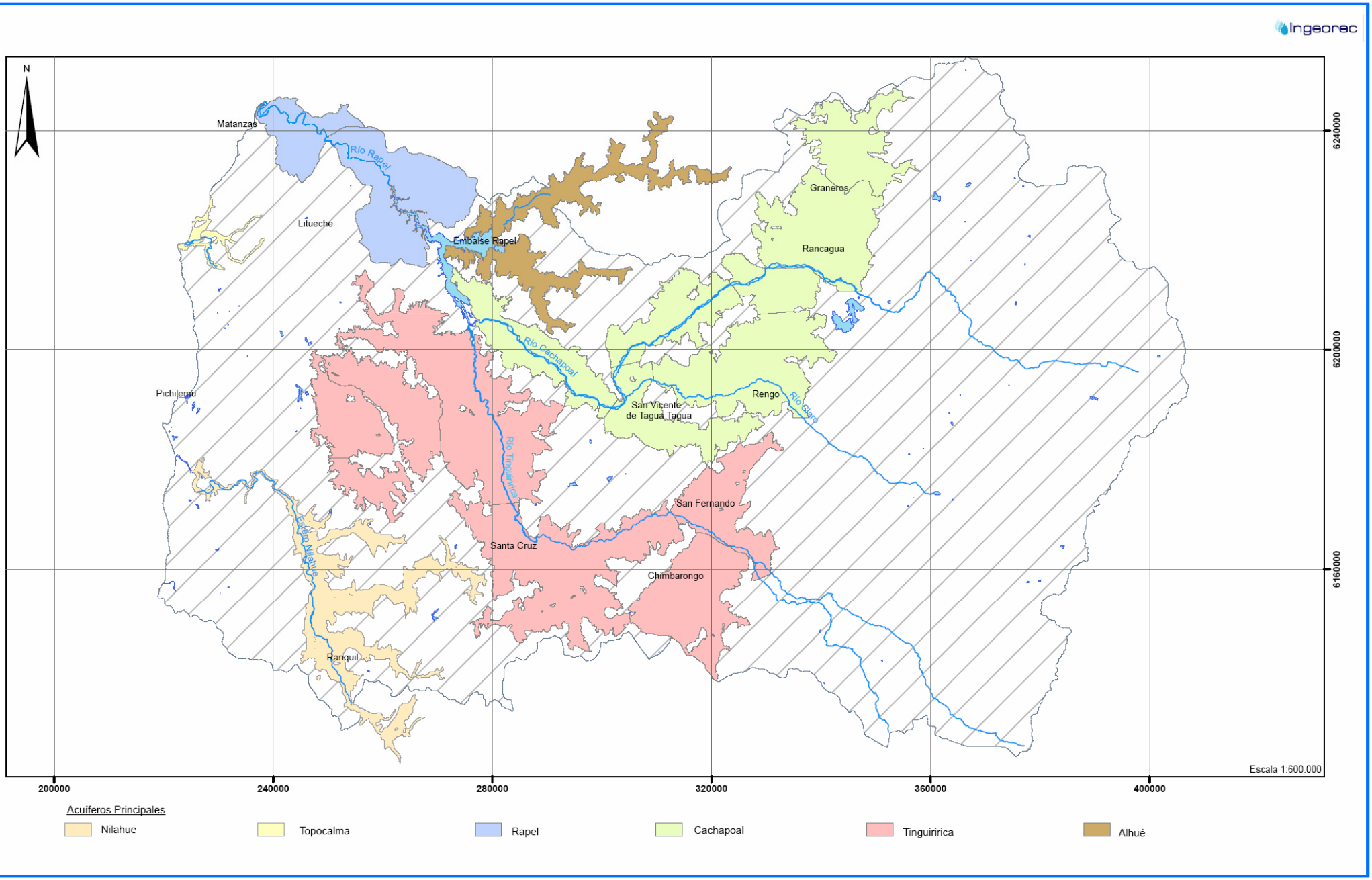


Figura 3. Distribución de Acuíferos, Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

- <u>Acuíferos Provincia Cachapoal</u>:

a) Acuífero Cachapoal

El acuífero Cachapoal se caracteriza por estar constituido mayoritariamente por depósitos fluviales (gravas, arenas y arcillas) conformando dos estratos. Uno inferior que corresponde a una alternancia de niveles arenosos, localmente con abundante arcilla, por lo que se caracteriza como un estrato de permeabilidad baja. Y un estrato superior constituido por materiales gruesos, de espesor 100 m, el cual se incrementa en la Depresión Central.

En el sector de Rancagua-Rosario el espesor de la unidad superior llega a alcanzar 150 m. de potencia, siendo el acuífero de carácter libre. En tanto que en el sector norte de Rancagua esta unidad tiene espesores de 5-12 m., quedando su base y techo confinada por estratos con matriz arcillosa-limosa. La **Figura 4** presenta un perfil geológico NE-SW donde se evidencia el confinamiento del acuífero en el sector norte de Rancagua (DGA, 2005).

En el sector de Cachapoal Bajo, el espesor de la unidad permeable es variable entre 60-100 m., donde conforma más bien acuíferos de carácter libre.

En cuanto a parámetros hidráulicos, la conductividad en la zona de la Depresión Central, va aumentando de norte a sur, empezando en el sector de Angostura donde las conductividades medidas en pozos varían en torno a 1 m/día, y alcanzando un valor máximo muy variable entre Rancagua y Rengo, donde los valores extremos son de 8,4 m/día y 200 m/día.

Al atravesar la Cordillera de la Costa, la conductividad comienza a disminuir progresivamente, desde valores cercanos a 100 m/día en la Depresión Central, pasando por valores que fluctúan entre 2 y 42 m/día en la Comuna de Coltauco, y mostrando una disminución lenta y constante, desde Peumo hasta el embalse Rapel, donde se calculó una permeabilidad de 0,6 m/día.

En el estero Zamorano, las conductividades medidas en los pozos, fluctúan entre valores cercanos a 1,3 m/día en la parte más alta, a valores que varían en torno a 24 m/día en la parte media, llegando a permeabilidades entre 0,6 y 105 m/día cerca de San Vicente de Tagua-Tagua.

Las pruebas de bombeo, han mostrado conductividades más bajas en los sectores donde se desarrollan ríos y esteros. Los valores típicos medidos se ubican entre 1 y 15 m/día.

Los rendimientos específicos obtenidos a partir de pruebas de bombeo en la cuenca del río Cachapoal varían entre 1 l/s/m o menos hasta 80 l/s/m. En el sector de Rancagua y sus alrededores se observan valores entre 20 y 80 l/s/m, en tanto que en el sector de Rengo, los valores varían entre 1 y 60 l/s/m.

b) Acuífero Alhué

El acuífero Alhué esta inserto dentro de las Cuencas Alhué y Las Palmas, los materiales que conforman el acuífero corresponden en el sector de la cuenca Alhué a dos unidades, una superior de granulometría media a gruesa de aproximadamente 50 m de potencia y una unidad inferior compuesta por intercalaciones de sedimentos que, aguas arriba, su granulometría aumenta en tamaño y va disminuyendo aguas abajo (DGA, 2005). En la **Figura 4** se presenta un perfil geológico longitudinal al valle del estero Alhué.

En el sector del estero Las Palmas, sobre la unidad superior se presenta una tercera unidad con un contenido alto de arcillas, la que podría darle al acuífero un grado de confinamiento local en algunos sectores (DGA, 2005).

El acuífero se caracteriza por un importante gradiente hidráulico en la parte alta de ambas cuencas, el que disminuye progresivamente al acercarse al Embalse Rapel.

En cuanto a valores de conductividad hidráulica, se cuenta con un valor correspondiente a una prueba de bombeo realizada en los rellenos fluviales del Estero Alhué, aguas debajo de la junta entre el Estero Alhué y Carén, el valor obtenido es de 16 m/d. En el sector de Las Palmas, los valores de conductividad hidráulica varían en torno a 3 m/d (DGA, 2005).

<u>Acuíferos Provincia Colchagua</u>:

c) Acuífero Tinguiririca

Constituido desde la cabecera de la cuenca hasta la altura de Santa Cruz por materiales de granulometría gruesa y bajo contenido de finos, que en algunos sectores como la Depresión

Intermedia sobreyace a otro cuya componente arcillosa es muy importante. Bajo este estrato, se encuentra una tercera unidad de granulometría media a gruesa, la que le da al acuífero un carácter confinado a semiconfinado en algunos sectores de la Depresión Intermedia (**Figura 4**). Cerca de Santa Cruz, la unidad superior varía longitudinalmente a una intercalación de niveles medios y finos arcillosos, ésta domina hasta el lago Rapel. En el sector de las cuencas costeras, el acuífero aparece dominado por una intercalación de estratos de granulometría media a fina.

En la parte alta del acuífero, las conductividades medidas en pruebas de bombeo varían dentro de un amplio rango, entre 2 y 50 m/día. Los valores más altos son los que se observan inmediatamente al sur de la rivera del Tinguiririca, en el sector Las Garzas, los que decrecen en dirección a Convento Viejo. Hacia el norte del río Tinguiririca se observan valores decrecientes, aproximadamente desde 20 m/día hasta 2 m/día.

En torno a la localidad de San Fernando se tienen valores de conductividad entre 3 m/día y 90 m/día. Aguas abajo, se observan valores más bajos entre 8 y 15 m/día. En la cuenca del estero Chimbarongo, el único pozo medido muestra una conductividad de 25 m/día.

Cerca de la confluencia entre el estero Chimbarongo y Tinguiririca se tienen valores de conductividad entre 3 y 7 m/día. Aguas abajo, los valores aumentan aunque sólo en los pozos ubicados cerca del río. Esta última zona se caracteriza por una importante variabilidad de los valores medidos de la conductividad, alcanzando valores extremos de 0,2 y 25 m/día.

En algunas subcuencas laterales se midieron conductividades variables entre 0,4 y 6 m/día. De estos valores, los más bajos son aquellos que se midieron en la parte baja de la cuenca del Tinguiririca.

Los valores obtenidos en la cuenca del río Tinguiririca, al norte del río homónimo, varían entre 1 y 3 l/s/m, y al suroriente de San Fernando se encuentran excepcionalmente valores cercanos a 20 l/s/m.

- <u>Acuíferos Provincia Cardenal Caro</u>:

d) Acuífero Rapel

Desde el embalse Rapel el acuífero escurre junto con el río Rapel hasta el mar, encajonado por rocas plutónicas de muy baja permeabilidad (Cade Idape, 2004).

Compuesto por rellenos cuaternarios en los sectores adyacentes al río Rapel y a sus tributarios principales, alcanzando una potencia de unos 70 m. a lo largo del río Rapel y a sus tributarios principales, alcanzando una potencia de unos 70 m. a lo largo del río Rapel y de unos 30 a 40 m. en los valles de los esteros Navidad, Licacheu y Rapel.

En el valle del Rapel los estratos acuíferos principales son dos: uno superior con napa libre y otro confinado inferior. El superior tendría unos 7 m. de espesor en la Boca de Rapel, que aumentaría a unos 20 m. en Rapel. El inferior, se desarrollaría aproximadamente entre los 10 y 20 m. de profundidad en Boca de Rapel, y a profundidades mayores hacia aguas arriba (DGA, 2003)

e) Acuífero Topocalma

Está constituido principalmente por depósitos de relleno de origen fluvial y litoral, con características de acuífero libre. En este sector la información de captaciones es muy escasa. Del pozo que se tiene información DGA- SITAC (1998)**,** el caudal de extracción es de 25 l/s, a profundidades de habilitación entre 17 y 27 m.

En el sector de la desembocadura, el relieve acantilado da paso a una amplia extensión de depósitos marinos, que se interdigitan con los depósitos continentales. En el sector alto de la cuenca Topocalma, los rellenos fluviales de similares características a las observadas en este acuífero, concentran captaciones del tipo norias, las que entregan caudales de hasta 10 l/s.

f) Acuífero Nilahue

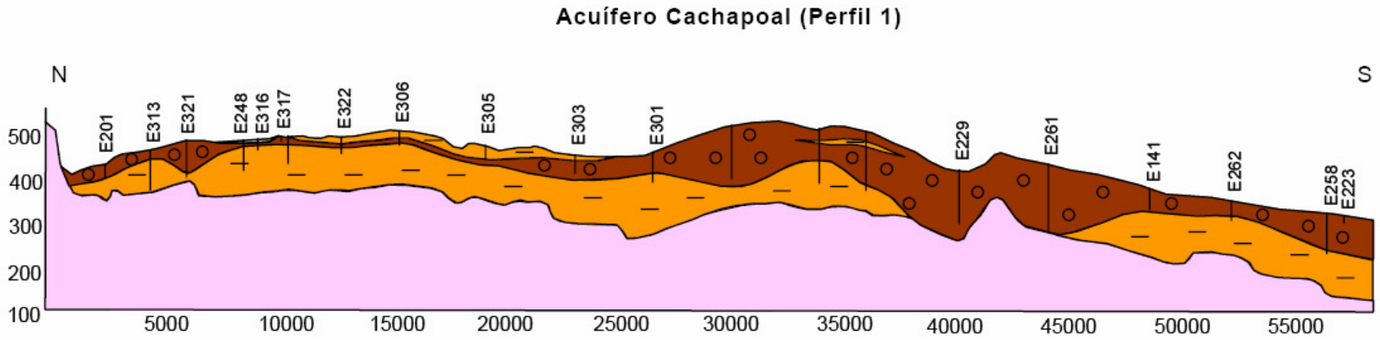
Constituido por depósitos fluviales actuales del estero Nilahue y sus afluentes, junto con depósitos fluviales de valles interserranos, los que conforman un acuífero de carácter libre.

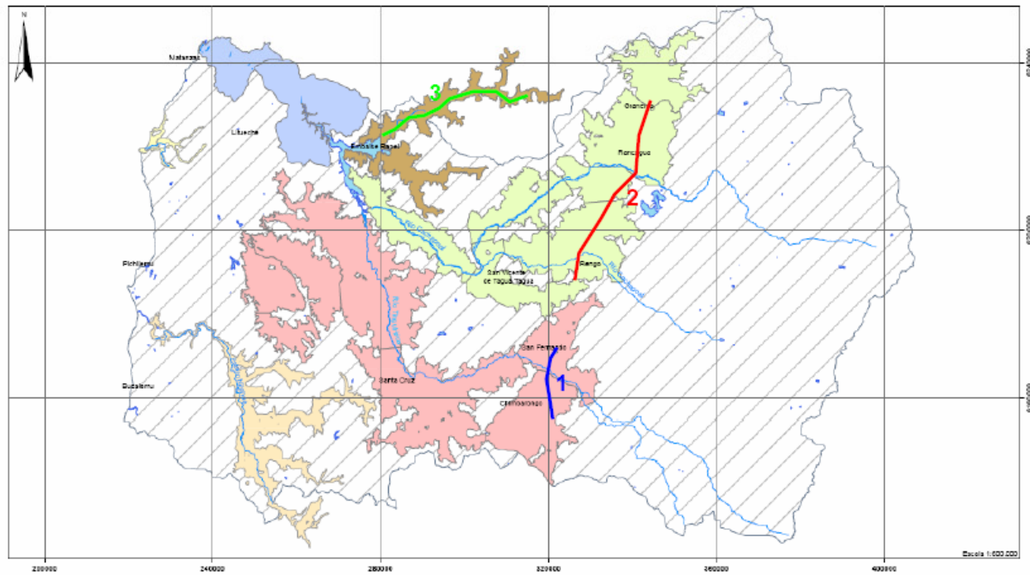
Las captaciones localizadas en este acuífero son principalmente pozos de profundidades variables de 60-80 m hasta 100 m de profundidad, habilitados casi todos en su totalidad.

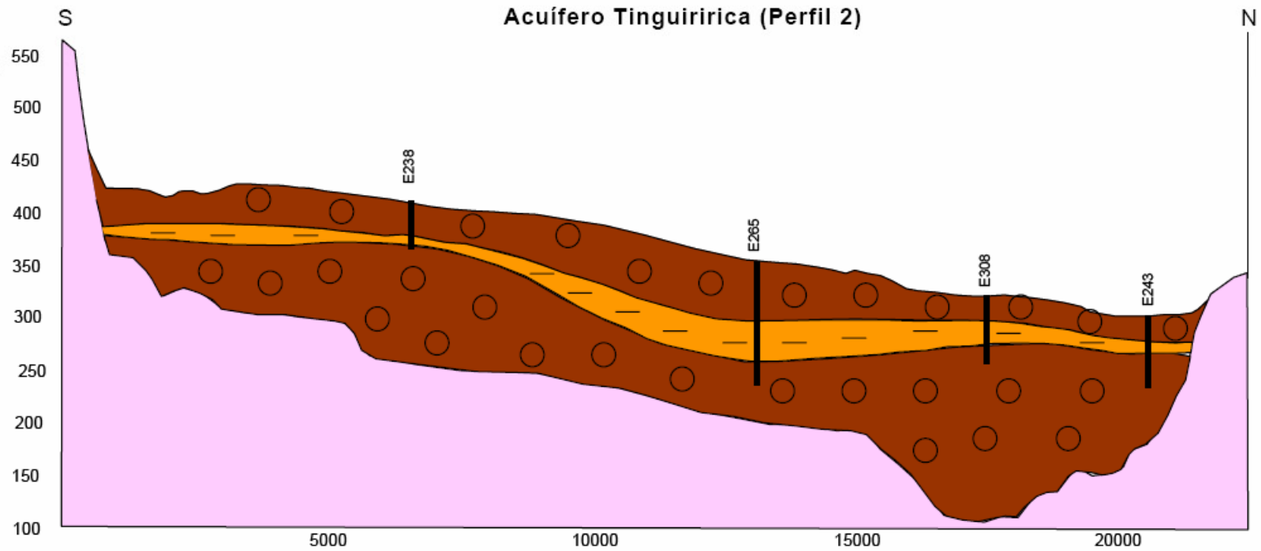
Los caudales obtenidos son variables, dependiendo del tipo de captación y su ubicación, llegando a obtener caudales de extracción de hasta 36 l/s.

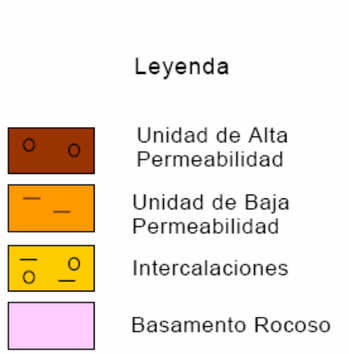
Las norias se ubican principalmente en los depósitos fluviales, cerca del lecho del estero Nilahue. Los caudales obtenidos por este tipo de captaciones oscilan entre 2 y 3 l/s.

Cabe mencionar, que en el sector de la desembocadura, el valle se estrecha y disminuye gradualmente la potencia de sus sedimentos. Las captaciones en este sector, también se reducen en número y corresponden principalmente a punteras, utilizadas para el abastecimiento de agua potable de Pichilemu.









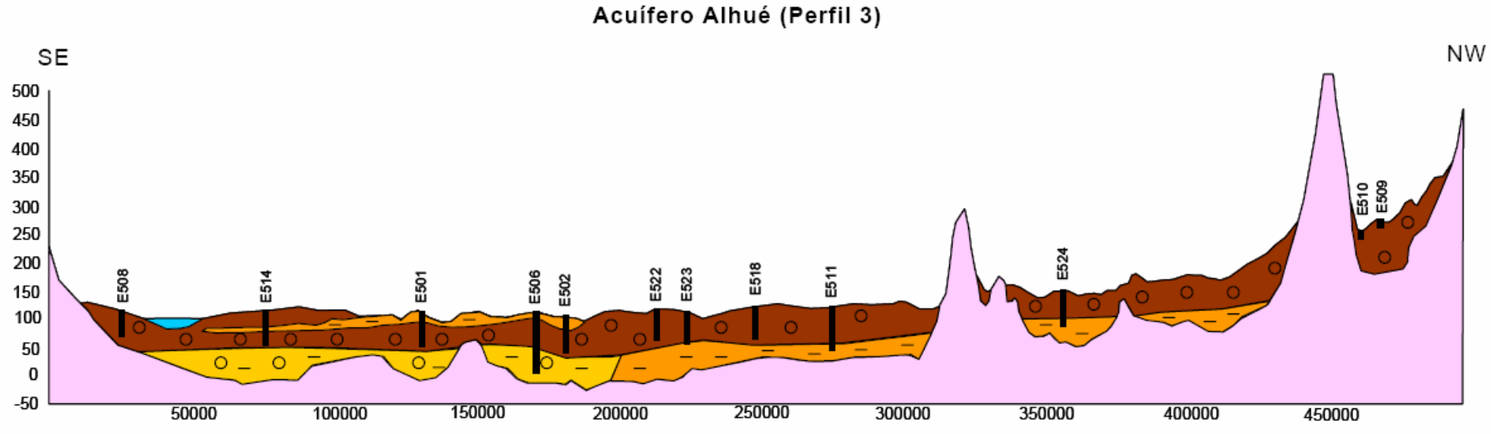


Figura 4. Perfiles Geológicos de los Acuíferos Cachapoal, Tinguiririca y Alhué (Modificados de DGA, 2005)

4. DERECHOS DE AGUA

4.1. DATOS DISPONIBLES

En cuanto a los derechos de aguas subterráneas otorgadas y en trámite, se cuenta con la base de datos actualizada al año 2010, obtenida de la DGA. La **Figura 5** muestra la distribución de pozos y norias en la región, donde se distingue entre los derechos otorgados y en trámite.

Esta información servirá como antecedente para analizar el grado de explotación de los acuíferos, cuya información es relevante para observar la representatividad de la red de monitoreo de niveles en la región.

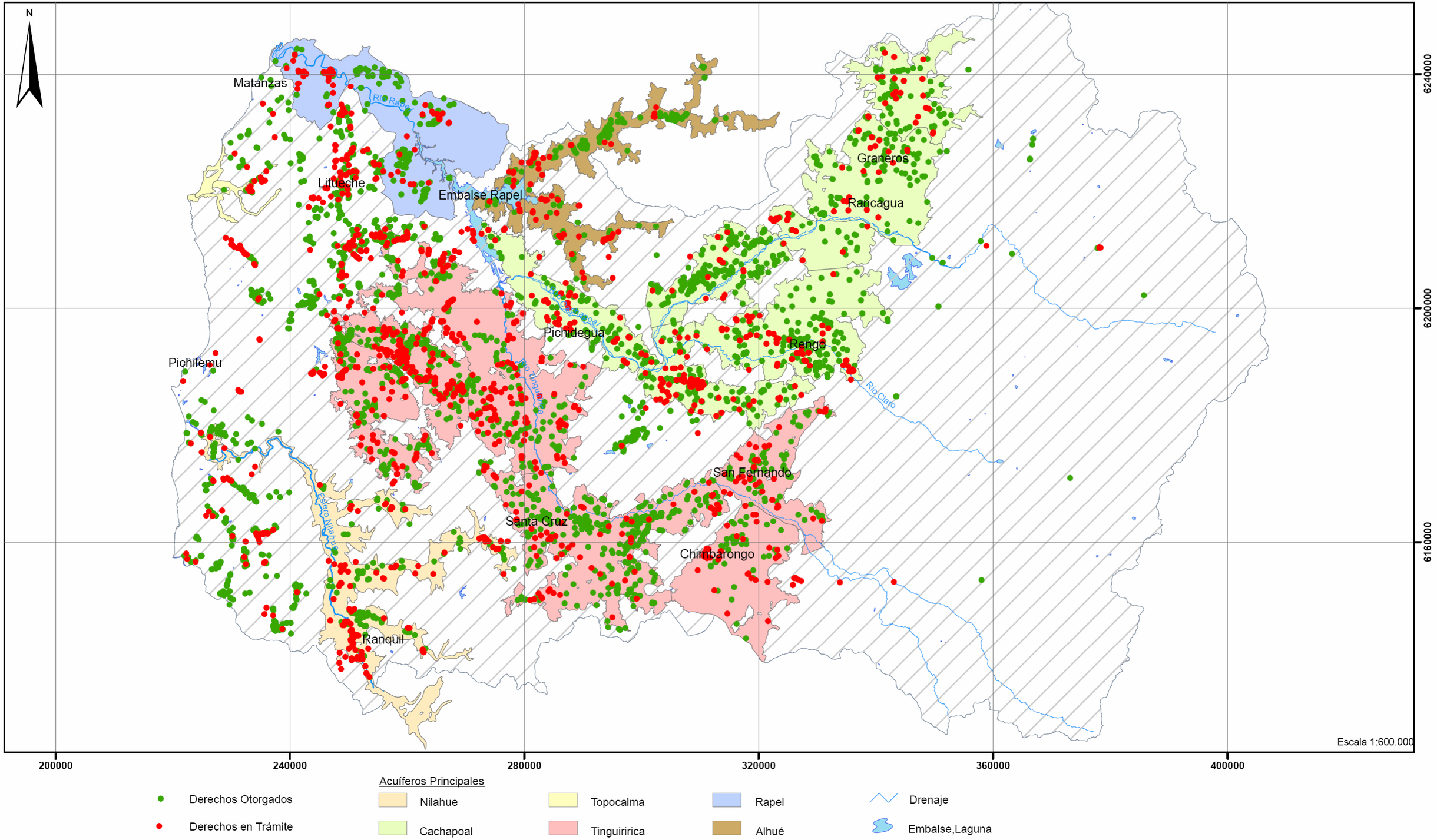


Figura 5. Distribución de Derechos Constituidos y en Trámite

4.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En la **Tabla 1** se muestra el número de derechos otorgados en los principales acuíferos de la región, los cuales se concentran principalmente en el valle del Tinguiririca y Cachapoal.

Tabla 1. Número de Derechos por Acuífero

Acuíferos	Cachapoal	Tinguiririca	Alhué	Nilahue	Rapel	Topocalma	Otros acuíferos
Nº derechos otorgados	754	1316	163	118	181	3	1253
Caudal Total (L/s)	16577	16585	2450	1825	384,7	10,3	3460

En la **Figura 6** se muestra la distribución en porcentaje de los derechos otorgados en los acuíferos de la región.

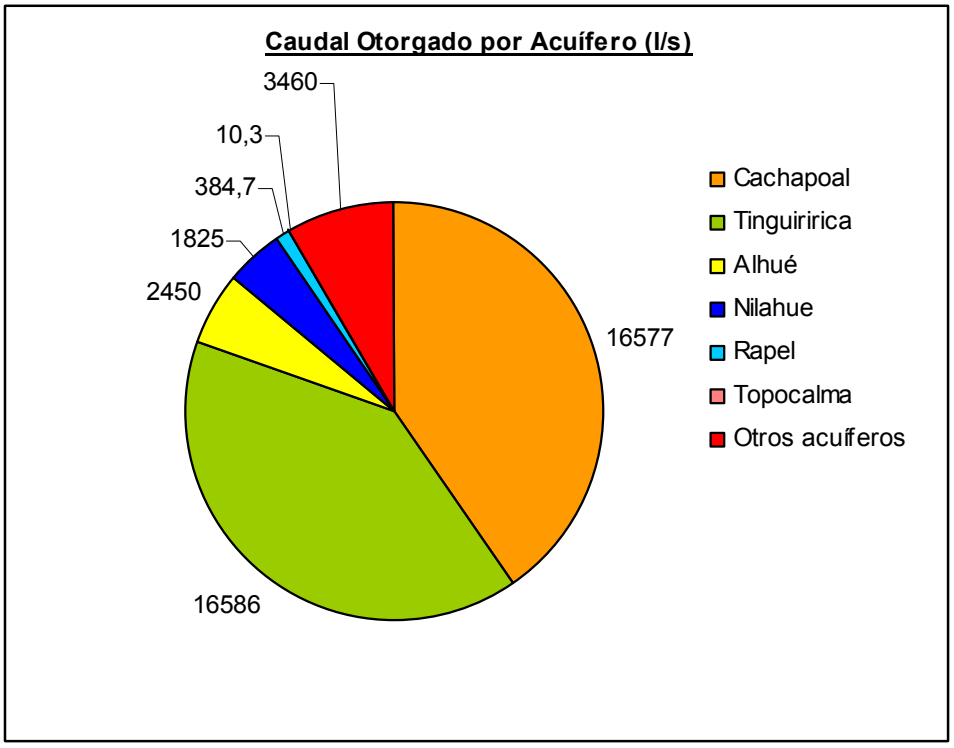


Figura 6. Porcentajes de Distribución de los Caudales Otorgados en los Acuíferos de la Región.

De acuerdo con la información obtenida se puede mencionar que la mayoría de los derechos constituidos se encuentran en el acuífero Tinguiririca con 1316 derechos constituidos (51,9%) con un caudal total asignado de 16586 l/s, en tanto que el acuífero con menos derechos constituidos es el acuífero Topocalma con sólo 3 (0,1%) por un caudal total de 10,3 l/s.

Como se observa en la **Figura 5 y Figura 6,** existe también un número significativo de derechos, otorgados (en total 1253) y en trámite, en sectores acuíferos de menores dimensiones, asociados a depósitos fluviales de pequeños cauces y a extracciones en rocas intrusivas fuertemente meteorizadas de la Cordillera de la Costa, tal es el caso del sector de Litueche y Paredones.

Derechos Constituidos y Áreas de Restricción

En la **Figura 7** se presentan las áreas de restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas en la región, las cuales abarcan casi en su totalidad al acuífero Cachapoal, menos el sector Doñihue-Coinco-Coltauco; el acuífero Tinguiririca, a excepción del sector Chimbarongo y San Fernando; el Acuífero Alhué, exceptuando el sector Estero Las Palmas; y con restricción total el acuífero Nilahue y sus alrededores.

Respecto al caudal otorgado se observa en la **Figura 8** que las mayores extracciones, superiores a 60 l/s, se realizan en los acuíferos Tinguiririca, Cachapoal y Alhué, ésto dado por sus dimensiones y características hidráulicas, que permiten extracciones para uso industrial y agrícola.

También se observa (**Figura 8)** un significativo número de captaciones con caudales inferiores a 5 l/s, los cuales se concentran de preferencia en el sector del secano costero e interior, donde predomina el tipo de material denominado maicillo, que constituye localmente acuíferos de poco espesor, inferior a 15 m (Hauser, 1990; Ingeorec, 2009). Excepcionalmente, en rocas sedimentarias y secuencias volcánicas expuestas por erosión y/o por tectónica en la Cordillera de la Costa permiten la construcción de captaciones con profundidades entre 40 y 60 m, como se observa en el sector de Litueche y La Estrella (Ingeorec, 2009b).

En el acuífero del río Cachapoal (**Figura 8)**, en el sector de Doñihue-Coinco-Coltauco, es posible apreciar abundantes captaciones de poco caudal donde el acuífero, conformado por relleno aluvial, tiene un espesor inferior a 50 m (GCF Consultores, 2001).

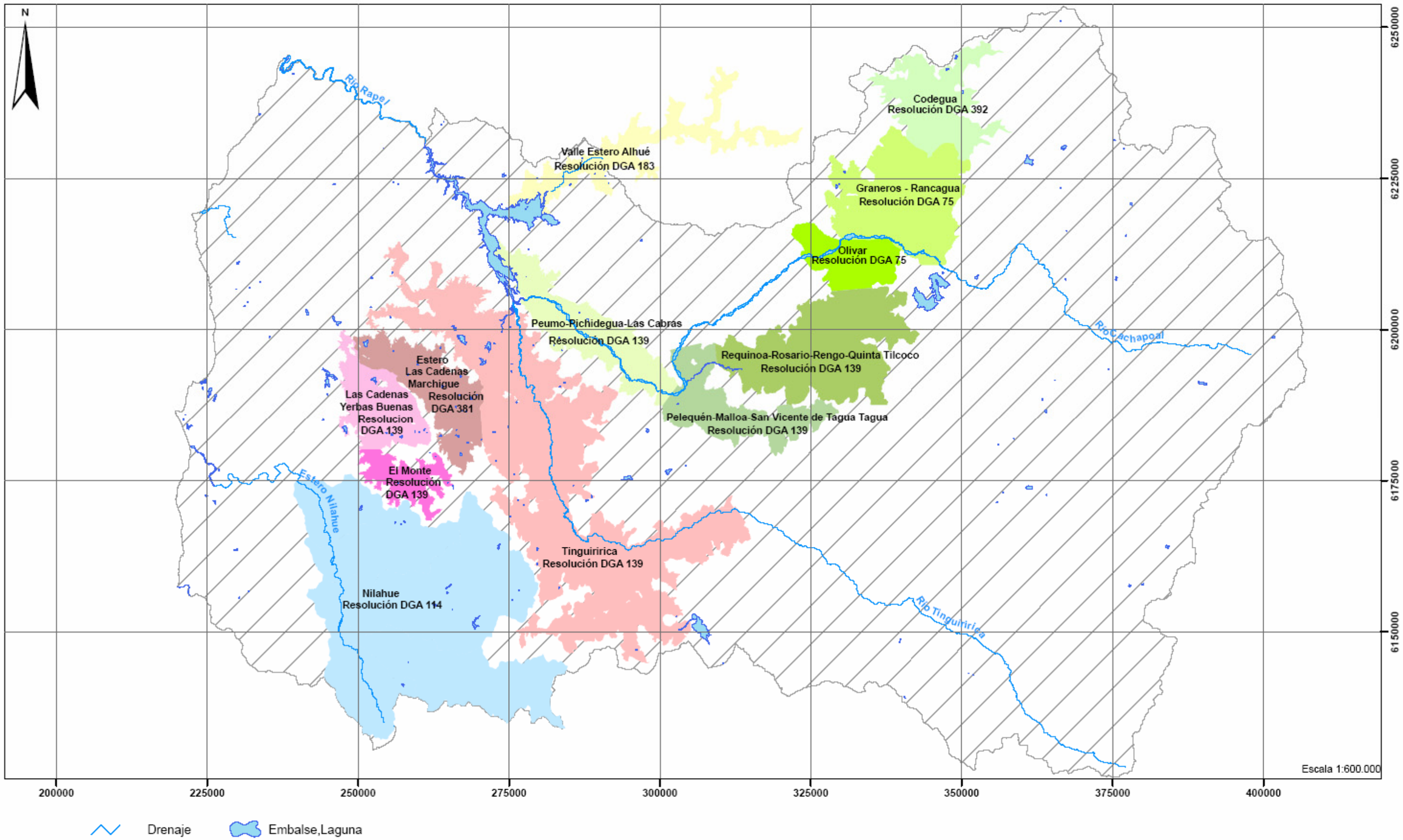


Figura 7. Áreas de Restricción y Número de Resolución

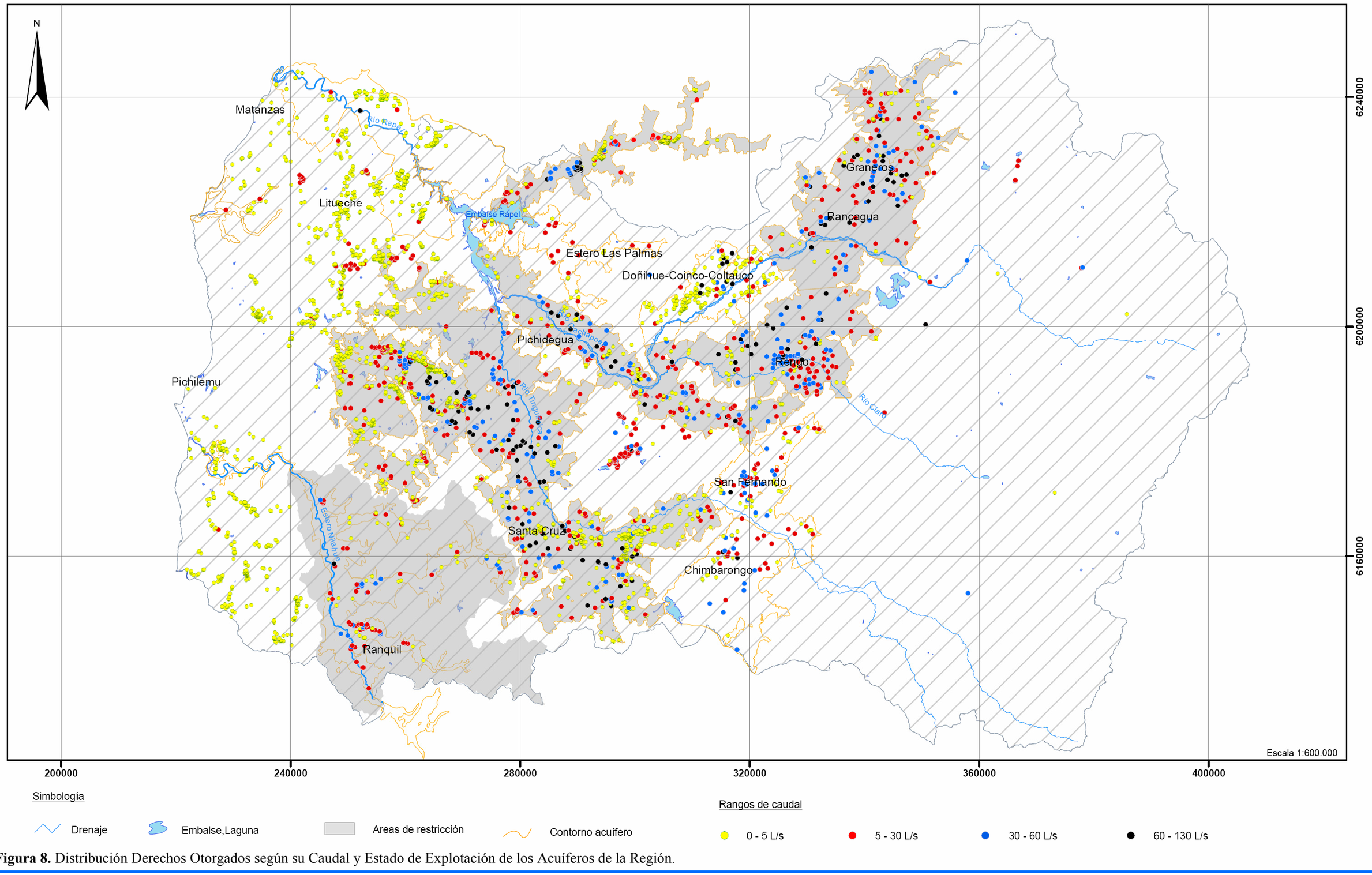


Figura 8. Distribución Derechos Otorgados según su Caudal y Estado de Explotación de los Acuíferos de la Región.

5. RED DE MONITOREO ACTUAL

5.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La actual red de monitoreo fue definida por Álamos y Peralta (1987). Esta red se diseñó pensando en la potencialidad de la zona y en la posible expansión futura del uso del recurso hidrogeológico en la región.

Utilizando como base el Mapa Hidrogeológico Nacional, el cual contiene información de las unidades acuíferas, profundidad del nivel estático, propiedades hidráulicas, y teniendo el listado de datos de niveles preexistentes, Álamos y Peralta (1987) procede a elaborar una red que propone monitorear la fluctuación mensual de los niveles estáticos lo más homogéneamente posible en toda la región, sin aumentar la densidad de pozos en las zonas más críticas de ese entonces, o con un grado de explotación "importante", como el sector de Peuco, ubicado en el extremo norte del acuífero Cachapoal.

Dentro del estudio de Álamos y Peralta (1987) los criterios utilizados para la evaluación y selección de los puntos de control está el de eliminar los pozos repetitivos y cercanos, los que carezcan de registro continuo, o por inhabilitación del pozo. Como resultado, se propuso ampliar la red 37 a 78 puntos de control, la cual hasta la fecha se ha mantenido.

A continuación se presentan los datos y antecedentes que se tienen de los 78 captaciones de la red actual de monitoreo.

5.2. DATOS DISPONIBLES

Según la información de niveles históricos aportados por la DGA, los puntos de control actualmente vigentes consisten en 76 pozos y 2 norias. En la **Tabla 2** se presenta el listado de éstos, donde se indica la coordenada WGS84 (Huso19), cota del pozo (P) o noria (N), si tienen bomba de extracción, profundidad de perforación, caudal de bombeo y fecha de construcción del pozo. La **Figura 9** muestra la ubicación de estos puntos de control.

El listado de pozos de monitoreo vigentes y suprimidos de la red de monitoreo en la región se presenta en la **Anexo 1.**

Tabla 2. Puntos de Control de Monitoreo de Aguas Subterráneas Vigentes en la Región

N°	Cod. BNA	Nombre	Utm Este	Utm Norte	Cota (m snm)	Bomba (s/n)	Tipo de captación	Prof. Perf. (m)	Caudal (L/s)	Nivel estático (m b.n.t.)	Fecha de construcción
1	05713010-5	Matadero La Cartuja	342855	6237555	477	si	P	40	24		
2	05713011-3	Viña El Arrayán	346137	6235330	524	si	P	110	18	9	
3	05713012-1	Parcela El Parronal	345929	6234905	523	si	P	103	12,5	36,4	ene-65
4	05713013-K	Hijuela Santa Teresita	342588	6233613	485	si	P	40	40	15,8	
5	05713014-8	Angostura A.P.R.	341521	6243614	426	si	P				
6	06011004-2	INDURA Graneros	341676	6227449	473	si	P	42	25,8	12,5	ago-69
7	06011005-0	Asto. C. Cortés	346958	6226715	495	no	P	50	55	13,2	jun-66
8	06011012-3	Fundo Santa Filomena	347661	6230758	542	si	P	40		14,5	ago-68
9	06011014-K	Parcela Las Dos Marías	343661	6231287	506	no	N	34	5	23	oct-69
10	06011022-0	Barrio Industrial	339756	6220743	475	si	P	66	60	39,6	may-69
11	06011023-9	Fundo San Pedro	335793	6221489	447	si	P	70	8	45,4	jul-68
12	06011024-7	Molinos Quemados	343782	6220626	495	si	P				
13	06012005-6	Pueblo El Abra	330703	6205123	404	si	P	80	20	40,9	ene-70
14	06012007-2	Fundo El Bosque	326898	6231611	1260	si	P	32	15	14,4	nov-63
15	06012010-2	Alamos Quemados	328550	6211693	416	si	P	70	130	29,1	mar-69
16	06012011-0	Doñihue	319907	6211352	340	no	P	58	70	4,3	oct-73
17	06012012-9	A.P. Coinco	320489	6207565	333	si	P	61	15	5,7	sep-67
18	06012014-5	Pueblo Copequén	325290	6208971	377	si	P	16	6	6,3	sep-66
19	06012016-1	Viña El Molino	314369	6207151	280	si	P				
20	06012019-6	Asto. Choapino	330966	6207347	420	si	P				
21	06013007-8	A.P. Popeta	336283	6187275	478	si	P	140	1,7	4,4	
22	06014003-0	Asto. Santa Anita	338579	6199524	384	no	P				
23	06014008-1	P. La Ariana	333477	6174174	1540	si	P				
24	06015011-7	Industria Ticino	330713	6191501	335	si	P	25	27,5	1,4	dic-69
25	06015012-5	Pueblo Panquehue	323670	6190105	282	si	P	22	11	2,5	ago-66
26	06015013-3	A.P. Quinta de Tilcoco	319377	6196468	278	si	P	31	55	6,8	nov-62
27	06015017-6	Pueblo Cartagena	328395	6198834	340	si	P	14	6	1,7	sep-66
28	06015018-4	Viña Santa Lucía	328497	6190711	305	si	P				
29	06015019-2	Pueblo Toquihua	304837	6194437	207	si	P	39	18	4,3	may-68
30	06016010-4	A.P. Sn. Fernando	319701	6169673	362	si	P	45	54	16,5	oct-58
31	06016015-5	ENAP Sn. Fernando	320385	6168259	369	si	P	60	60	4	jul-66
32	06017003-7	A.P. Pelequén	325706	6183640	278	si	P	33	9	3,1	nov-56
33	06018013-K	Asto. Millahue	298309	6178511	195	si	P	54	22	1,2	sep-68
34	06018015-6	Pueblo Rastrojos	314425	6184498	226	si	P	18	5	1,9	sep-66
35	06018018-0	San Vicente A.P. 2	310008	6187110	217	si	P				
36	06019007-0	Estadio Peumo	301340	6191881	183	si	P				
37	06019013-5	A.P. Las Cabras	288337	6202001	133	si	P	78	26	3,8	
38	06019014-3	Fundo Las Juntas	278285	6203311	110	no	P	32	28	1,1	oct-68
39	06030002-K	Pueblo Tres Puentes	322438	6163596	414	si	P	26	3	11	abr-67
40	06030004-6	Fundo La Macarena	321007	6161198	396	no	N	36	5	22,3	nov-64
41	06030007-0	Asto. La Tuna	311410	6166138	283	si	P				
42	06030008-9	Pueblo Cuesta González	316879	6163556	355	si	P	22	15	2,4	feb-67
43	06030009-7	INACAP Sn. Fernando	318322	6169160	348	si	P	17	17	3,9	ene-67
44	06030010-0	A.P. Peñuelas	314080	6168387	337	si	P				
45	06031001-7	A.P. Nancagua	299669	6163837	216	si	P	35	28,5	11,7	ene-58
46	06032002-0	Pueblo Codegua	321759	6149929	328	no	P	30			ene-67
47	06033005-0	A.P. Chimbarongo	315337	6160672	336	si	P	10	21,6	6,4	sep-52
48	06033008-5	San Enrique APR	318949	6154548	338	si	P				
49	06034005-6	Pueblo Convento Viejo	304788	6150501	230	si	P	35	15	1,7	ene-67
50	06034010-2	Pueblo Cunaco	290561	6163217	182	si	P	28	4,5	1	mar-67
51	06034017-K	Asto. La Puerta	281705	6167696	159	no	P	128	70	1,8	dic-69
52	06034019-6	Pueblo Auquinco	298894	6151008	221	si	P	31	10	3,5	may-67
53	06034020-K	Isla del Guindo	287239	6162559	177	si	P				
54	06034021-8	La Palma APR	298020	6155371	215	si	P	75	60		ago-73
55	06035005-1	Asto. Las Garzas	280747	6176315	143	no	P				
56	06036002-2	A.P. Chépica	292338	6154045	195	si	P				
57	06037003-6	Pueblo Quinahue	287717	6158454	181	si	P	26	4,5	3,5	mar-67
58	06037004-4	Asto. La Patagua	284196	6160188	175	no	P	105	50	1,9	jun-64
59	06037005-2	Pueblo La Finca	277488	6170867	149	si	P	25	15	2	sep-67
60	06037009-5	Comité Camp. Sn. Carlos	277560	6183176	130	no	P	100	90	3,7	dic-73
61	06037010-9	Asto. San Corazón	275878	6178454	136	si	P	51	70	4,2	oct-68
62	06041004-6	Fundo San Alfonso	292608	6228452	0	no	P	58	57	6,1	
63	06042005-K	Fundo Santa Lucia	281967	6204889	120	si	P	71	57	9	
64	06051005-9	A. P. Población	265653	6185145	133	si	P	51	25	7	ago-63
65	06051006-7	Matadero Marchigue	259213	6191043	131	si	P				
66	06051007-5	Criadero de Aves	261504	6195117	132	no	P	53	14	3,9	mar-73
67	06051008-3	Asto. San Isidro	270408	6182769	130	no	P	95	100	3,2	oct-65
68	06052004-6	La Estrella APR	256412	6210682	167	si	P				
69	06055004-2	INIA	241838	6222720	284	si	P				
70	06055005-0	Litueche APR	248218	6222060	235	si	P				
71	06056004-8	Pueblo de Rapel	246998	6240795	0	si	P	34			
72	06130004-K	Casa Silva 1	252897	6145756	113	si	P				
73	06130005-8	Casa Silva 2	252607	6147802	102	si	P				
74	06130006-6	Culenco	253011	6144476	111	si	P				
75	06131001-0	Hacienda Lolol APR	261858	6155961	115	si	P				
76	06132003-2	Pueblo Chico APR	248909	6161327	95	si	P				
77	06132004-0	Pumanque 1 APR	256593	6167477	115	si	P				
78	05713009-1	A.P. La Punta	347663	6236573	520	si	P	70	20	3,4	mar-67

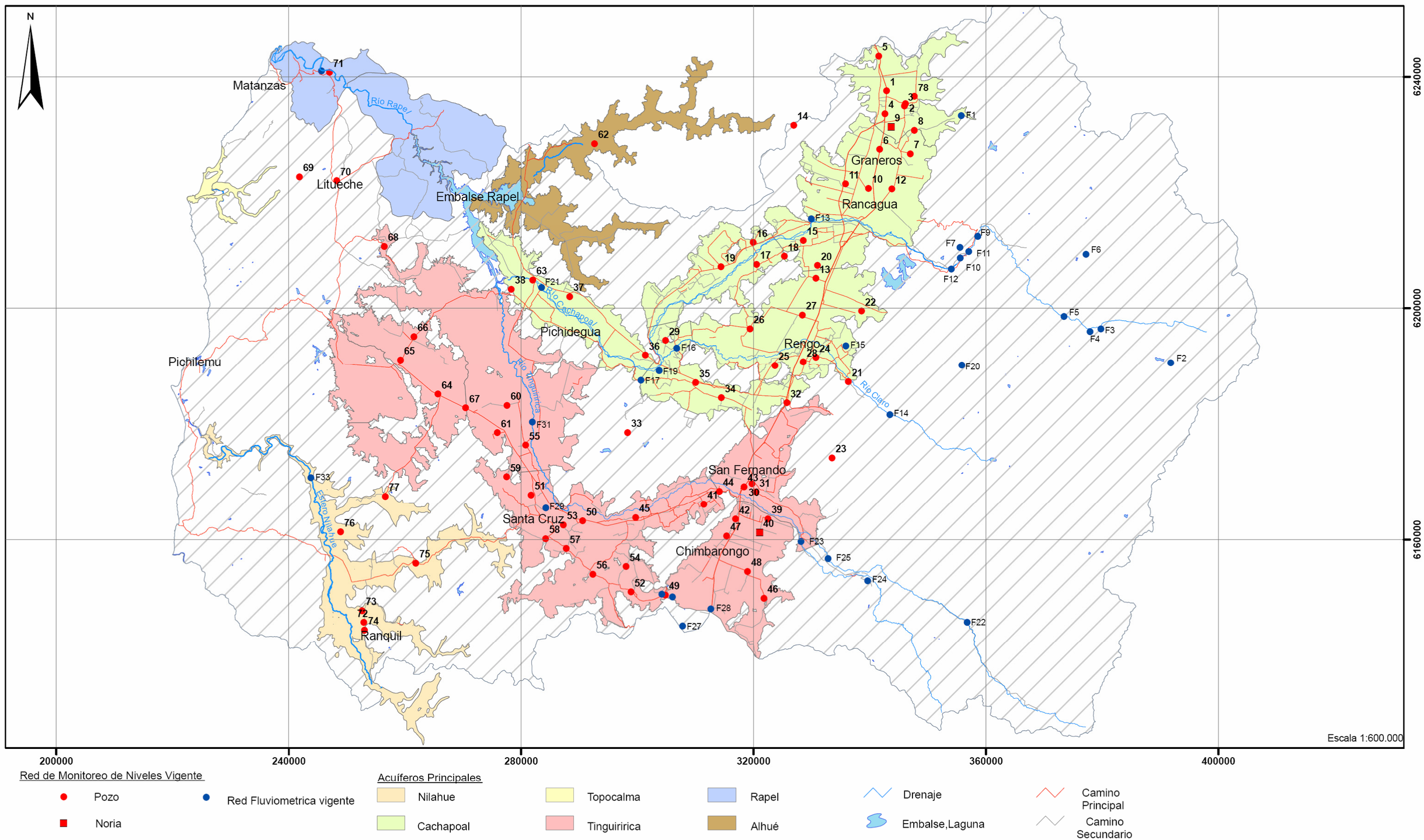


Figura 9. Mapa de Ubicación de Pozos de Monitoreo Vigentes en la Región.

5.3. DATOS DE NIVELES

En la **Tabla 3** se presenta de manera esquemática la disponibilidad de información mensual dentro de los distintos períodos de registro para los 78 puntos de control de la Red vigente. Los colores asignados indican el número de meses en los cuales se cuenta con información para cada año en un punto determinado, según la nomenclatura indicada: En el **Anexo 2** se observan los gráficos de evolución de niveles con la información disponible de cada punto de control.

Como se puede apreciar en la **Tabla 3**, la mayoría de los puntos de control presenta información sistemática a partir de 1988/1989, un segundo grupo desde comienzos de 1980/1981 y el resto a principios de 2000/2001.

La red actual de monitoreo, propuesta por Álamos y Peralta (1987), considera alrededor de 28 pozos con información de niveles desde 1980-1982 y 1985, los cuales hasta la fecha aún se miden, entre estos, cabe mencionar el pozo Viña Santa Lucia (nº28), Pueblo Cartagena (nº27), Asent. San Isidro (nº67).

Respecto a la frecuencia de los registros, se observa que son escasos los puntos de control que tienen mediciones con datos superiores a 6 meses, entre estos destacan las captaciones Parcela Dos Marías (nº 9), Álamos Quemados (nº15), Doñihue (nº 16) y Estadio Peumo (nº 36).

En la **Tabla 3,** también se observa alrededor de 10 pozos que no tienen información dentro de un período de 2 a 8 años. Estos son, Matadero La Cartuja (nº1), Parcela El Parronal (nº3), AP.Coinco (nº17), Litueche APR. (nº70), AP. Pelequén (nº32), Fundo Las Juntas (nº38), Fundo Santa Lucía (nº63), AP Quinta de Tilcoco (nº26), AP Chépica (nº56), Pueblo Convento Viejo (nº49).

De lo anterior, es posible señalar la falta de continuidad en las mediciones en un importante número de pozos, particularmente en los de agua potable (AP y APR).

Tabla 3. Período de registro de la Red de monitoreo de niveles (1980-2010).

N°	Código BNA	Nombre	Cuenca	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
1	05713010-5	MATADERO LA CARTUJA	RIO MAIPO																															
2	05713011-3	VIÑA EL ARRAYAN	RIO MAIPO																															
3	05713012-1	PARCELA EL PARRONAL	RIO MAIPO																															
4	05713013-K	HIJUELA SANTA TERESITA	RIO MAIPO																															
5	05713014-8	ANGOSTURA APR	RIO MAIPO																															
6	06011004-2	INDURA GRANEROS	RIO RAPEL																															
7	06011005-0	ASENTAMIENTO C. CORTES	RIO RAPEL																															
8	06011012-3	FUNDO SANTA FILOMENA	RIO RAPEL																															
9	06011014-K	PARCELA LAS 2 MARIAS	RIO RAPEL																															
10	06011022-0	BARRIO INDUSTRIAL	RIO RAPEL																															
11	06011023-9	FUNDO SAN PEDRO	RIO RAPEL																															
12	06011024-7	MOLINOS QUEMADOS	RIO RAPEL																															
13	06012005-6	PUEBLO EL ABRA	RIO RAPEL																															
14	06012007-2	FUNDO EL BOSQUE	RIO RAPEL																															
15	06012010-2	ALAMOS QUEMADOS	RIO RAPEL																															
16	06012011-0	DOÑIHUE	RIO RAPEL																															
17	06012012-9	A.P. COINCO	RIO RAPEL																															
18	06012014-5	PUEBLO COPEQUEN	RIO RAPEL																															
19	06012016-1	VIÑA EL MOLINO	RIO RAPEL																															
20	06012019-6	ASENTAMIENTO CHOAPINO	RIO RAPEL																															
21	06013007-8	A.P. POPETA	RIO RAPEL																															
22	06014003-0	ASENTAMIENTO SANTA ANITA	RIO RAPEL																															
23	06014008-1	P. LA ARIANA	RIO RAPEL																															
24	06015011-7	INDUSTRIA TICINO	RIO RAPEL																															
25	06015012-5	PUEBLO PANQUEHUE	RIO RAPEL																															
26	06015013-3	A.P. QUINTA DE TILCOCO	RIO RAPEL																															
27	06015017-6	PUEBLO CARTAGENA	RIO RAPEL																															
28	06015018-4	VIÑA SANTA LUCIA	RIO RAPEL																															
29	06015019-2	PUEBLO TOQUIHUA	RIO RAPEL																															
30	06016010-4	A.P. SAN FERNANDO	RIO RAPEL																															
31	06016015-5	ENAP SAN FERNANDO	RIO RAPEL																															
32	06017003-7	A.P. PELEQUEN	RIO RAPEL																															
33	06018013-K	ASENTAMIENTO MILLAHUE	RIO RAPEL																															
34	06018015-6	PUEBLO RASTROJOS	RIO RAPEL																															
35	06018018-0	SAN VICENTE AP 2	RIO RAPEL																															
36	06019007-0	ESTADIO PEUMO	RIO RAPEL																															
37	06019013-5	A.P. LAS CABRAS	RIO RAPEL																															
38	06019014-3	FUNDO LAS JUNTAS	RIO RAPEL																															
39	06030002-K	PUEBLO TRES PUENTES	RIO RAPEL																															
40	06030004-6	FUNDO LA MACARENA	RIO RAPEL																															
41	06030007-0	ASENTAMIENTO LA TUNA	RIO RAPEL																															
42	06030008-9	PUEBLO CUESTA GONZALEZ	RIO RAPEL																															
43	06030009-7	INACAP SAN FERNANDO	RIO RAPEL																															
44	06030010-0	A.P. PEÑUELAS	RIO RAPEL																															
45	06031001-7	A.P. NANCAGUA	RIO RAPEL																															
46	06032002-0	PUEBLO CODEGUA	RIO RAPEL																															
47	06033005-0	A.P. CHIMBARONGO	RIO RAPEL																															
48	06033008-5	A.P. SAN ENRIQUE	RIO RAPEL																															
49	06034005-6	PUEBLO CONVENTO VIEJO	RIO RAPEL																															
50	06034010-2	PUEBLO CUNACO	RIO RAPEL																															
51	06034017-K	ASENTAMIENTO LA PUERTA	RIO RAPEL																															
52	06034019-6	PUEBLO AUQUINCO	RIO RAPEL																															
53	06034020-K	ISLA DEL GUINDO	RIO RAPEL																															
54	06034021-8	LA PALMA A.P.R.	RIO RAPEL																															
55	06035005-1	ASENTAMIENTO LAS GARZAS	RIO RAPEL																															
56	06036002-2	A.P. CHEPICA	RIO RAPEL																															
57	06037003-6	PUEBLO QUINAHUE	RIO RAPEL																															
58	06037004-4	ASENTAMIENTO LA PATAGUA	RIO RAPEL																															
59	06037005-2	PUEBLO LA FINCA	RIO RAPEL																															
60	06037009-5	COMITE CAMP. SAN CARLOS	RIO RAPEL																															
61	06037010-9	ASENTAMIENTO SAN CORAZON	RIO RAPEL																															
62	06041004-6	FUNDO SAN ALFONSO	RIO RAPEL																															
63	06042005-K	FUNDO SANTA LUCIA	RIO RAPEL																															
64	06051005-9	A.P. POBLACION	RIO RAPEL																															
65	06051006-7	MATADERO MARCHIGUE	RIO RAPEL																															
66	06051007-5	CRIADERO DE AVES	RIO RAPEL																															
67	06051008-1	ASENTAMIENTO SAN ISIDRO	RIO RAPEL																															
68	06052004-6	LA ESTRELLA A.P.R.	RIO RAPEL																															
69	06055004-2	INIA LITUECHE	RIO RAPEL																															
70	06055005-0	LITUECHE A.P.R.	RIO RAPEL																															
71	06056004-8	PUEBLO DE RAPEL	RIO RAPEL																															
72	06130004-K	CASA SILVA 1	COSTERAS RAPEL-E. NILAHUE																															
73	06130005-8	CASA SILVA 2	COSTERAS RAPEL-E. NILAHUE																															
74	06130006-6	CULENCO	COSTERAS RAPEL-E. NILAHUE																															
75	06131001-0	HACIENDA LOLOL A.P.R.	COSTERAS RAPEL-E. NILAHUE																															
76	06132003-2	PUEBLO CHICO A.P.R.	COSTERAS RAPEL-E. NILAHUE																															
77	06132004-0	PUMANQUE 1 APR	COSTERAS RAPEL-E. NILAHUE																															
78	05713009-1	A.P. LA PUNTA	RIO MAIPO																															
*	06120002-9	SAN ANTONIO DE PETREL	COSTERAS RAPEL-E. NILAHUE																															
*	06035003-5	ASENTAMIENTO EL TRIUNFO	RIO RAPEL																															

*) pozos no vigentes con información de niveles

Sin datos | 1 a 5 meses de datos | 6 a 12 meses de datos

6. METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LA RED ACTUAL

La planificación de trabajo se realiza en base a los siguientes criterios:
- Personal asignado, recursos y presupuesto.
- Distribución y densidad de los puntos de control en la región
- Actividades adicionales a la de medición de niveles, como aforo y muestreo de agua para análisis químico.

El personal asignado para controlar la red de monitoreo demanda el trabajo constante de un hidromensor y un chofer, los cuales tienen a disposición una camioneta, la cual es asignada por la DGA mediante turnos con otros departamentos.

El equipo que se lleva a terreno para medir los niveles consiste en un pozómetro graduado de 100 m de largo y una huincha metálica graduada o mediómetro (**Figura 10**).



Figura 10. Instrumentos de Trabajo: pozómetro y midiómetro

El midiómetro o huincha metálica se utiliza especialmente para medir los niveles de agua en los pozos que poseen bomba de extracción, para minimizar el riesgo de atascamiento de la sonda. Cabe señalar, que en la región sólo se monitorean 13 captaciones sin bomba, que incluye 2 norias. El listado de estos pozos se presenta en el apartado anterior (**Tabla 2**).

Para cada medición se lleva un registro del día de la medición, la profundidad del nivel estático (NE), si la medición se realizó durante el régimen de bombeo o nivel dinámico (ND), si el pozo está seco, es surgente o si está embancado (tapado por basura), o no se ha logrado tener acceso a éste.

De acuerdo al programa de la **Tabla 4**, los puntos de control se miden sistemáticamente cada mes a dos meses, resultando en total 40 pozos por mes. Durante el trabajo de medición de niveles, por temas presupuestarios y de tiempo, se integra o se complementa a este trabajo las mediciones de aforos (F), muestreo sedimentológico (S) y/o calidad de agua (C), como se presenta en la **Tabla 5**. En el **Anexo 3** se presenta el listado de las estaciones de aforo, de calidad de agua y de muestreo sedimentológico, así como el catastro de las estaciones meteorológicas que esporádicamente también se integran al plan de monitoreo.

Existen algunas estaciones de aforo y de niveles, que tienen carácter de monitoreo mensual obligatorio (**Tabla 4)**, cuyos datos se dan a conocer en el Boletín DGA. Este es el caso de las estaciones de aforo Cachapoal en Puente Terma, Canal Sauzal en Puente Terma, Tinguiririca Bajo Briones y Claro en el Valle; y de los pozos Doñihue, Estadio Peumo, Asentamiento La Puerta y Pueblo Tres Puentes.

Para cumplir con las labores ya mencionadas, la DGA ha dividido la Región en 5 áreas de trabajo. En la **Figura 11** se muestra el conjunto de puntos de control que abarca cada sector de trabajo, denominados según Hidromensor de la DGA, como se menciona a continuación:

(1) Rancagua:
(2) Cachapoal
(3) Tinguiririca
(4) Lolol y
(5) Nilahue.

Considerando el traslado en camioneta hacia cada sector, las mediciones de niveles en promedio por área duran 2 días, pudiendo tardarse un día más en el caso de realizar mediciones de aforos. En los sectores más lejanos, como Lolol y Nilahue, cabe considerar además 1 a 2 días de alojamiento.

Tabla 4. Programa de Mediciones de la Red de Monitoreo Mensual DGA

	Código BNA	Comuna	Nombre del Pozo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	0601 6010-4	San Fernando	A.P. SAN FERNANDO	x		x		x		x		x		x	
2	0601 6015-5	San Fernando	ENAP SAN FERNANDO	x		x		x		x		x		x	
3	0603 0002-K	Chimbarongo	PUEBLO TRES PUENTES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	0603 0004-6	Chimbarongo	FUNDO LA MACARENA	x		x		x		x		x		x	
5	0603 0007-0	Placilla	ASENTAMIENTO LA TUNA	x		x		x		x		x		x	
6	0603 0008-9	Chimbarongo	PUEBLO CUESTA GONZALEZ	x		x		x		x		x		x	
7	0603 0009-7	San Fernando	INACAP SAN FERNANDO	x		x		x		x		x		x	
8	0603 0010-0	San Fernando	A.P. PEÑUELAS	x		x		x		x		x		x	
9	0603 1001-7	Nancagua	A.P. NANCAGUA	x		x		x		x		x		x	
10	0603 2002-0	Chimbarongo	PUEBLO CODEGUA	x		x		x		x		x		x	
11	0603 3005-0	Chimbarongo	A.P. CHIMBARONGO	x		x		x		x		x		x	
12	0603 4005-6	Chimbarongo	PUEBLO CONVENTO VIEJO	x		x		x		x		x		x	
13	0603 4010-2	Santa Cruz	PUEBLO CUNACO	x		x		x		x		x		x	
14	0603 4017-K	Santa Cruz	ASENTAMIENTO LA PUERTA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	0603 4019-6	Nancagua	PUEBLO AUQUINCO	x		x		x		x		x		x	
16	0603 4020-K	Santa Cruz	ISLA DEL GUINDO	x		x		x		x		x		x	
17	0603 5005-1	Palmilla	ASENTAMIENTO LAS GARZAS	x		x		x		x		x		x	
18	0603 6002-2	Chépica	A.P. CHEPICA	x		x		x		x		x		x	
19	0603 7003-6	Santa Cruz	PUEBLO QUINAHUE	x		x		x		x		x		x	
20	0603 7004-4	Santa Cruz	ASENTAMIENTO LA PATAGUA	x		x		x		x		x		x	
21	0603 7005-2	Palmilla	PUEBLO LA FINCA	x		x		x		x		x		x	
22	0603 7009-5	Peralillo	COMITE CAMP. SAN CARLOS	x		x		x		x		x		x	
23	0603 7010-9	Peralillo	ASTO. SAN CORAZON	x		x		x		x		x		x	
24	0605 1005-9	Peralillo	A. P. POBLACION	x		x		x		x		x		x	
25	0605 1006-7	Marchigue	MATADERO MARCHIGUE	x		x		x		x		x		x	
26	0605 1007-5	Marchigue	CRIADERO DE AVES	x		x		x		x		x		x	
27	0605 1008-3	Peralillo	ASENTAMIENTO SAN ISIDRO	x		x		x		x		x		x	
28	06033008-5	Chimbarongo	SAN ENRIQUE APR	x		x		x		x		x		x	
29	06052004-6	La Estrella	LA ESTRELLA APR	x		x		x		x		x		x	
30	06130004-K	Lolol	CASA SILVA 1	x		x		x		x		x		x	
31	06130005-6	Lolol	CASA SILVA 2	x		x		x		x		x		x	
32	06130006-6	Lolol	CULENCO	x		x		x		x		x		x	
33	06131001-0	Lolol	HACIENDA LOLOL APR	x		x		x		x		x		x	
34	06055005-0	Litueche	LITUECHE APR	x		x		x		x		x		x	
35	06055004-2	Litueche	INIA	x		x		x		x		x		x	
36	06034021-8	Nancagua	LA PALMA APR	x		x		x		x		x		x	
37	06056004-8	Navidad	PUEBLO DE RAPEL	x		x		x		x		x		x	
38	06132003-2	Pumanque	PUEBLO CHICO APR	x		x		x		x		x		x	
39	06139004-0	Pumanque	PUMANQUE 1 APR	x		x		x		x		x		x	
40	0571 3009-1	Mostazal	A.P. LA PUNTA		x		x		x		x		x		x
41	0571 3010-5	Mostazal	MATADERO LA CARTUJA		x		x		x		x		x		x
42	0571 3011-3	Mostazal	VIÑA EL ARRAYAN		x		x		x		x		x		x
43	0571 3012-1	Codegua	PARCELA EL PARRONAL		x		x		x		x		x		x
44	0571 3013-K	Mostazal	HIJUELA SANTA TERESITA		x		x		x		x		x		x
45	0601 1004-2	Graneros	INDURA GRANEROS		x		x		x		x		x		x
46	0601 1005-0	Graneros	ASENTAMIENTO C. CORTES		x		x		x		x		x		x
47	0601 1012-3	Graneros	FUNDO SANTA FILOMENA		x		x		x		x		x		x
48	0601 1014-K	Codegua	PARCELA LAS DOS MARIAS		x		x		x		x		x		x
49	0601 1022-0	Rancagua	BARRIO INDUSTRIAL		x		x		x		x		x		x
50	0601 1023-9	Rancagua	FUNDO SAN PEDRO		x		x		x		x		x		x
51	0601 1024-7	Rancagua	MOLINOS QUEMADOS		x		x		x		x		x		x
52	0601 2005-6	Requinoa	PUEBLO EL ABRA		x		x		x		x		x		x
53	0601 2007-2	Doñihue	FUNDO EL BOSQUE		x		x		x		x		x		x
54	0601 2010-2	Olivar	ALAMOS QUEMADOS		x		x		x		x		x		x
55	0601 2011-0	Doñihue	DOÑIHUE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
56	0601 2012-9	Coinco	A.P. COINCO		x		x		x		x		x		x
57	0601 2014-5	Coinco	PUEBLO COPEQUEN		x		x		x		x		x		x
58	0601 2016-1	Coltauco	VIÑA EL MOLINO		x		x		x		x		x		x
59	0601 2019-6	Rengo	ASENTAMIENTO CHOAPINO		x		x		x		x		x		x
60	0601 3007-8	Rengo	A.P. POPETA		x		x		x		x		x		x
61	0601 4003-0	Requinoa	ASENTAMIENTO SANTA ANITA		x		x		x		x		x		x
62	0601 4008-1	Rengo	P. LA ARIANA		x		x		x		x		x		x
63	0601 5011-7	Rengo	INDUSTRIA TICINO		x		x		x		x		x		x
64	0601 5012-5	Malloa	PUEBLO PANQUEHUE		x		x		x		x		x		x
65	0601 5013-3	Qta. De Tilcoco	A.P. QUINTA DE TILCOCO		x		x		x		x		x		x
66	0601 5017-6	Rengo	PUEBLO CARTAGENA		x		x		x		x		x		x
67	0601 5018-4	Rengo	VIÑA SANTA LUCIA		x		x		x		x		x		x
68	0601 5019-2	San Vicente T.T.	PUEBLO TOQUIHUA		x		x		x		x		x		x
69	0601 7003-7	Malloa	A.P. PELEQUEN		x		x		x		x		x		x
70	0601 8013-K	San Vicente T.T.	ASENTAMIENTO MILLAHUE		x		x		x		x		x		x
71	0601 8015-6	San Vicente T.T.	PUEBLO RASTROJOS		x		x		x		x		x		x
72	0601 9007-0	Peumo	ESTADIO PEUMO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
73	0601 9013-5	Las Cabras	A.P. LAS CABRAS		x		x		x		x		x		x
74	0601 9014-3	Pichidegua	FUNDO LAS JUNTAS		x		x		x		x		x		x
75	0604 1004-6	Alhué	FUNDO SAN ALFONSO		x		x		x		x		x		x
76	0604 2005-K	Las Cabras	FUNDO SANTA LUCIA		x		x		x		x		x		x
77	05713014-8	Mostazal	ANGOSTURA A.P.R.		x		x		x		x		x		x
78	06018018-0	San Vicente T.T.	SAN VICENTE A.P. 2		x		x		x		x		x		x

Tabla 5. Calendario de aforos, muestreo sedimentológico y calidad de agua (DGA, 2010)

Código BNA	Nombre Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FRECUENCIA FLUVIOMETRÍA	FRECUENCIA CALIDAD AGUAS	FRECUENCIA SEDIMENTOS
05713002-4	Estero Codegua en La Leonera		C				C				C			0	3	0
05713004-0	Río Peuco en panamericana		C				C				C			0	3	0
06000003-4	RIO LAS LEÑAS ANTES JUNTA CACHAPOAL		F		F		F		F		F		F	6	0	0
06002001-9	RIO CORTADERAL ANTES JUNTA CACHAPOAL		F		F		F		F		F		F	6	0	0
06003001-4	RIO CACHAPOAL 5 KM. AGUAS ABAJO JTA. CORT.		F		F		F		F		F		F	6	0	0
06003003-0	Río Cachapoal en bocatoma Chacayes		C				C				C			0	3	0
06006001-0	RIO PANGAL EN PANGAL	F	F		F	F		F		F		F		7	0	0
06007011-3	Río Coya antes junta Río Cachapoal		C				C				C			0	3	0
06008005-4	RIO CACHAPOAL EN PUENTE TERMAS CAUQUENES	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	12	0	12
06008009-7	CANAL SAUZAL EN PUENTE TERMAS	F		F	F	F		F		F		F		7	0	0
06010005-5	Río Cachapoal en Bocatoma Canales Ribera Sur		C				C				C			0	3	0
06011001-8	ESTERO DE LAS CADENAS A J CACHAPOAL	F	F/C	F	F	F	F/C	F	F	F	F/C	F	F	12	3	0
06012001-3	Río Cacahpoal en Puente Coinco		C				C				C			0	3	0
06013001-9	RIO CLARO EN HACIENDA LAS NIEVES	F	F	F/C	F	F	F	F/C	F	F	F	F/C		11	3	0
06015001-K	RIO CLARO EN TUNCA	F	F	F/C	F	F	F	F/C	F	F	F	F/C	F	12	3	0
06018001-6	ESTERO ZAMORANO EN PUENTE EL NICHE		F	F/C	F	F	F	F/C	F	F	F	F/C	F	11	3	0
06018007-5	Estero Zamorano en Pencahue			C				C				C		0	3	0
06019003-8	RIO CACHAPOAL EN PUENTE ARQUEADO		F/C	F		F	F/C		F	F		F/C		7	3	0
06027001-5	RIO CLARO EN EL VALLE	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12	0	0
06028001-0	RIO TINGUIRIRICA BAJO LOS BRIONES	F/S	F/S	F/C/S	F/S	F/S	F/S	F/C/S	F/S	F/S	F/S	F/C/S	F/S	12	3	12
06032001-2	Estero Chimbarongo en Puente Huemul			C				C				C		0	3	0
06033011-5	ESTERO CHIMBARONGO EN RUTA 5	F		F	F		F	F		F		F	F	8		
06033009-3	CANAL TENO KM 13.465	F		F	F		F	F		F		F	F	8	0	0
06034022-6	EST.CHIMBARONGO BAJO EMBALSE CTO.VIEJO		F		F		F		F		F	F	F	7		
06034023-4	EST.CHIMBARONGO EN EL HUAPE	F		F		F		F		F	F	F		7		
06034002-1	Estero Chimbarongo en Puente Los Maquis			C				C				C		0	3	0
06035001-9	RIO TINGUIRIRICA EN LOS OLMOS	F		F/C		F		F/C		F	F	F/C		7	3	0
06041001-1	Estero Alhue antes Estero caren		C				C				C			0	3	0
06043001-2	ESTERO ALHUE EN QUILAMUTA	F	F/C	F		F		F/C	F		F/C		F	8	3	0
06056002-1	Rapel en Navidad			C				C				C		0	3	0
06132001-6	ESTERO NILAHUE EN SANTA TERESA	F		F/C		F		F/C	F		F/C		F	7	3	0

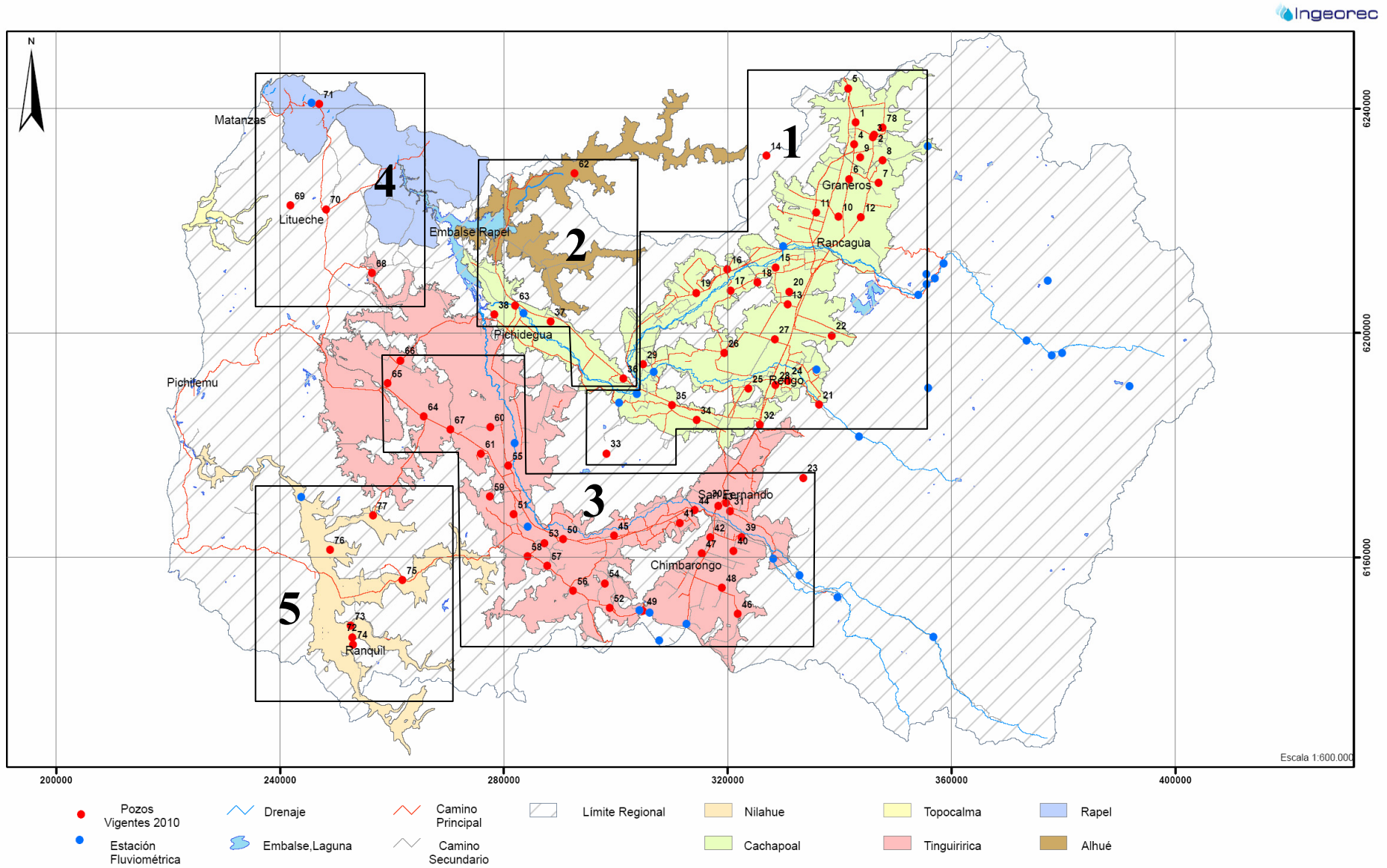


Figura 11. Sectorización de las Áreas de Control de Niveles

7. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA RED DE MONITOREO

7.1. LIMITACIONES GENERALES EN LA EJECUCIÓN DEL CONTROL DE NIVELES

Las principales restricciones o inconvenientes que se observa, son:

- En terreno se identifican recurrentes problemas de accesibilidad al recinto de algunos puntos de control, particularmente es el caso de los pozos de agua potable, pertenecientes a ESSBIO.
- No siempre se tiene un conocimiento acabado del régimen de bombeo de los pozos de control, lo cual lleva a incertidumbre en el momento de la medición respecto a si se trata de la medición del nivel estático o dinámico. Estas medidas se ven reflejadas en un estudio de la variación de niveles de cada punto de control. En el **Anexo 2**, se presentan los gráficos de los puntos de control de la red, donde es posible observar en algunos casos una amplia dispersión en la distribución de niveles.
- Es recurrente el atrapamiento del instrumento de medición (pozómetro) entre los cables de los pozos que poseen bomba y que no tienen línea de aire. Del total de pozos que forman parte de la actual red de monitoreo, sólo los pozos de agua potable cuentan con este sistema de seguridad. Es por esto que, del presupuesto destinado a la mantención de la red, se considere un porcentaje al arreglo de los pozómetros. Actualmente se cuenta con 2 pozómetros los cuales se turnan con los otros departamentos de la DGA Regional.

A continuación se detalla por cuenca el número de pozos y norias de la red de monitoreo y los problemas que presentan.

7.2. CUENCA CACHAPOAL

Actualmente en la cuenca del río Cachapoal se miden 37 pozos y 1 noria, 38 pozos en total, los cuales se reparten en 8 sectores de la siguiente manera:

8 en Codegua
2 en Olivar
6 en Granaderos-Rancagua
8 en Rosario-Requinoa

4 en Doñihue
4 en Peumo-Pichidegua
1 en Laguna San Vicente (acuífero lateral, nº33)
4 en Pelequén-Malloa
1 sin acuífero (nº14)

Estos se distribuyen abarcando la zona de recarga y descarga del acuífero, y excepcionalmente 2 pozos se miden en el borde del acuífero, en la zona de recarga lateral de éste, al Oeste del sector de Codegua (Fundo El Bosque, nº14) y al Sur de San Vicente de Tagua Tagua (Asto. Millahue, nº 33).

Respecto a los puntos de control, cabe señalar lo siguiente:
- El pozo Matadero La Cartuja (nº1) siempre está cerrado por lo que ya no se mide.

- Existen 2 pozos, denominados Viña El Arrayán (nº2) y Parcela El Parronal (nº3), distanciados unos 500 m, de los cuales el Parronal siempre tiene problemas de accesibilidad por no encontrarse el encargado.

- Los pozos de agua potable no siempre son fáciles de acceder, ya que por lo general no hay encargado.

7.3. CUENCA ALHUÉ

En el acuífero Alhué se mide actualmente un pozo (nº62), correspondiente al subsector Estero Alhué (DGA, 2005). En esta cuenca se observa que en los otros dos subsectores del acuífero (Estero Las Palmas y Borde Embalse Rapel) no existen pozos monitoreados.

7.4. CUENCA RAPEL BAJO

En el acuífero Rapel se mide 1 pozo, Pueblo de Rapel (nº 71), ubicado 1 km aguas arriba de la desembocadura del río Rapel, y una segunda captación (Litueche APR, nº70) hacia la cabecera de la cuenca, la cual presenta frecuentes problemas de acceso.

7.5. CUENCA TINGUIRIRICA

Actualmente en el acuífero Tinguiririca se miden 29 pozos y una noria, 30 captaciones en total, los cuales se reparten en sectores de la siguiente manera:

4 en San Fernando
5 en Chimbarongo
12 pozos en Tinguiririca superior
9 en Tinguiririca inferior
4 Las Cadenas-Marchihue
1 sin acuífero (nº23)

Estos se distribuyen abarcando la zona de recarga y descarga del acuífero, excepcionalmente 1 en la zona de recarga, fuera del acuífero, al Este de la localidad de San Fernando (La Ariana, nº 23). También, se observa en algunos pozos de agua potable esporádicos problemas de acceso al recinto, por lo general no hay encargado, como el pozo AP Chépica (nº56).

7.6. CUENCA NILAHUE

En este sector se monitorean 6 pozos, los cuales se distribuyen preferentemente en los sectores de recarga, provenientes de quebradas tributarias de la cuenca, de la siguiente manera:

2 en Nilahue antes de Quinahue
1 en Estero Quiahue
1 en Estero Lolol
2 en Estero Pumanque

7.7. COSTOS OPERACIONALES

De acuerdo con lo conversado con personal de la DGA encargado de la Red de Monitoreo, a continuación se indican los costos asociados *mensuales* para el desarrollo de las mediciones de la Red de Monitoreo de Niveles.

De acuerdo al programa de mediciones de niveles de la red de monitoreo (**Tabla 4**) cada *mes* cuenta con un número total de 40 mediciones.

Considerando que el personal destinado a terreno es de 2, correspondiente a un hidromensor y un chofer, y que si durante cada corrida sólo se realizaran mediciones de

niveles (sin aforo de ríos y otras actividades), se estima que mensualmente se ocuparían 5 días para este trabajo.

En la **Tabla 6** se presenta un detalle de los gastos directos involucrados en la ejecución de las mediciones mensuales de la Red de Monitoreo en la Región.

Tabla 6. Gastos operacionales involucrados en la Red de Monitoreo Mensual

Gastos Directos	Item	Días	Gasto Monitoreo
Vehículo	Mantención	5	$ 48.546
	Bencina	5	$ 29.829
Personal (Sueldos)	Hidromensor (Profesional Hidrología)	6	$ 325.714
	Profesional Honorarios	1	$ 49.124
	Chofer	5	$ 80.742
Viáticos	2 personas (Chofer + Hidromensor)	5	$ 186.244
			$ 720.199

Cabe señalar, que los sueldos corresponden a un valor bruto y que además al total habría que considerar los gastos generales (20%) como secretaria, insumos de oficina, etc. Con esto el costo mensual estimado del trabajo de monitoreo de niveles asciende a $865.000.

8. PROPOSICIÓN MODIFICACIONES A LA RED ACTUAL

8.1. ASPECTOS GENERALES

Para realizar un análisis crítico de la actual red de monitoreo de niveles se cuenta con la siguiente información:

- Lista de captaciones de monitoreo de aguas subterránea actualmente vigentes. (**Tabla 2**)
- Información SIG sobre la ubicación de los puntos de medición de niveles.
- Información estadística de niveles estáticos de aguas subterráneas.
- Catastro de derechos de aguas subterráneas, densidad de pozos y caudal otorgado.
- Área de restricción de los acuíferos definidos por la DGA.
- Conocimiento hidrogeológico de la región y de los acuíferos, para evaluar la situación de cada pozo dentro del contexto del sistema acuífero en que se encuentra, en particular en zonas de mayor demanda.
- Información de presupuesto y gastos destinados a la operación de dicha red.

8.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN

De acuerdo a los antecedentes ya descritos, se propone los siguientes criterios de selección para evaluar y mejorar la red de monitoreo de niveles:

- **Representatividad de los puntos de control en los acuíferos definidos por la DGA.**

Los 78 puntos de control se distribuyen en los principales acuíferos de la región, los que corresponden a acuíferos Cachapoal, Tinguiririca, Nilahue, Alhué y Rapel. La mayor densidad de puntos de control se concentra en los acuíferos de mayor extensión: Cachapoal y Tinguiririca, principalmente en las zonas de recarga. En estos sectores, se observa la presencia de acuíferos confinados a semiconfinados y libres. No obstante, los pozos de la red de monitoreo sólo caracterizan la variación del nivel freático, es decir de los acuíferos libres. Si existen derechos otorgados en pozos que alcancen la unidad confinada, sería de interés contar con puntos de control que representaran la variación de estos niveles, a través de captaciones que sean superiores a 70 m.

Cabe señalar, que en un mismo acuífero es posible observar la presencia de puntos de control situados a menos 500 m, tal es el caso de los pozos Viña Arrayán (nº2) y P. Parronal (nº3) situados en el sector de Codegua, otros en el sector de San Fernando, y en la

cuenca Nilahue. En este sentido, se recomienda mantener los pozos más profundos y los que tengan mayor información de la evolución del nivel estático del sector.

- **Representatividad de los puntos de control según el grado de explotación y áreas de restricción.**

Como se mencionó anteriormente, la mayor concentración de puntos de control se encuentra en los acuíferos de mayor extensión areal. Dado, el incremento en la demanda por el recurso subterráneo, actualmente la mayor parte de los acuíferos en la región se encuentra con restricción para constituir nuevos derechos de agua, observándose actualmente en estas áreas escasos o nulos puntos de control, por lo que es recomendable ampliar la red hacia estas zonas, particularmente en los sectores del acuífero Tinguiririca: Las Cadenas-Yerbas Buenas y Estero El Monte.

- **Accesibilidad a los puntos de control.**

Se ha observado la falta de continuidad en los registros principalmente por problemas de acceso al recinto del punto de control. Dentro de este contexto existen alrededor de 11 pozos, 4 de estos son de agua potable, ubicados en los acuíferos de Cachapoal y Tinguiririca. En estos casos, se podría evaluar la posibilidad de gestionar las mediciones con los propietarios de las captaciones, o en caso contrario, reemplazar éstos por otros pozos cercanos y se similares características.

- **Longitud y calidad del registro de niveles, continuidad y caracterización de la evolución temporal del nivel estático.**

Los pozos de la Red más antiguos, con registros desde 1981/1985, corresponden a 32 captaciones, las cuales en su mayoría aún se monitorean. Estos permiten tener una mejor caracterización de la evolución de los niveles, particularmente en los acuíferos Cachapoal y Tinguiririca.

La mayoría de los pozos de la Red tienen bomba de extracción, por lo que se observa en algunos gráficos de variación de niveles (**Anexo 2**) dispersión en las mediciones. No obstante, es posible estimar la profundidad del nivel estático, como también apreciar la disminución progresiva de este nivel en determinado sector.

Sobre la base de los criterios referidos anteriormente, en la **Tabla 7** se presenta un resumen del estado actual de la red de monitoreo, donde se describen las razones de eliminación de los pozos y las respectivas recomendaciones para mejorar la red. En el **mapa anexo** de este

estudio, de escala 1:400.000, se observa con detalle la distribución de las captaciones de la red de monitoreo, que se propone mantener y eliminar, y las zonas donde se recomienda establecer un control de niveles.

Dentro de este contexto, los pozos que se recomiendan monitorear para cada acuífero se distribuyen de la siguiente manera:

Acuífero Cachapoal

Red actual	Eliminar	Agregar o reemplazar
8 en Codegua	3 en Codegua	
2 en Olivar		1 en Olivar
6 en Granaderos-Rancagua		
8 en Rosario-Requinoa		1 en Rosario-Requinoa
4 en Doñihue	1 en Doñihue	1 en Doñihue
4 en Peumo-Pichidegua	2 en Peumo-Pichidegua	2 en Peumo-Pichidegua
1 en Laguna San Vicente (acuífero lateral)		
4 en Pelequén-Malloa	3 en Pelequén-Malloa	1 en Pelequén-Malloa
1 sin acuífero (nº14)	1 sin acuífero	

De un total de 38 pozos, se propone eliminar 10 pozos, y reemplazar por otros 6.

Acuífero Tinguiririca

Red actual	Eliminar	Agregar o reemplazar
4 en San Fernando	1 en San Fernando	1 en San Fernando
5 en Chimbarongo	1 en Chimbarongo	
12 en Tinguiririca superior		
4 en Tinguiririca inferior		
4 Las Cadenas-Marchihue		
1 sin acuífero (nº23)	1 sin acuífero (nº23)	
		1 en El Monte
		2 Las Cadenas- Marchihue

De un total de 30 pozos, se propone eliminar 3 puntos de control; agregar 3 en otras zonas actualmente con restricción para constituir nuevos derechos de aguas: 1 pozo en el sector El Monte y 2 en Las Cadenas-Yerbas Buenas; y agregar 1 al norte de la localidad de San Fernando.

Acuífero Alhué

Red actual	Eliminar o reemplazar	Agregar
1 en Estero Alhué		2 en Estero Alhué 1 en Estero Las Palmas

Se propone agregar 2 más en Estero Alhué, dado que actualmente es una zona con restricción para constituir nuevos de agua, y agregar 1 en el sector de Estero Las Palmas para tener una mejor cobertura de todo el acuífero.

Acuífero Nilahue

Red actual	Eliminar	Agregar
2 Nilahue antes de Quiahue 1 en Estero Quihue (nº73) 1 en Estero Lolol 2 en Estero Pumanque	1 Estero Quihue (nº73)	1 en Estero Nilahue Sta. Teresa 1 en Lolol

Se propone reemplazar el pozo existente en el sector de Estero Quiahue y agregar 1 en el sector de Nilahue Sta. Teresa para cubrir mejor el área y otro en el sector de Lolol, resultando en total 7 pozos de monitoreo en el acuífero Nilahue.

Acuífero Rapel

Red actual	Eliminar	Reemplazar
1 en Rapel Bajo 1 en Estero Rosario (fuera del acuífero en Litueche)	1 en Estero Rosario	1 en Estero Rosario

Actualmente existe 2 pozo de monitoreo. Se propone reemplazar el pozo Litueche APR, por otro que tenga mejor acceso.

Acuífero Topocalma

Red actual	Eliminar	Agregar r
1 en la cabecera de la cuenca Topocalma.		1 en el acuífero Topocalma

Se propone agregar 1 pozo más de monitoreo, pero en el acuífero Topocalma.

Dentro de los aspectos generales que deberían cumplir los nuevos pozos de observación, se menciona lo siguiente:

- Tener conocimiento de la profundidad de habilitación y estratigrafía del pozo. Así como también, año de construcción y cercanía a otros pozos de bombeo.
- De preferencia, que sean pozo sin bomba. Si tienen bomba, que esto posean línea de aire para evitar el atrapamiento del instrumento durante el proceso de medición del nivel.
- Se ubiquen estratégicamente cercanos a otros puntos de control de la DGA, tales como estaciones de aforo, puntos de control de calidad de agua y sedimentológicos, o a estaciones meteorológicas.

Tabla 7. Resumen del estado actual de la red de monitoreo y recomendaciones.

N°	Cod. BNA	Nombre	Sector	Acuífero /Cuenca	Razón de eliminación de la Red	Recomendaciones
1	05713010-5	Matadero La Cartuja	Codegua	Cachapoal	con problemas de accesibilidad. Última medición 2004.	eliminar
2	05713011-3	Viña El Arrayán	Codegua	Cachapoal		
3	05713012-1	Parcela El Parronal	Codegua	Cachapoal	problemas de acceso. Ultima medición 2004	eliminar. Se mantiene el pozo contiguo (500 m), Viña Arrayán
4	05713013-K	Hijuela Santa Teresita	Codegua	Cachapoal		
5	05713014-8	Angostura A.P.R.	Codegua	Cachapoal	esporádicos problemas de acceso	eliminar y/o reemplazar. Evaluar.
6	06011004-2	INDURA Graneros	Graneros Rancagua	Cachapoal		
7	06011005-0	Asto. C. Cortés	Graneros Rancagua	Cachapoal		
8	06011012-3	Fundo Santa Filomena	Graneros Rancagua	Cachapoal		
9	06011014-K	Parcela Las Dos Marías	Codegua	Cachapoal	Noria, no representativa del acuífero y hay pozos cercanos de control	eliminar
10	06011022-0	Barrio Industrial	Graneros Rancagua	Cachapoal		
11	06011023-9	Fundo San Pedro	Graneros Rancagua	Cachapoal		
12	06011024-7	Molinos Quemados	Graneros Rancagua	Cachapoal		
13	06012005-6	Pueblo El Abra	Requinoa_Rosario	Cachapoal		
14	06012007-2	Fundo El Bosque		Cachapoal	problemas de acceso. Borde acuífero. Sin mediciones desde 2006.	eliminar
15	06012010-2	Alamos Quemados	Olivar	Cachapoal		
16	06012011-0	Doñihue	Doñihue_Coinco_Coltauco	Cachapoal		
17	06012012-9	A.P. Coinco	Doñihue_Coinco_Coltauco	Cachapoal	problemas de acceso. Sin medición desde 2008.	eliminar. gestionar medición por parte del propietario
18	06012014-5	Pueblo Copequén	Doñihue_Coinco_Coltauco	Cachapoal		
19	06012016-1	Viña El Molino	Doñihue_Coinco_Coltauco	Cachapoal		
20	06012019-6	Asto. Choapino	Olivar	Cachapoal		
21	06013007-8	A.P. Popeta	Sin Acuifero	Cachapoal	esporádicos problemas de acceso	gestionar medición por parte del propietario
22	06014003-0	Asto. Santa Anita	Requinoa_Rosario	Cachapoal		
23	06014008-1	P. La Ariana	Sin Acuifero	Tinguiririca	no es reprentativo del acuífero	eliminar
24	06015011-7	Industria Ticino	Requinoa_Rosario	Cachapoal		
25	06015012-5	Pueblo Panquehue	Requinoa_Rosario	Cachapoal		
26	06015013-3	A.P. Quinta de Tilcoco	Requinoa_Rosario	Cachapoal	problemas de acceso. Sin medición desde 2003.	eliminar. gestionar medición por parte del propietario
27	06015017-6	Pueblo Cartagena	Requinoa_Rosario	Cachapoal		
28	06015018-4	Viña Santa Lucía	Requinoa_Rosario	Cachapoal		
29	06015019-2	Pueblo Toquihua	Pelequén_Malloa	Cachapoal		
30	06016010-4	A.P. Sn. Fernando	San Fernando	Tinguiririca	problemas de acceso, no representativo del NE y presencia de otros pozos de control cercanos.	gestionar medición por parte del propietario
31	06016015-5	ENAP Sn. Fernando	San Fernando	Tinguiririca	se mantiene por que es un pozo profundo (60 m) y buena representatividad del NE.	
32	06017003-7	A.P. Pelequén	Pelequén_Malloa	Cachapoal	problemas de acceso. Sin medición desde 2003.	eliminar. gestionar medición por parte del propietario
33	06018013-K	Asto. Millahue	Laguna San Vicente	Cachapoal		
34	06018015-6	Pueblo Rastrojos	Pelequén_Malloa	Cachapoal		
35	06018018-0	San Vicente A.P. 2	Pelequén_Malloa	Cachapoal		
36	06019007-0	Estadio Peumo	Peumo_Pichidegua	Cachapoal		
37	06019013-5	A.P. Las Cabras	Peumo_Pichidegua	Cachapoal	esporádicos problemas de acceso	gestionar medición por parte del propietario
38	06019014-3	Fundo Las Juntas	Peumo_Pichidegua	Cachapoal	problemas de acceso. Sin mediciones desde 2005.	eliminar
39	06030002-K	Pueblo Tres Puentes	Chimbarongo	Tinguiririca		
40	06030004-6	Fundo La Macarena	Chimbarongo	Tinguiririca	no es representativo del acuífero, y no se tiene información de la evolución de niveles, y hay pozos cercanos de control	eliminar
41	06030007-0	Asto. La Tuna	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
42	06030008-9	Pueblo Cuesta González	Chimbarongo	Tinguiririca		
43	06030009-7	INACAP Sn. Fernando	San Fernando	Tinguiririca		
44	06030010-0	A.P. Peñuelas	San Fernando	Tinguiririca	esporádicos problemas de acceso	gestionar medición por parte del propietario
45	06031001-7	A.P. Nancagua	Tinguiririca Superior	Tinguiririca	esporádicos problemas de acceso	gestionar medición por parte del propietario
46	06032002-0	Pueblo Codegua	Codegua	Cachapoal		
47	06033005-0	A.P. Chimbarongo	Chimbarongo	Tinguiririca	esporádicos problemas de acceso	gestionar medición por parte del propietario
48	06033008-5	San Enrique APR	Chimbarongo	Tinguiririca		
49	06034005-6	Pueblo Convento Viejo	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
50	06034010-2	Pueblo Cunaco	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
51	06034017-K	Asto. La Puerta	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
52	06034019-6	Pueblo Auquinco	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
53	06034020-K	Isla del Guindo	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
54	06034021-8	La Palma APR	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
55	06035005-1	Asto. Las Garzas	Tinguiririca Inferior	Tinguiririca		
56	06036002-2	A.P. Chépica	Tinguiririca Superior	Tinguiririca	esperádicos problemas de acceso	gestionar medición por parte del propietario
57	06037003-6	Pueblo Quinahue	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
58	06037004-4	Asto. La Patagua	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
59	06037005-2	Pueblo La Finca	Tinguiririca Superior	Tinguiririca		
60	06037009-5	Comité Camp. Sn. Carlos	Tinguiririca Inferior	Tinguiririca		
61	06037010-9	Asto. San Corazón	Tinguiririca Inferior	Tinguiririca		
62	06041004-6	Fundo San Alfonso	Estero Alhué	Alhué		
63	06042005-K	Fundo Santa Lucia	Peumo_Pichidegua	Cachapoal	problemas de acceso. Sin medición desde 2003.	eliminar
64	06051005-9	A. P. Población	Las Cadenas_Marchigue	Tinguiririca	esperádicos problemas de acceso	gestionar medición por parte del propietario
65	06051006-7	Matadero Marchigue	Las Cadenas_Marchigue	Tinguiririca		
66	06051007-5	Criadero de Aves	Las Cadenas_Marchigue	Tinguiririca		
67	06051008-3	Asto. San Isidro	Las Cadenas_Marchigue	Tinguiririca		
68	06052004-6	La Estrella APR	Tinguiririca Inferior	Tinguiririca		
69	06055004-2	INIA	Topocalma	Topocalma		
70	06055005-0	Litueche APR	Estero El Rosario	Rapel	problemas de acceso. Sin mediciones desde mediados de 2008.	gestionar medición por parte del propietario
71	06056004-8	Pueblo de Rapel	Rio Rapel bajo Junta E. Rosario	Rapel		
72	06130004-K	Casa Silva 1	Nilahue antes de Quinahue	Nilahue		
73	06130005-8	Casa Silva 2	Estero Quiahue	Nilahue	falta información de niveles y cercano a otro pozo (Casa Silva 1)	eliminar
74	06130006-6	Culenco	Nilahue antes de Quinahue	Nilahue		
75	06131001-0	Hacienda Lolol APR	Estero Lolol	Nilahue		
76	06132003-2	Pueblo Chico APR	Estero Pumanque	Nilahue		
77	06132004-0	Pumanque 1 APR	Estero Pumanque	Nilahue		
78	05713009-1	A.P. La Punta	Codegua	Cachapoal	esporádicos problemas de acceso	gestionar medición por parte del propietario

9. CONCLUSIONES

De acuerdo con los antecedentes, se puede señalar que la actual red de monitoreo de niveles, compuesta por 78 captaciones, se distribuyen principalmente en los acuíferos de mayor extensión areal, correspondiente a los valles de los ríos Cachapoal y Tinguiririca.

La red actual presenta buena distribución, contemplando las zonas de recarga y descarga, y donde está la mayor concentración de derechos otorgados. No obstante, desde que se constituyó la Red en 1987 por Alamos y Peralta, el incremento de la demanda por este recurso ha generado por parte de la DGA la declaración en varios sectores como zonas de restricción para constituir nuevos derechos de agua y donde actualmente es necesario tener un conocimiento del comportamiento del nivel de agua subterráneo.

Los principales problemas asociados al monitoreo tienen relación con dificultades de acceso al recinto, generando largo períodos sin registros de niveles, por lo que se recomienda eliminar los pozos que presentan esta constante y reemplazarlos según cada caso. De esta forma, se propone lo siguiente:

Acuífero	Red actual	Eliminar	Agregar	Red Propuesta
Cachapoal	38	10	6	34
Tinguiririca	30	3	3	30
Alhué	1		3	4
Nilahue	6	1	2	7
Rapel	2	1	1	2
Topocalma	1		1	2
Total captaciones	78	15	16	79

En resumen, la nueva Red de monitoreo que se propone consiste en incrementar el número de puntos de control de 78 a 79 captaciones, ampliando su distribución hacia los sectores donde actualmente existe restricción y la información es escasa o nula.

Dentro de las recomendaciones, se puede mencionar el de poder gestionar la información o mejorar la coordinación con los propietarios de la captaciones, cuyo acceso al recinto presente dificultades esporádicas para medir su nivel, especialmente los de agua potable.

10. REFERENCIAS

Álamos y Peralta, 1987. Análisis Crítico de la Red de Medición de Niveles de Agua Subterránea Región VI.

Cade-Idepe, 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Rapel.

CNR- AC Consultores, **2003**. Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI a VIII región. 7 v., CNR. Santiago.

DGA- SITAC, 1998. Diagnóstico Potencial Hídrico Acuíferos Costeros Provincia Cardenal Caro, Región Libertador Bernardo O'Higgins.

DGA, 2003. Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos de la VI Región. Informe Final, S.D.T. Nº 160. Santiago.

DGA, 2003. Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos de la VI Región. Informe Final, S.D.T. Nº 160. Santiago.

DGA, 2005. Evaluación de la explotación máxima sustentable de los acuíferos de la VI Región. "Modelación Hidrogeológica de los Valles de Alhué, Cachapoal y Tinguiririca". Informe Técnico, S.D.T. Nº 229. Santiago.

DGA, 2007. Evaluación de los Recursos Hídricos subterráneos del Acuífero Nilahue**.** Informe Técnico S.D.T Nº246. Santiago.

GCF Ingenieros Consultores, 2001.Estudio Hidrogeológico en Ciudades y Pueblos de la VI Región.

GCF Ingenieros Consultores, 2001.Estudio Hidrogeológico en Ciudades y Pueblos de la VI Región.

Hauser, A., 1990.Carta Hidrogeológica de Chile escala 1 : 250.000, Hoja Rancagua, VI Región. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago.

Ingeorec, 2004. Informe Hidrogeológico Estero Nilahue, Comuna de Pichilemu.

Ingeorec, 2009. Estudio Hidrológico e Hidrogeológico de Cuencas Costeras de Origen Pluvial ESSBIO, VI Región.

Ingeorec, 2009b. Estudio Hidrológico e Hidrogeológico de Cuencas Andinas ESSBIO, VI Región: Cachapoal, Claro, Tinguiririca y sus Afluentes.

SERNAGEOMIN, 2002. Geología de Chile escala 1 : 1.000.000.

ANEXO 1

Nómina Pozos de Control Vigentes y Suprimidos

Nómina de Pozos de monitoreo vigentes y eliminados en la VI Región

N°	Código BNA	Nombre Estación	Fechas		Altura	Coord.	UTM
			Instal	Supresión	msnm	Norte	Este
1	06010017-9	PUEBLO YUNGAY	01/07/68	15/05/1970	0	6215080	338355
2	06010018-7	CENTRO FRUTICOLA O'HIGGINS	01/11/68	21/08/2001	0	6213269	336978
3	06010019-5	A.P. SAUZAL	01/09/69	15/04/2002	0	6215119	346165
4	06011004-2	INDURA GRANEROS	01/08/69		0	6228522	342356
5	06011005-0	ASENTAMIENTO C. CORTES	01/11/68		0	6226842	346999
6	06011006-9	ASENTAMIENTO C. CORTES	01/11/68	19/10/2001	0	6225160	347795
7	06011007-7	A.P. GRANEROS	01/11/68	19/10/2001	0	6230536	341168
8	06011008-5	PUEBLO LA COMPAGNIA	01/01/70	02/12/1970	0	6228011	344980
9	06011009-3	PUEBLO LA COMPAGNIA	01/03/67	08/04/1970	0	6227948	344929
10	06011010-7	ASENTAMIENTO C. CORTES	01/04/66	11/02/2002	0	6226404	344750
11	06011011-5	ASENTAMIENTO C. CORTES	01/06/66	24/08/2001	0	6225397	343433
12	06011012-3	FUNDO SANTA FILOMENA	01/08/68		0	6231013	347700
13	06011013-1	FUNDO LA GAMBOINA	01/12/68	21/01/1972	0	6219543	343479
14	06011014-K	PARCELA LAS 2 MARIAS	01/10/69		0	6231504	343794
15	06011015-8	HUERTO FENIX	01/12/71	04/04/1972	0	6232481	343264
16	06011016-6	FIAT CHILENA	11/12/1968	13/04/1969	0	6224580	342524
17	06011017-4	FUNDO LA CABAGNA	01/12/69	04/04/1972	0	6226445	341621
18	06011018-2	FABRICA CHIPRODAL	01/06/62	07/04/1971	0	6229059	341321
19	06011019-0	A.P. GRANEROS	01/09/68	19/10/2001	0	6230597	341167
20	06011020-4	FIAT CHILENA	01/04/69	21-1294	0	6224250	341197
21	06011021-2	FUNDO TUNICHE	01/01/69	04/04/1972	0	6223960	338638
22	06011022-0	BARRIO INDUSTRIAL	01/05/69		0	6221266	339658
23	06011023-9	FUNDO SAN PEDRO	01/07/68		0	6218563	336630
24	06011024-7	MOLINOS QUEMADOS	25/08/89		0	6220470	343643
25	06012004-8	FUNDO SAN JOSE CUATRO HIJUELAS	01/07/68	15/09/1970	0	6211624	331094
26	06012005-6	PUEBLO EL ABRA	01/01/70		0	6205768	331020
27	06012006-4	CRIADERO EL BOSQUE	06/02/69	03/11/1971	0	6214979	329138
28	06012007-2	FUNDO EL BOSQUE	12/12/1968		0	6214024	327491
29	06012008-0	A.P. LO MIRANDA	01/03/67	03/11/1971	0	6215489	326696
30	06012009-9	A.P. LO MIRANDA	01/08/67	06/04/1972	0	6215550	326695
31	06012010-2	ALAMOS QUEMADOS	01/03/69		0	6212160	328345
32	06012011-0	DOÑIHUE	01/10/68		0	6211993	321077
33	06012012-9	A.P. COINCO	01/09/67		0	6208036	320436
34	06012013-7	PUEBLO EL RULO	01/09/66	05/05/1971	0	6202682	314553
35	06012014-5	PUEBLO COPEQUEN	01/09/66		0	6209783	324805
36	06012015-3	A.P. COLTAUCO	01/02/70	03/11/1971	0	6204966	310107
37	06012016-1	VIÑA EL MOLINO	01/12/68		0	6207455	314356
38	06012017-K	A.P. COINCO	01/01/68	19/10/2001	0	6207974	320437
39	06012018-8	A.P. COLTAUCO	01/01/70	19/03/03	0	6204936	310133
40	06012019-6	ASENTAMIENTO CHOAPINO	31/07/89		0	6199913	331075
41	06013007-8	A.P. POPETA	01/06/81		0	6188905	335871
42	06014003-0	ASENTAMIENTO SANTA ANITA	01/06/69		0	6199559	338955
43	06014004-9	PUEBLO CERRILLOS	01/10/68	08/07/1970	0	6193226	336254
44	06014005-7	FUNDO PICHIGUAO	01/01/70	23/03/1972	0	6194074	331998
45	06014006-5	A.P. ROSARIO	01/10/54	24/03/1972	0	6194533	331811
46	06014007-3	A.P. ROSARIO	01/10/54	11/01/1972	0	6194536	331939
47	06014008-1	P. LA ARIANA	26/10/89		0	6194570	333854
48	06015004-4	PUEBLO MALAMBO	01/11/67	06/04/1972	0	6190979	331236
49	06015005-2	PUEBLO MALAMBO	01/12/69	06/04/1972	0	6190952	331441
50	06015006-0	INDUSTRIA INDAC	01/11/69	13/10/1971	0	6193135	331172
51	06015007-9	A.P. RENGO	01/10/70	08/06/1971	0	6192439	330188
52	06015008-7	FUNDO LA GRANJA	07/02/1969	04/11/1971	0	6190757	329197
53	06015009-5	A.P. RENGO	01/08/60	08/06/1971	0	6192500	330161
54	06015010-9	A.P. RENGO	01/06/60	04/11/1971	0	6192469	330136
55	06015011-7	INDUSTRIA TICINO	01/06/52	08/06/1971	0	6191933	331168
56	06015012-5	PUEBLO PANQUEHUE	01/08/66		0	6190843	323882
57	06015013-3	A.P. QUINTA DE TILCOCO	01/02/69	16/10/2001	0	6196936	320189
58	06015014-1	A.P. QUINTA DE TILCOCO	01/09/70	16/10/2001	0	6196991	319830
59	06015015-K	PUEBLO CORCOLEN	01/09/66	04/11/1971	0	6191263	316926
60	06015016-8	PUEBLO ZUGNIGA	01/03/68	12/01/1972	0	6194887	307091

continuación

N°	Código BNA	Nombre Estación	Fechas		Altura	Coord.	UTM
			Instal	Supresión	msnm	Norte	Este
61	06015017-6	PUEBLO CARTAGENA	01/09/66		0	6194172	328879
62	06015018-4	VIÑA SANTA LUCIA	01/02/69		0	6190937	328913
63	06015019-2	PUEBLO TOQUIHUA	01/05/68		0	6194848	305201
64	06016005-8	PUEBLO AGUA BUENA	01/11/66	11/11/1971	0	6163554	331455
65	06016006-6	FUNDO TALCAREHUE	01/10/68	16/03/1972	0	6164282	329149
66	06016007-4	FUNDO TALCAREHUE	01/12/68	11/11/1971	0	6164128	329126
67	06016008-2	A.P. SAN FERNANDO	01/10/58	16/03/2000	0	6169803	319642
68	06016009-0	A.P. SAN FERNANDO	01/02/59	11/11/1971	0	6169803	319642
69	06016010-4	A.P. SAN FERNANDO	01/09/58		0	6169803	319617
70	06016011-2	FRIGORIFICO SAN FERNANDO	01/08/73	31/05/2000	0	6174579	319549
71	06016012-0	MAGGI	01/08/69	11/11/1971	0	6169789	318878
72	06016013-9	PUEBLO EL TAMBO	01/08/68	09/07/1970	0	6183499	318610
73	06016014-7	PUEBLO CUESTA GONZALEZ	01/02/67	31/01/2003	0	6163956	316955
74	06016015-5	ENAP SAN FERNANDO	01/04/66		0	6168355	321251
75	06017002-9	A.P. PELEQUEN	01/03/68	21/08/2001	0	6184035	325670
76	06017003-7	A.P. PELEQUEN	01/04/68		0	6184067	325746
77	06018011-3	ASENTAMIENTO LO RIOJA	01/09/68	10/04/1970	0	6180179	300991
78	06018012-1	ASENTAMIENTO SAN JUAN MANANTIAL	01/12/68	20/01/1972	0	6167479	311279
79	06018013-K	ASENTAMIENTO MILLAHUE	01/08/68		0	6178422	298145
80	06018014-8	PUEBLO REQUEGUA	01/04/67	08/11/1971	0	6185841	317032
81	06018015-6	PUEBLO RASTROJOS	01/09/66		0	6184809	314704
82	06018016-4	PUEBLO DE INDIOS	01/01/67	19/05/1989	0	6187701	311378
83	06018017-2	A.P. SAN VICENTE	01/03/70		0	6187336	310108
84	06018018-0	SAN VICENTE AP 2	01/10/01		0	6187430	310208
85	06019006-2	A.P. PEUMO	01/08/66	20/06/2001	0	6191187	302595
86	06019007-0	ESTADIO PEUMO	01/09/69		0	6191935	301557
87	06019008-9	FUNDO LA ROSA SOFRUCO	01/04/69	15/03/1972	0	6200438	292833
88	06019009-7	A.P. PICHIDEGUA	01/07/63	27/04/1989	0	6193035	292614
89	06019010-0	A.P. LAS CABRAS	01/12/68	12/02/2003	0	6202316	288570
90	06019011-9	CERRO PUEBLO PATAGUA	01/01/67	09/11/1971	0	6202305	280076
91	06019012-7	A.P. PICHIDEGUA	01/07/63	27/04/1989	0	6193034	292563
92	06019013-5	A.P. LAS CABRAS	01/02/69	12/02/2003	0	6202377	288569
93	06019014-3	FUNDO LAS JUNTAS	01/03/66		0	6203756	278865
94	06019016-K	A.P. PEUMO	01/02/69	20/06/2001	0	6190848	302627
95	06030002-K	PUEBLO TRES PUENTES	01/04/67		0	6163942	322559
96	06030003-8	PUEBLO TINGUIRIRICA	01/08/74	16/03/1972	0	6163055	321302
97	06030004-6	FUNDO LA MACARENA	01/11/64		0	6161818	321071
98	06030005-4	FUNDO EL RECREO	01/10/58	07/04/1972	0	6156832	318318
99	06030006-2	VIGNA SANTA ELISA	01/09/68	28/11/2000	0	6156991	313937
100	06030007-0	ASENTAMIENTO LA TUNA	01/01/72		0	6166985	309760
101	06030008-9	PUEBLO CUESTA GONZALEZ	01/02/67		0	6164054	317207
102	06030009-7	INACAP SAN FERNANDO	01/01/67		0	6169221	318227
103	06030010-0	A.P. PEÑUELAS	14/09/89		0	6168927	314307
104	06031001-7	A.P. NANCAGUA	01/01/58		0	6164526	299875
105	06031002-5	A.P. NANCAGUA	01/09/57	30/11/2000	0	6166375	299835
106	06031003-3	FUNDO SANTA EUGENIA	01/01/69	30/11/2000	0	6163506	295515
107	06031004-1	ASENTAMIENTO AGUA SANTA	01/04/60	09/11/1971	0	6171952	284618
108	06031005-K	ASENTAMIENTO AGUA SANTA	01/01/60	19/01/1972	0	6172129	284257
109	06032002-0	PUEBLO CODEGUA	01/01/67		0	6149868	321558
110	06033004-2	A.P. CHIMBARONGO	01/10/69	14/05/2001	0	6160878	315615
111	06033005-0	A.P. CHIMBARONGO	01/08/69		0	6160848	315641
112	06033007-7	FUNDO SAN ENRIQUE	01/03/65	21/03/2001	0	6152951	318445
113	06033008-5	A.P. SAN ENRIQUE	01/03/01		376	6154876	319171
114	06034005-6	PUEBLO CONVENTO VIEJO	01/01/67		0	6152521	307870
115	06034006-4	VIÑA SAN LUIS	01/10/68	10/11/1971	0	6157283	298504
116	06034007-2	PUEBLO PUQUILLAY	01/06/67	23/03/1972	0	6160577	298305
117	06034008-0	FUNDO EL MONTE	01/06/69	21/03/2001	0	6158393	297080
118	06034009-9	FUNDO SAN JOSE DE BOLDA	01/02/69	22/03/1972	0	6160323	291052
119	06034010-2	PUEBLO CUNACO	01/03/67		0	6163631	290086
120	06034011-0	ASENTAMIENTO SANTA ROSA	01/12/68	26/01/1988	0	6182949	285562

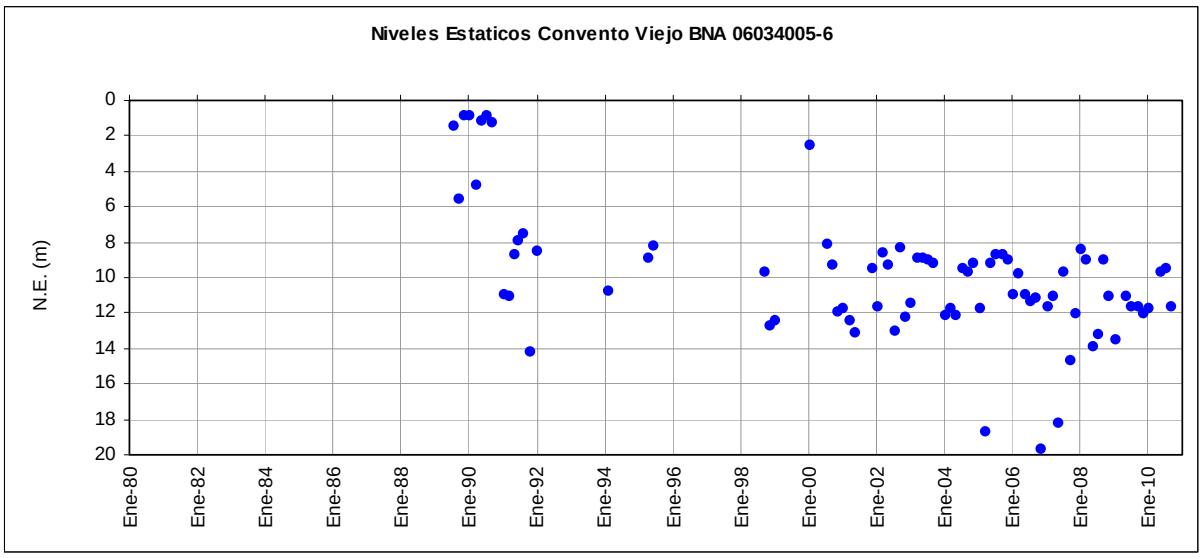
continuación

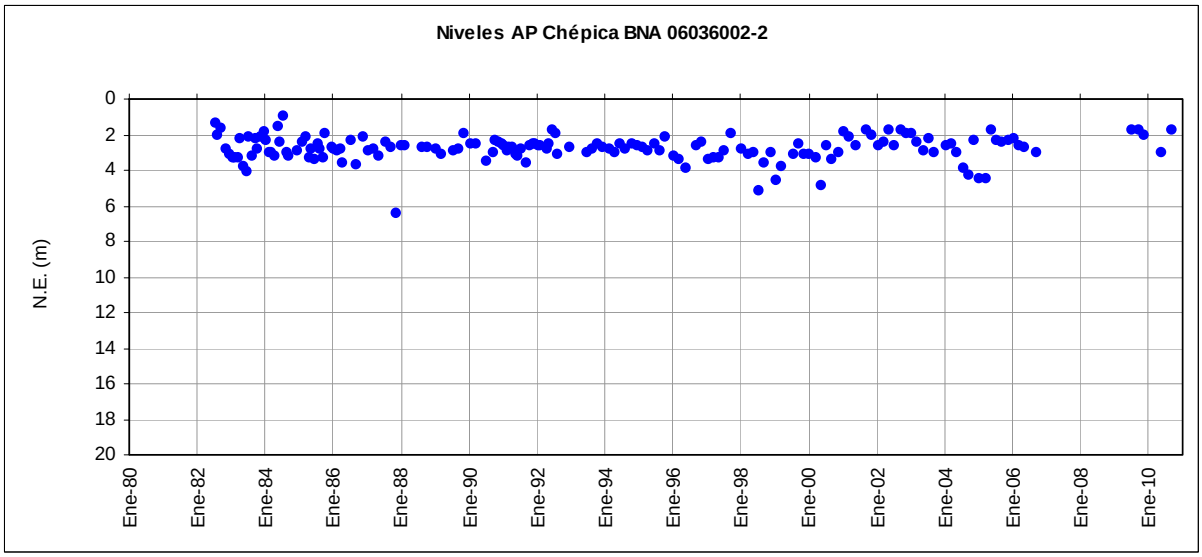
N°	Código BNA	Nombre Estación	Fechas		Altura	Coord.	UTM
			Instal	Supresión	msnm	Norte	Este
121	06034012-9	A.P. SANTA CRUZ	01/04/61	10/06/1970	0	6165665	284713
122	06034013-7	A.P. SANTA CRUZ	01/04/61	18/11/1971	0	6165634	284689
123	06034014-5	FUNDO LA TUNA	01/05/69	04/09/2001	0	6165702	283668
124	06034015-3	A.P. SANTA CRUZ	01/08/68	10/06/1970	0	6164387	282807
125	06034016-1	FUNDO SANTA VIRGINIA	01/06/69	22/03/1972	0	6170476	282153
126	06034017-K	ASENTAMIENTO LA PUERTA	01/12/69		0	6167913	281959
127	06034018-8	ASENTAMIENTO LA PALMA	01/08/73		0	6156102	298072
128	06034019-6	PUEBLO AUQUINCO	01/05/67		0	6151801	298726
129	06034020-K	ISLA DEL GUINDO	19/07/89		0	6162962	290483
130	06034021-8	LA PALMA A.P.R.	01/03/01		197	6155705	298233
131	06035002-7	FUNDO TALHUEN	01/08/56	10/03/1971	0	6179845	287344
132	06035003-5	ASENTAMIENTO EL TRIUNFO	01/07/56	11/09/2002	0	6179928	285556
133	06035004-3	ASENTAMIENTO UNION CAMPESINA	01/01/63	13/10/1980	0	6183928	281276
134	06035005-1	ASENTAMIENTO LAS GARZAS	01/07/61		0	6176858	280855
135	06035006-K	ASENTAMIENTO NI UN PASO ATRAS	01/07/61	05/12/1984	0	6176858	280855
136	06036002-2	A.P. CHEPICA	22/07/82		0	6157407	287554
137	06037001-K	FUNDO EL ABRA	01/11/68	31/07/1986	0	6155157	297151
138	06037002-8	ASENTAMIENTO QUINAHUE	01/11/69	14/05/2001	0	6159112	287948
139	06037003-6	PUEBLO QUINAHUE	01/03/67		0	6158649	287933
140	06037004-4	ASENTAMIENTO LA PATAGUA	01/06/64		0	6160727	284472
141	06037005-2	PUEBLO LA FINCA	01/09/67		0	6171046	277601
142	06037006-0	ASENTAMIENTO 21 DE MAYO	01/01/66	24/09/1986	0	6183444	277763
143	06037007-9	ASENTAMIENTO 21 DE MAYO	01/05/66	23/05/1989	0	6182093	275446
144	06037008-7	ASENTAMIENTO 21 DE MAYO	01/06/66	23/05/1989	0	6183694	275357
145	06037009-5	COMITE CAMP. SAN CARLOS	01/12/73		0	6183849	277932
146	06037010-9	ASENTAMIENTO SAN CORAZON	01/10/68		0	6179149	276079
147	06041002-K	HACIENDA POLULO	01/12/68	14/04/1989	0	6232964	303177
148	06041003-8	FUNDO SAN ALFONSO	01/11/73	12/02/2003	0	6228790	292515
149	06041004-6	FUNDO SAN ALFONSO	01/02/74		0	6228758	292464
150	06041005-4	FUNDO SAN ALFONSO	01/03/74	19/06/2001	0	6228822	292540
151	06042005-K	FUNDO SANTA LUCIA	23/03/90		0	6227202	286291
152	06042006-8	SAN VICENTE DE QUILAMUTA	01/10/01		0	6227875	291560
153	06043002-0	HACIENDA QUILAMUTA	01/07/58	20/12/2001	0	6228046	289530
154	06043003-9	FUNDO SANTA LUCIA	24/07/89		0	6227202	286291
155	06050001-0	RINCONADA DE HALCONES	01/01/69	09/11/1971	0	6194938	249540
156	06051001-6	A.P. PERALILLO	01/04/69	23/05/1989	0	6182451	272425
157	06051002-4	A.P. PERALILLO	01/02/69	14/10/1980	0	6182420	272400
158	06051003-2	FUNDO SANTA TERESA	01/04/66	23/03/1972	0	6186898	267718
159	06051004-0	A.P. POBLACION	01/10/63	29/05/2001	0	6185527	265913
160	06051005-9	A.P. POBLACION	01/08/63		0	6185557	265861
161	06051006-7	MATADERO MARCHIGUE	01/11/68		0	6191189	259431
162	06051007-5	CRIADERO DE AVES	01/03/73		0	6195477	261878
163	06051008-3	ASENTAMIENTO SAN ISIDRO	01/10/65		0	6183207	270568
164	06052001-1	FUNDO SAN JOSE DE MARCHIHUE	01/01/57	22/03/2001	0	6205308	265365
165	06052002-K	FUNDO SAN JOSE DE MARCHIHUE	01/02/62	09/01/2001	0	6205334	265185
166	06052003-8	PUEBLO LA ESTRELLA	01/04/63	17/03/1970	0	6211656	255574
167	06052004-6	LA ESTRELLA A.P.R.	01/03/01		0	6211005	256615
168	06055004-2	INIA LITUECHE	01/03/01		297	6223043	242041
169	06055005-0	LITUECHE A.P.R.	01/03/01		247	6222383	248421
170	06056004-8	PUEBLO DE RAPEL	01/03/01		31	6241129	247202
171	06115001-3	PUEBLO EL ABRA	01/08/67	20/03/1990	0	6205705	330970
172	06120002-9	SAN ANTONIO DE PETREL	01/03/01		31	6190576	228156
173	06130004-K	CASA SILVA 1	01/03/01		90	6148122	252814
174	06130005-8	CASA SILVA 2	01/03/01		95	6148068	253120
175	06130006-6	CULENCO	01/03/01		123	6144802	253208
176	06131001-0	HACIENDA LOLOL A.P.R.	01/03/01		100	6156291	262067
177	06132003-2	PUEBLO CHICO A.P.R.	01/03/01		80	6161683	249111
178	06132004-0	PUMANQUE 1 APR	01/03/01		85	6167809	256798

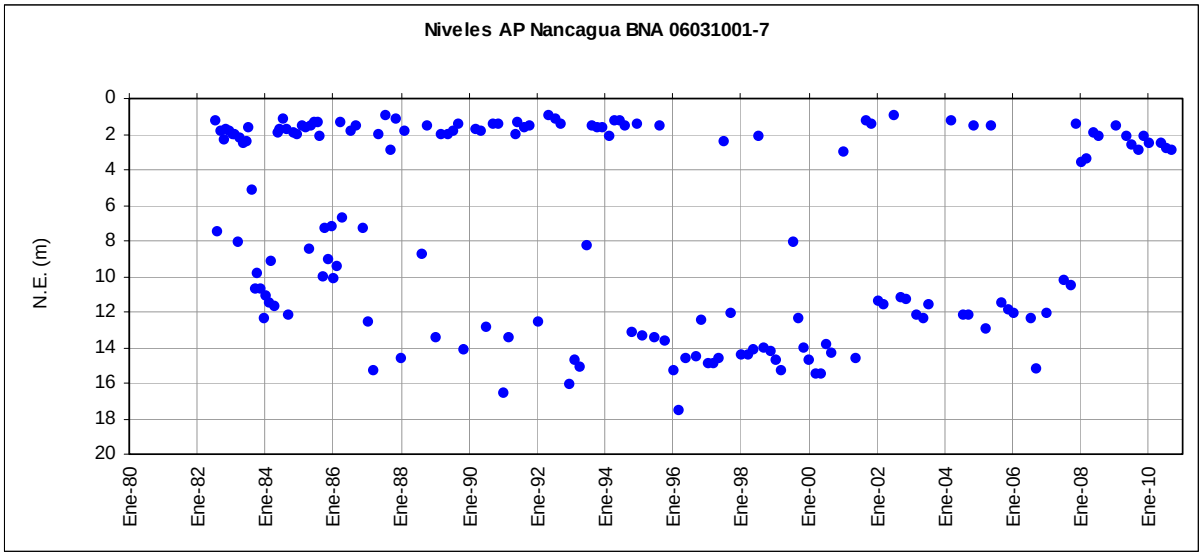
ANEXO 2

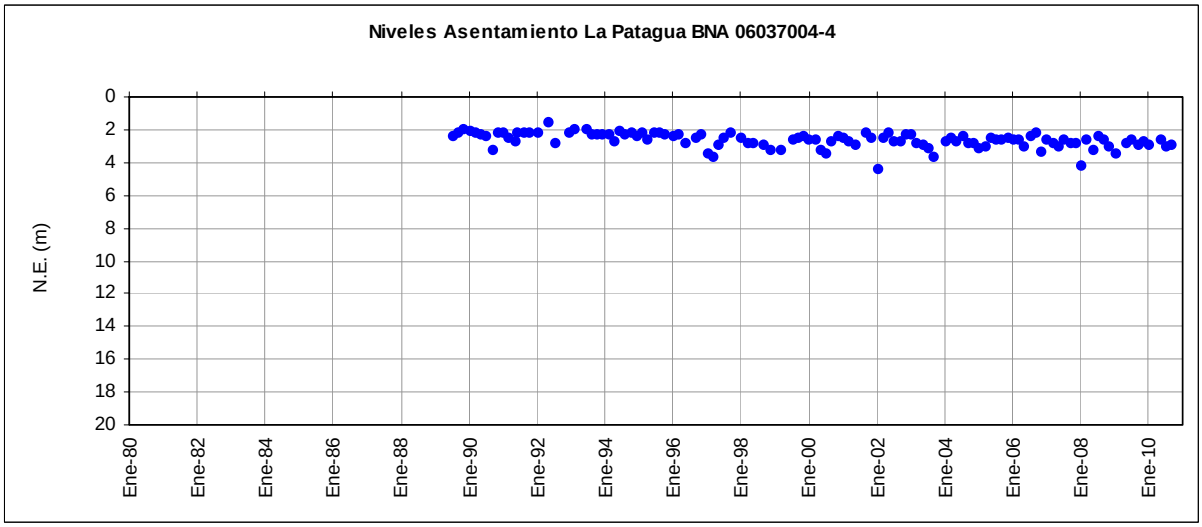
Gráficos Variación de Niveles de la Red Actual de Monitoreo

Tinguiririca Superior

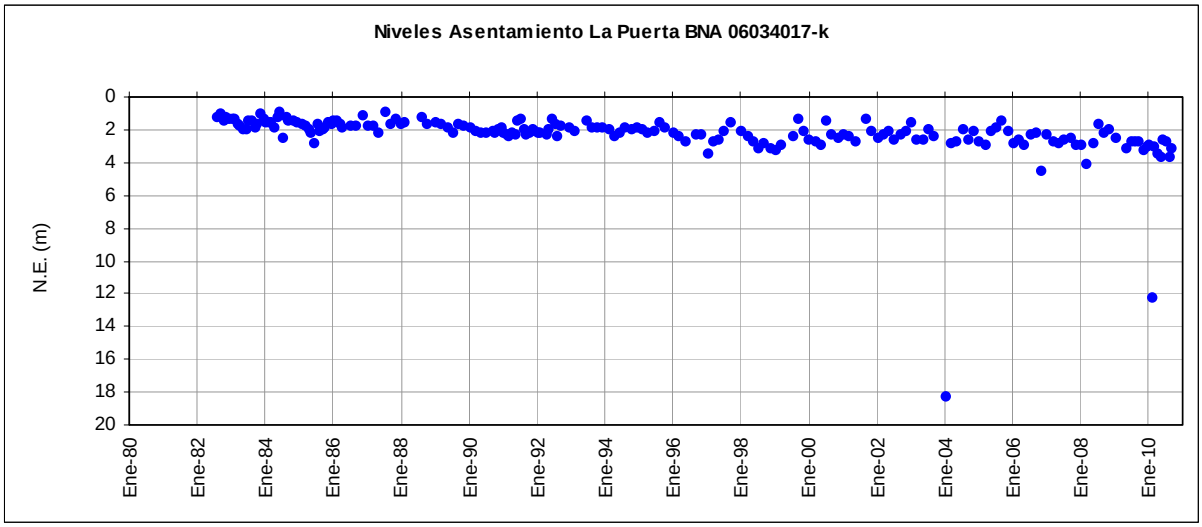




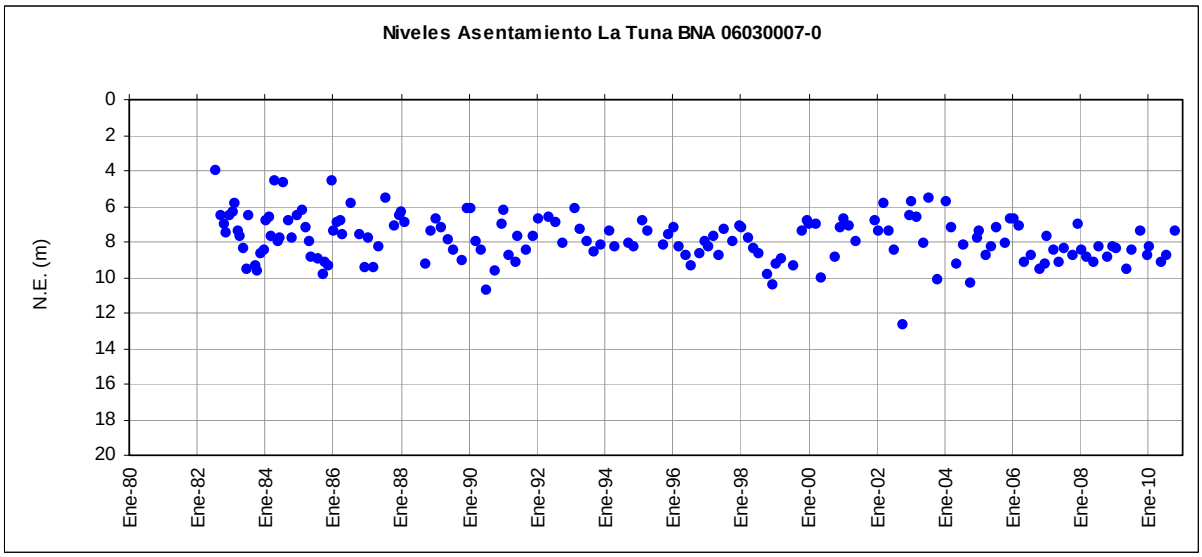

Niveles AP Nancagua BNA 06031001-7
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

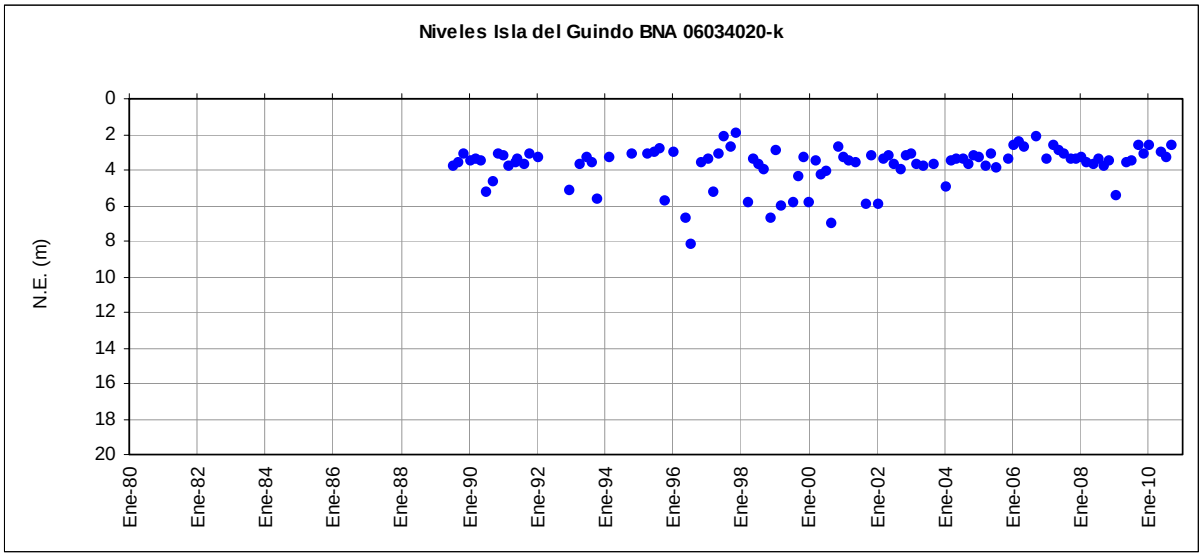

Niveles Asentamiento La Patagua BNA 06037004-4
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

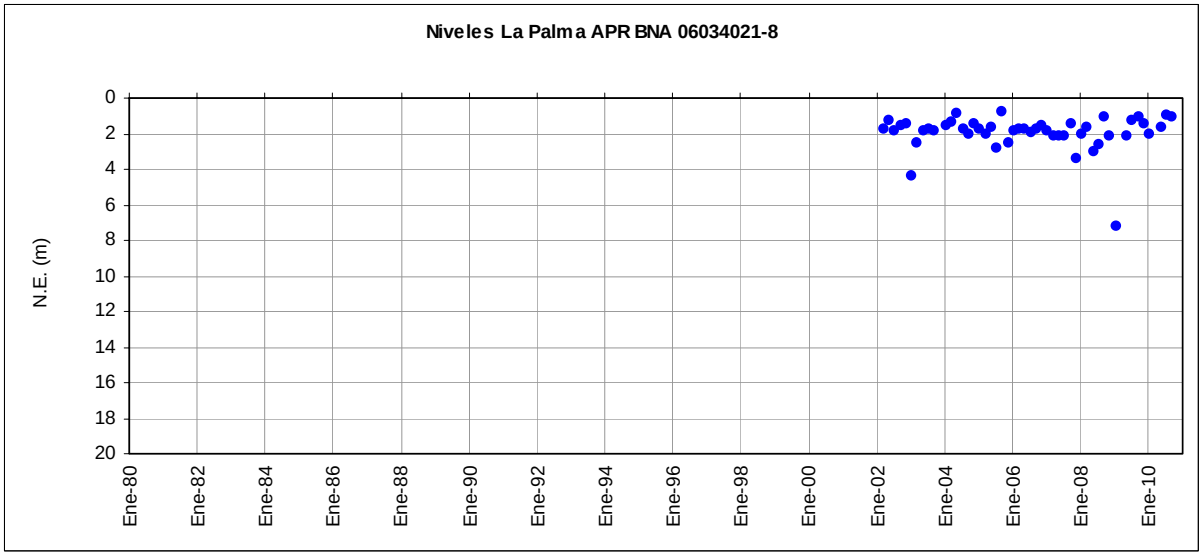
SIN BOMBA

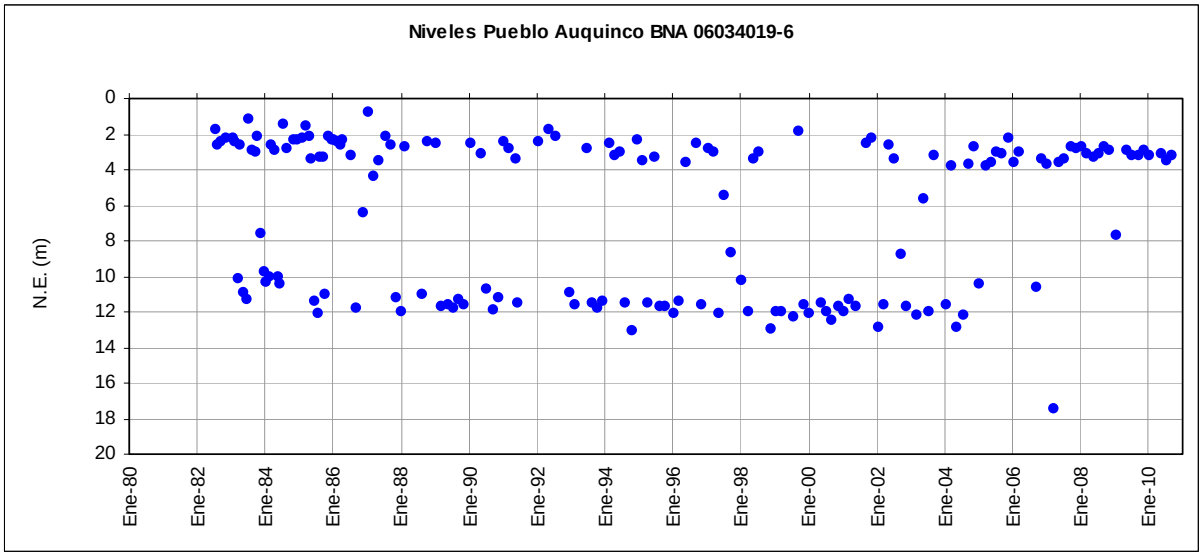

Niveles Asentamiento La Puerta BNA 06034017-k
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

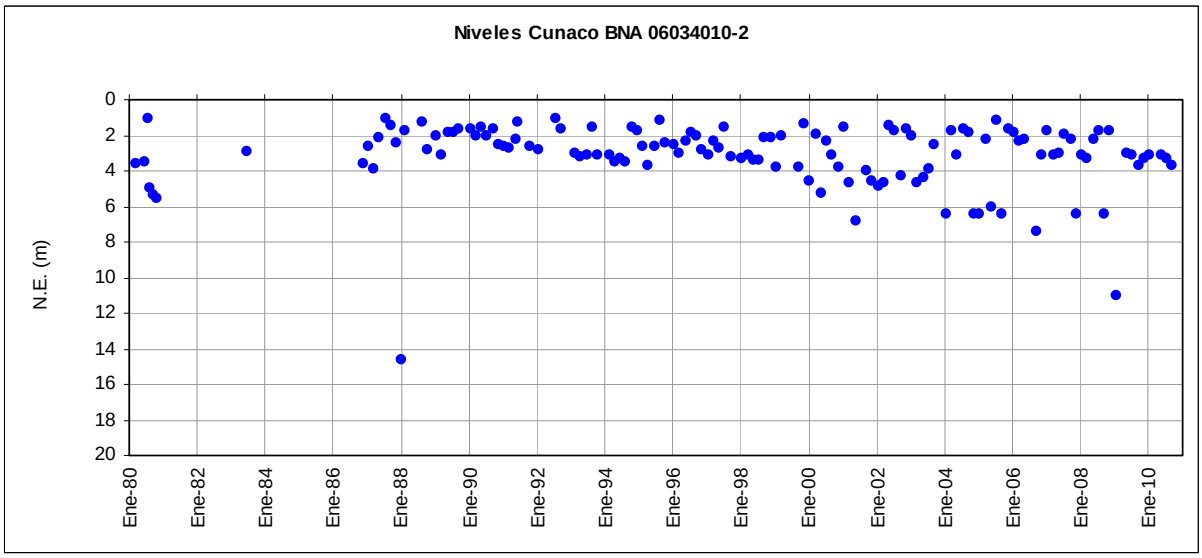
SIN BOMBA

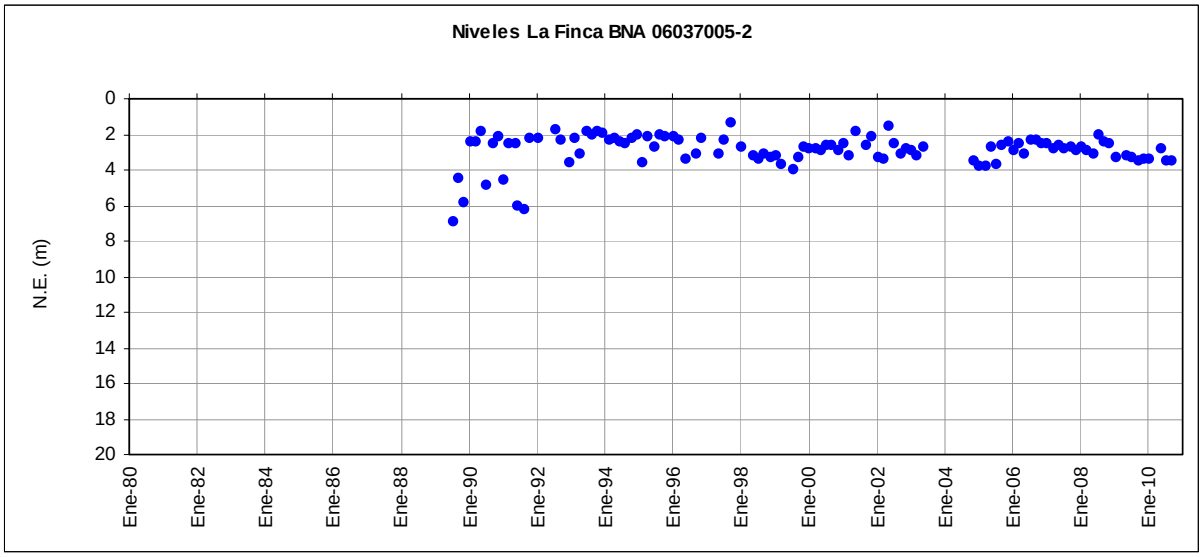

Niveles Asentamiento La Tuna BNA 06030007-0
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

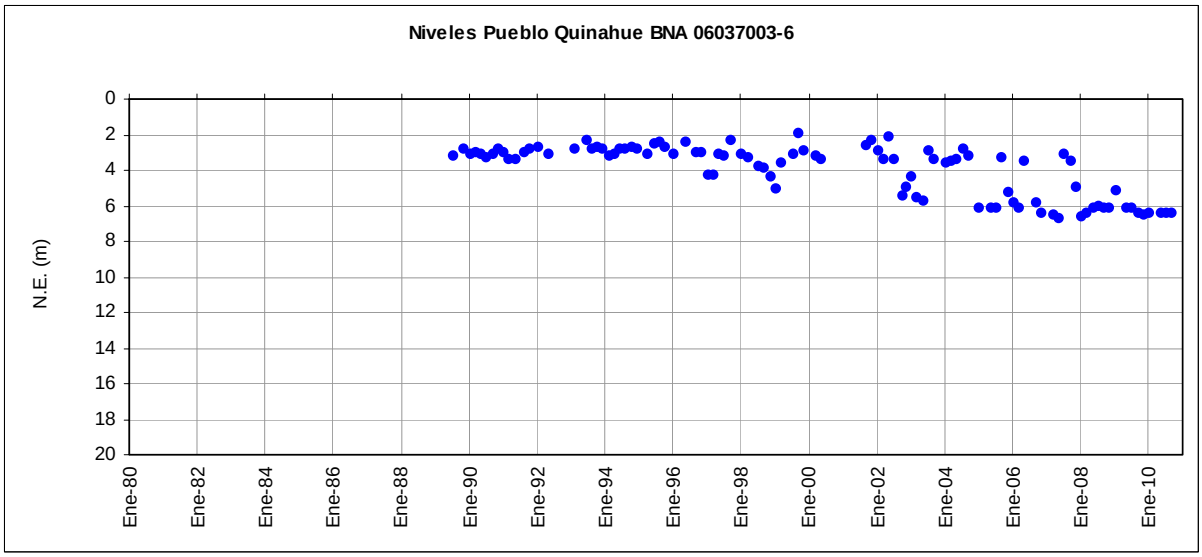

Niveles Isla del Guindo BNA 06034020-k
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10


Niveles La Palma APR BNA 06034021-8
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

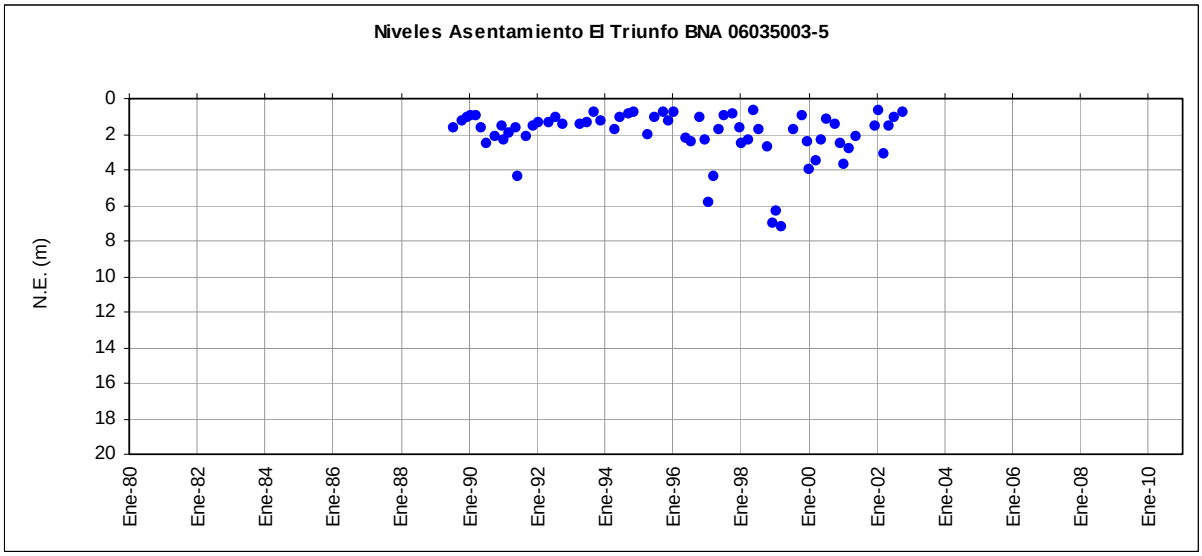

Niveles Pueblo Auquinco BNA 06034019-6
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

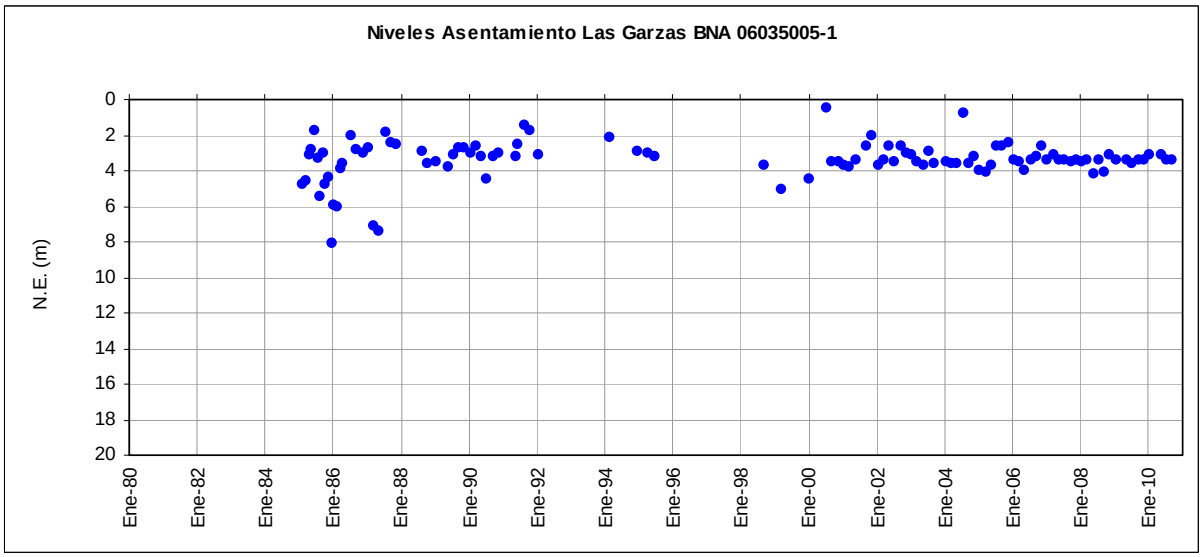

Niveles Cunaco BNA 06034010-2
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10


Niveles La Finca BNA 06037005-2
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

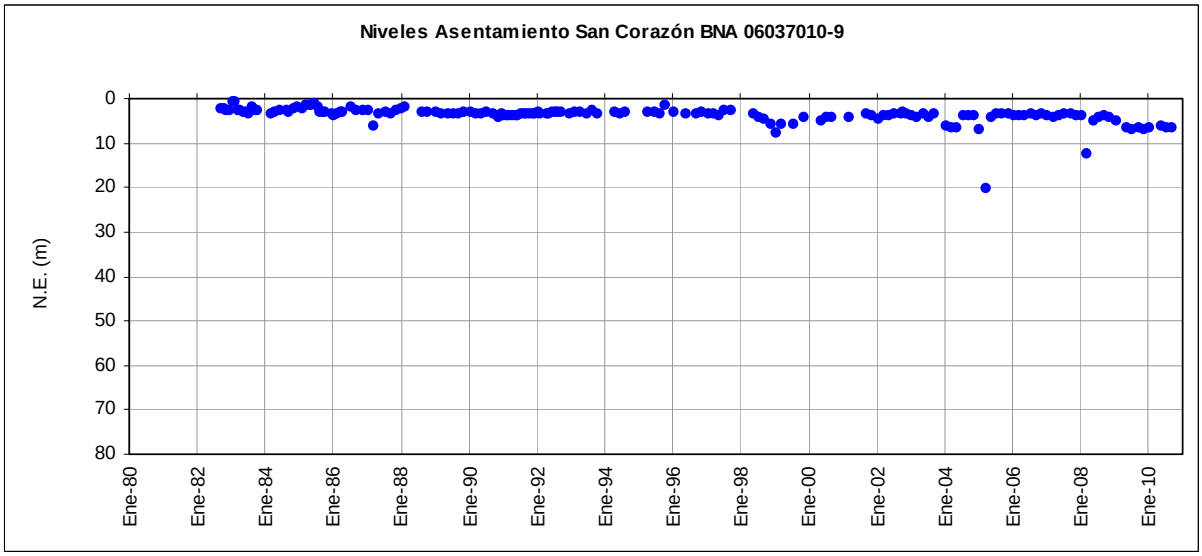

Niveles Pueblo Quinahue BNA 06037003-6
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

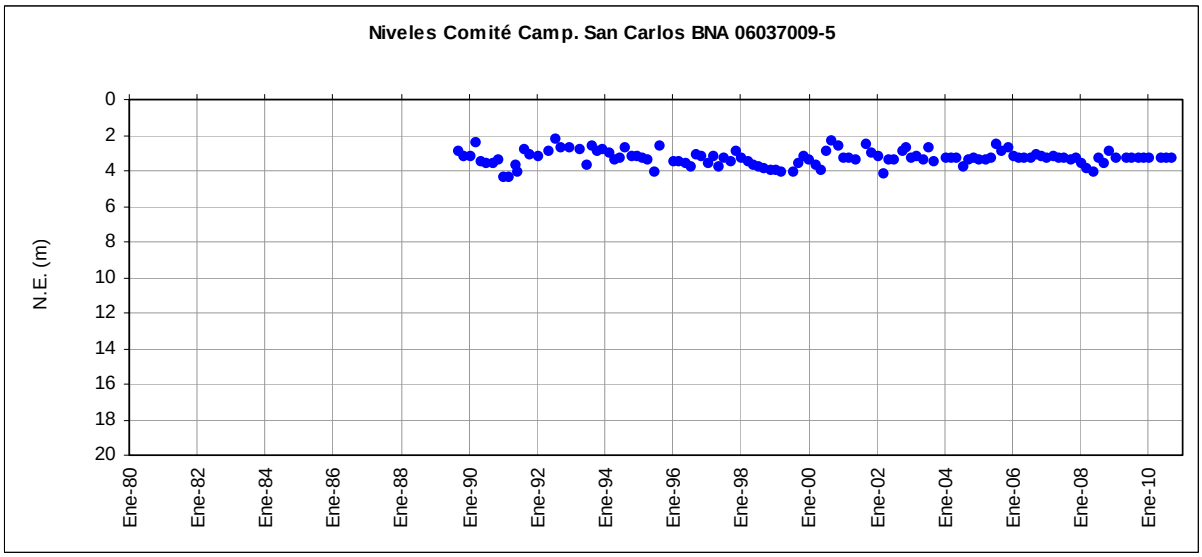
Tinguiririca Inferior



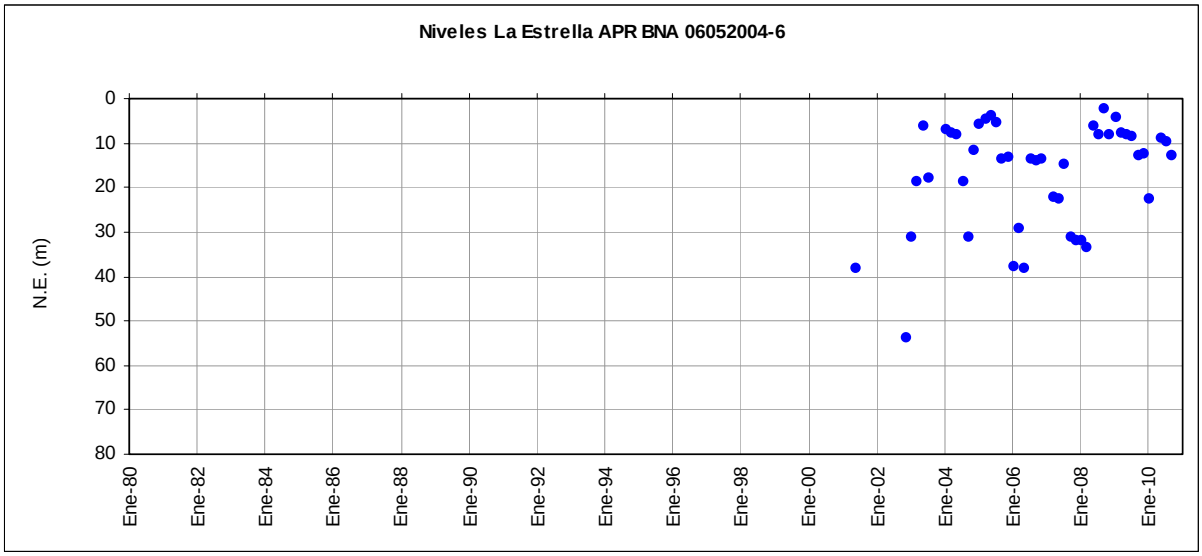


SIN BOMBA

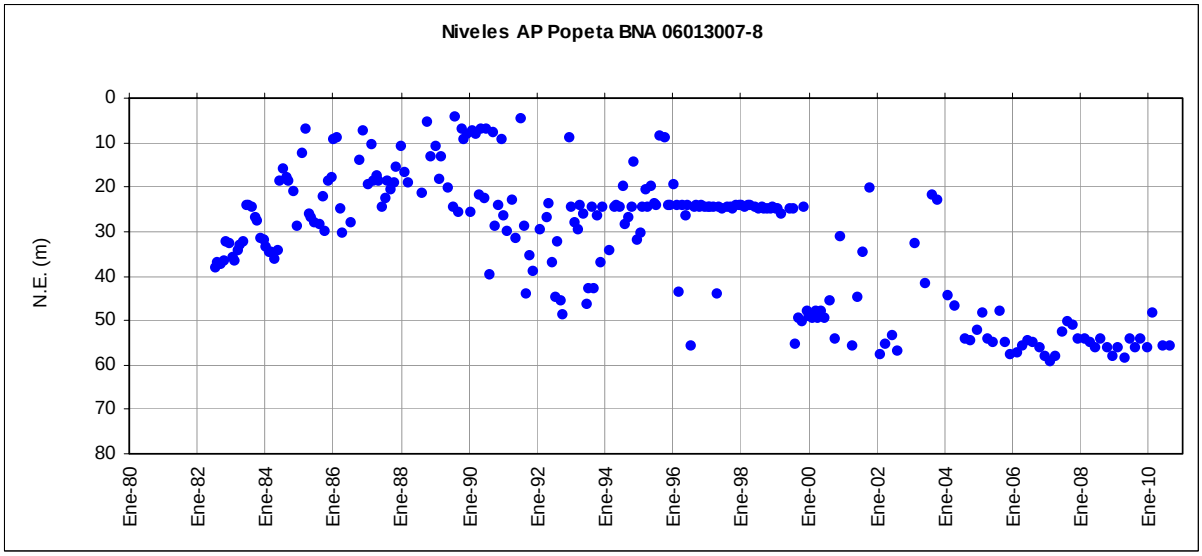

Niveles Asentamiento San Corazón BNA 06037010-9
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10


Niveles Comité Camp. San Carlos BNA 06037009-5
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

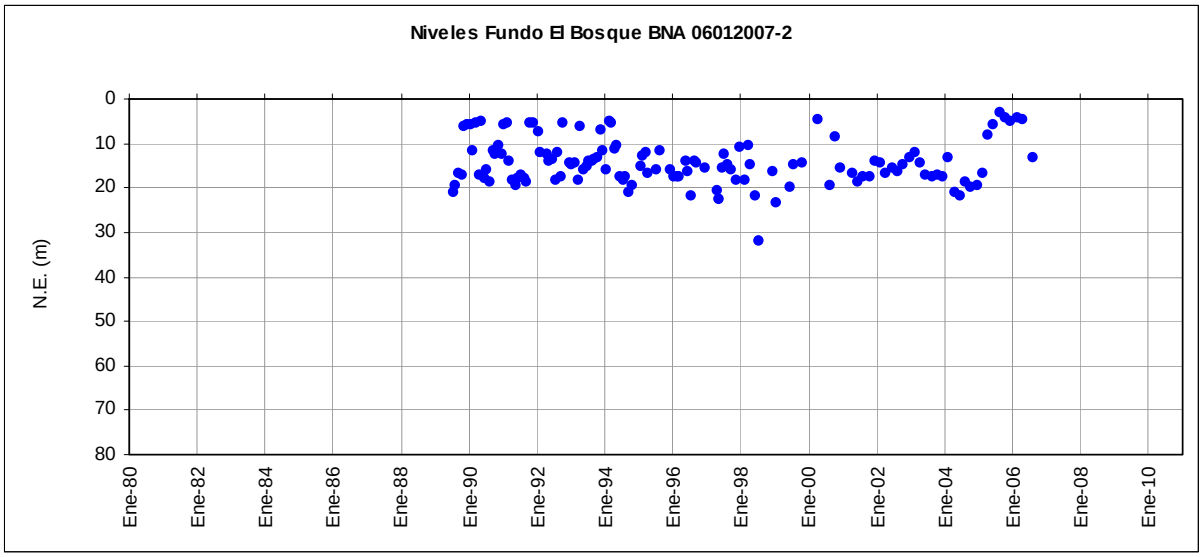
SIN BOMBA

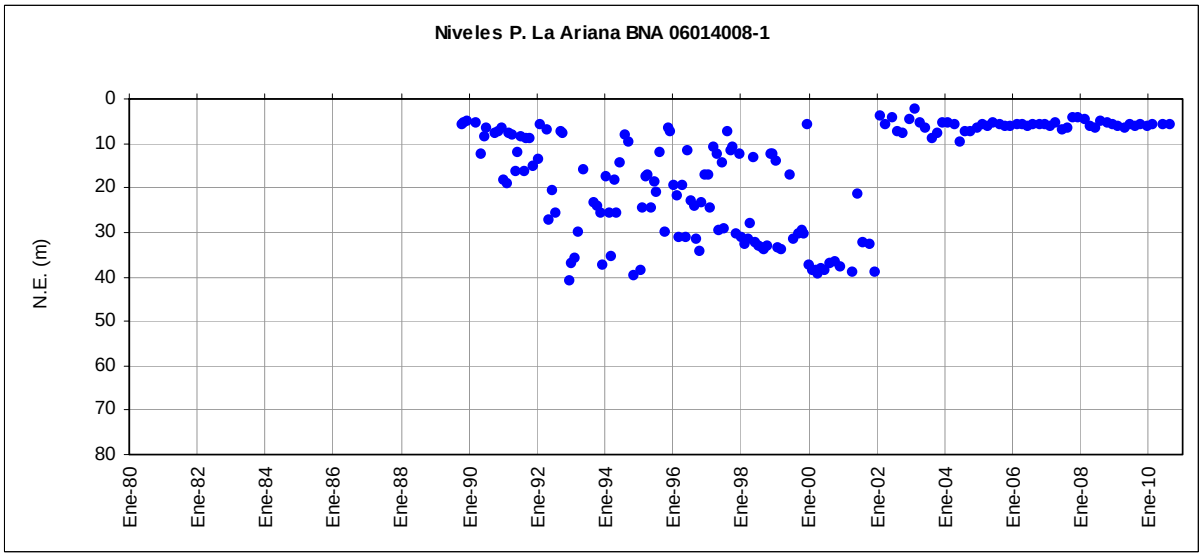


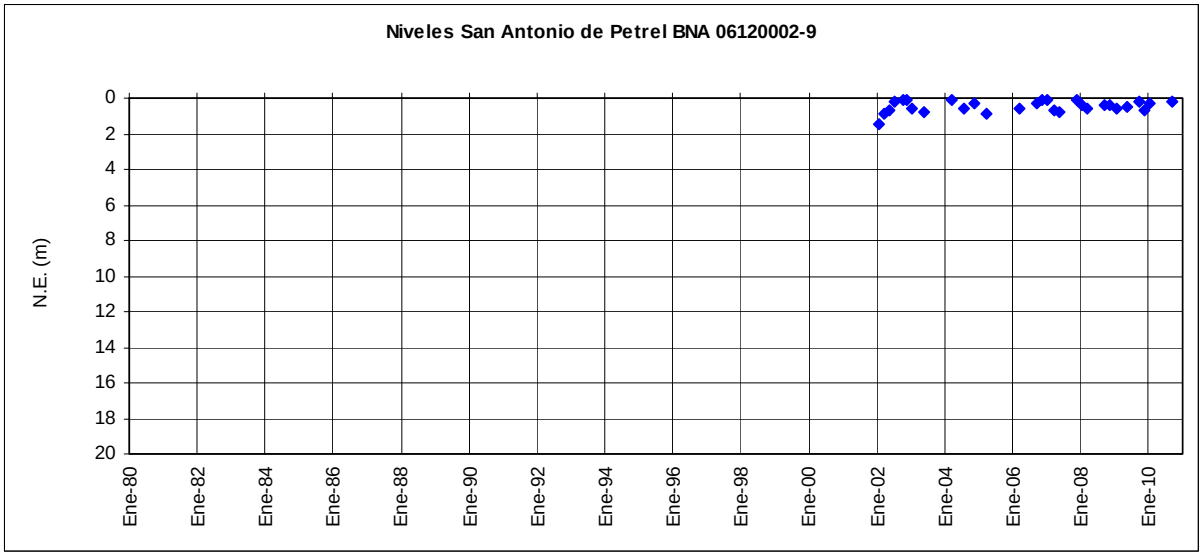
Sin Acuífero



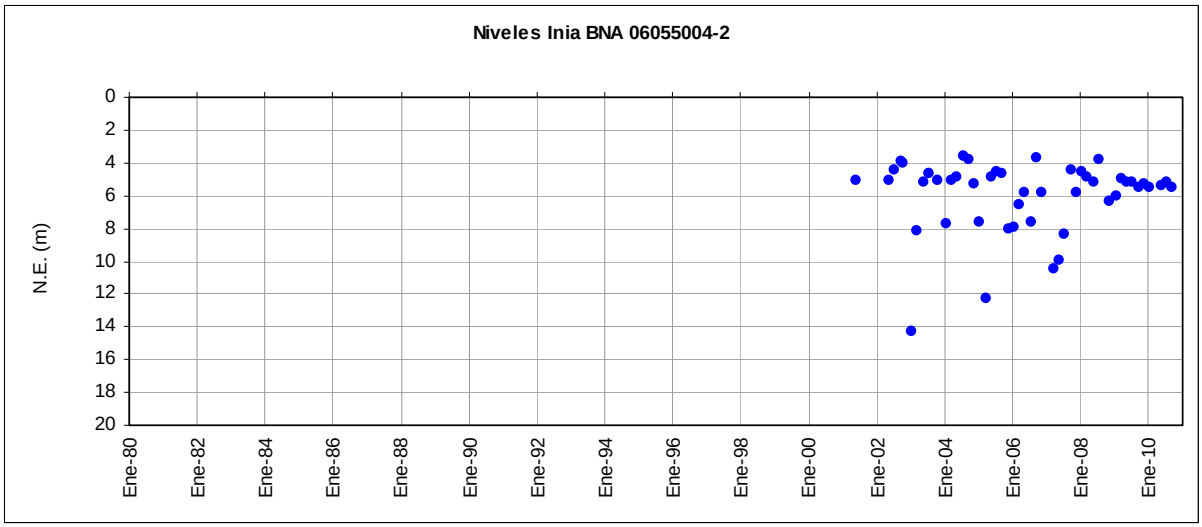
Cuenca Cachapoal



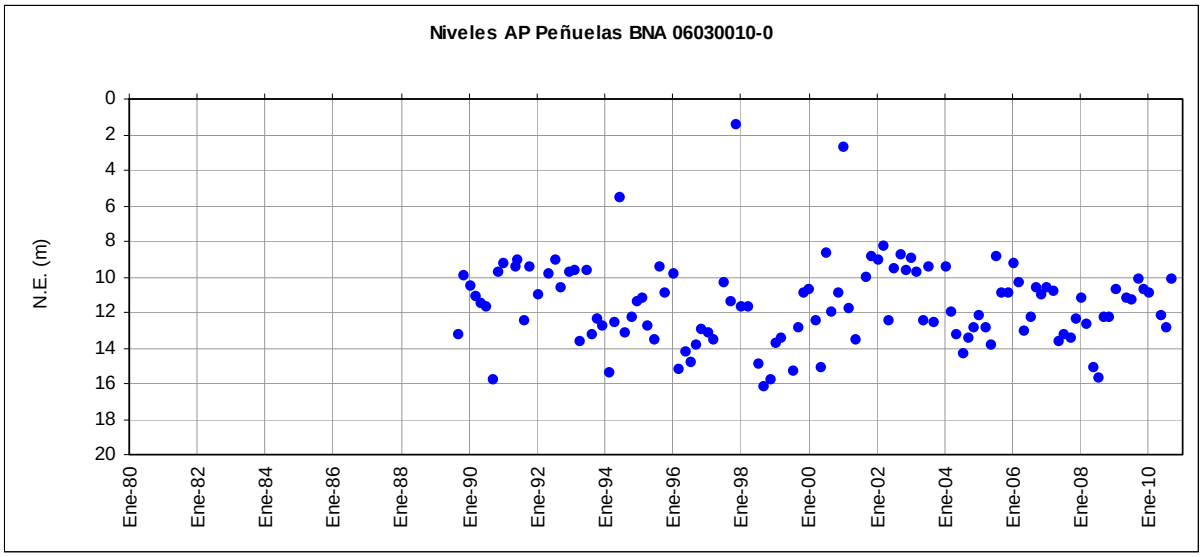


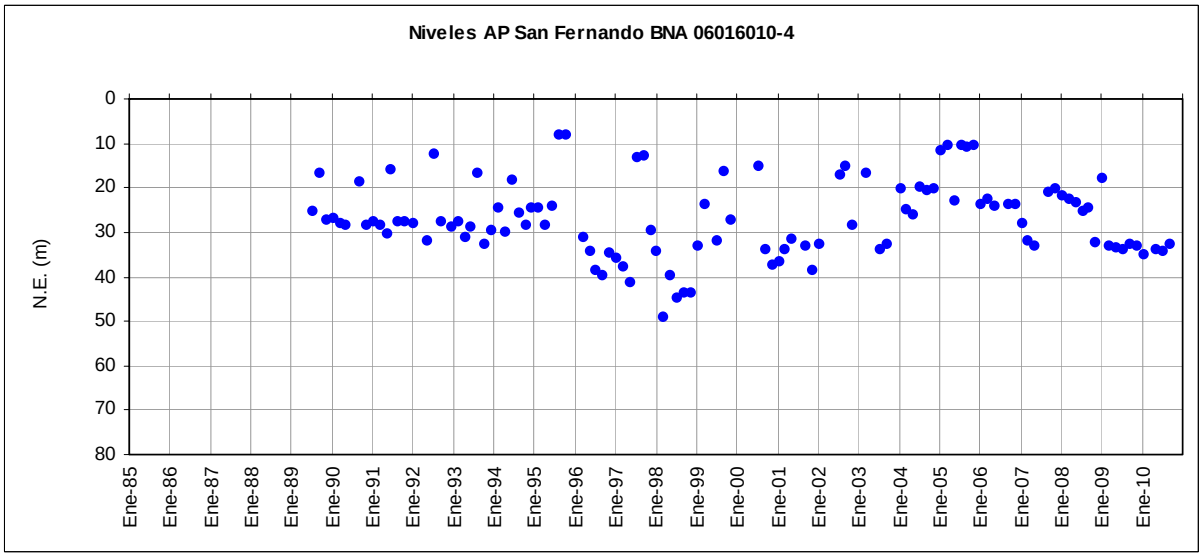


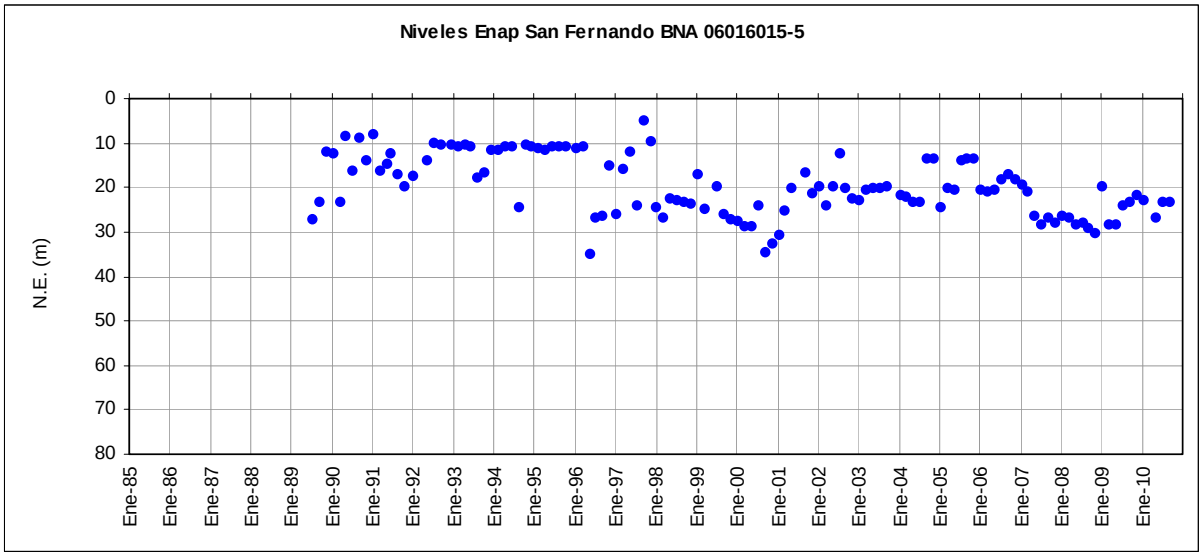
Sector Topocalma

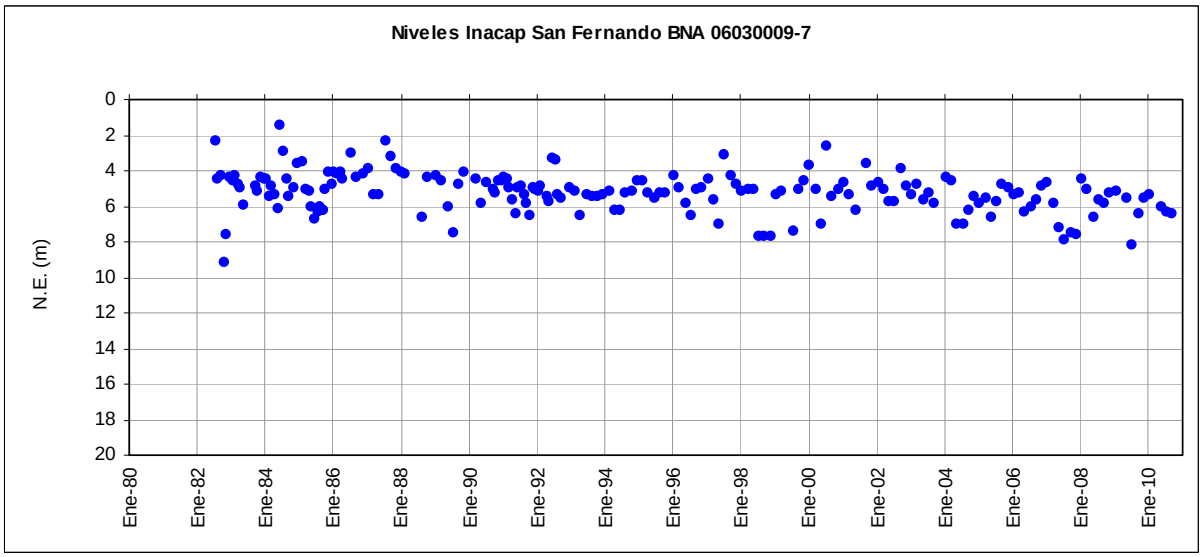


San Fernando

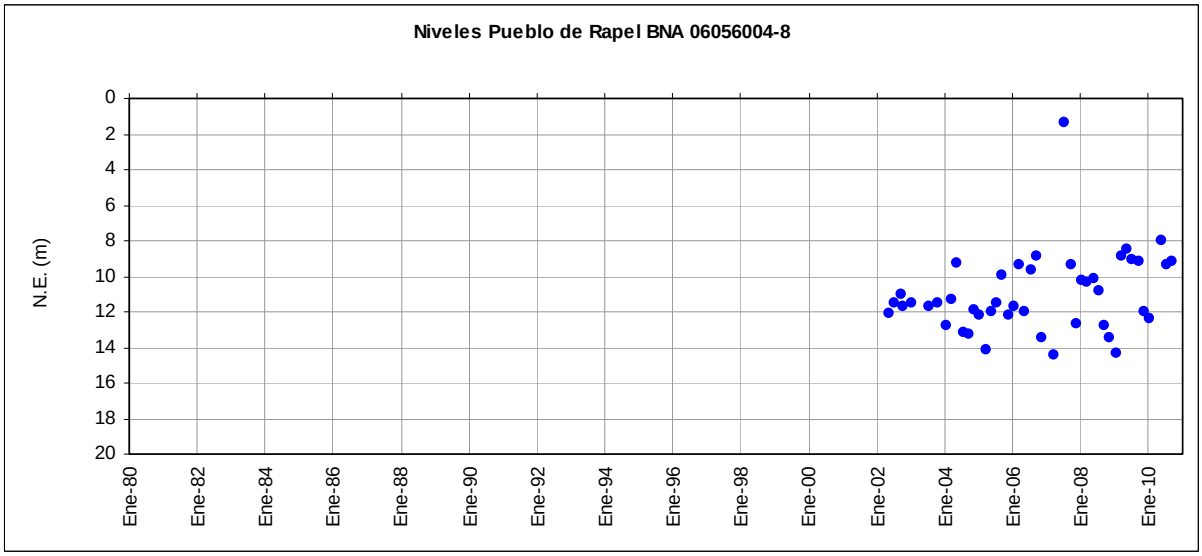




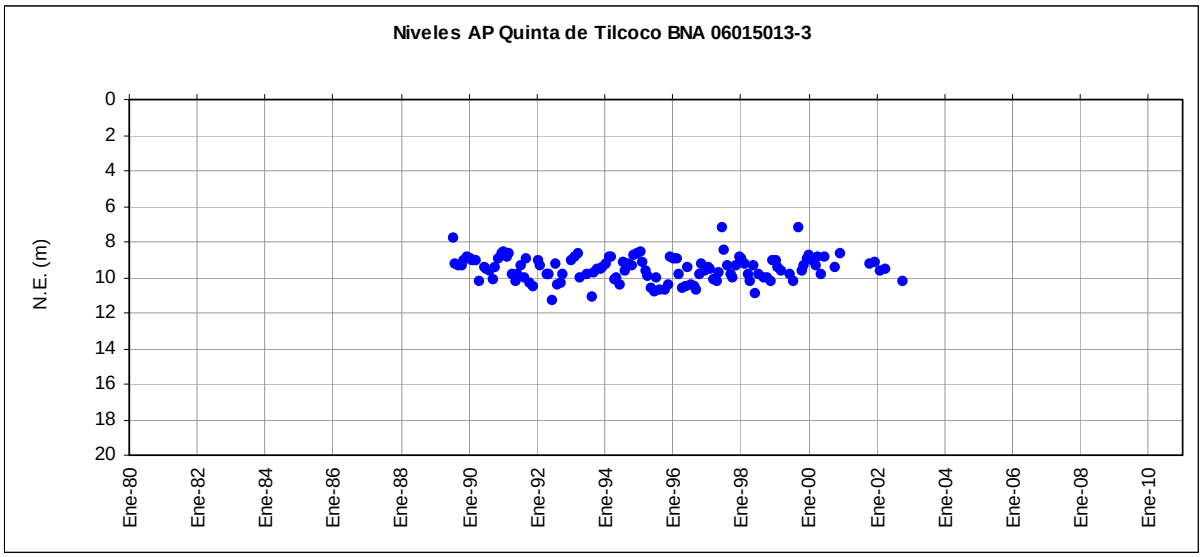

Niveles Enap San Fernando BNA 06016015-5
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-85
Ene-86
Ene-87
Ene-88
Ene-89
Ene-90
Ene-91
Ene-92
Ene-93
Ene-94
Ene-95
Ene-96
Ene-97
Ene-98
Ene-99
Ene-00
Ene-01
Ene-02
Ene-03
Ene-04
Ene-05
Ene-06
Ene-07
Ene-08
Ene-09
Ene-10

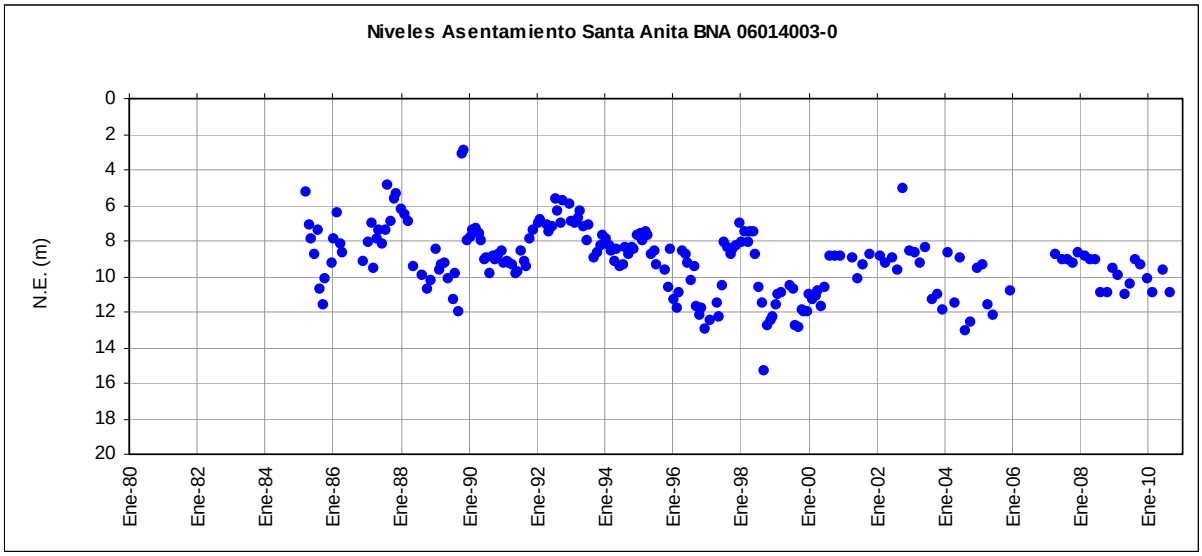

Niveles Inacap San Fernando BNA 06030009-7
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

Río Rapel Bajo Junta

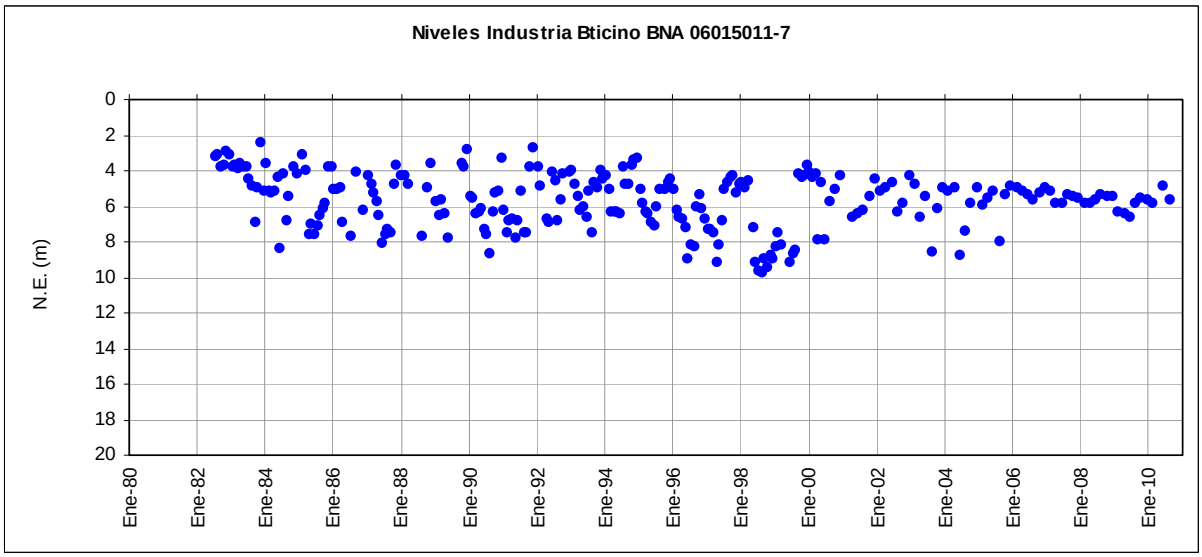


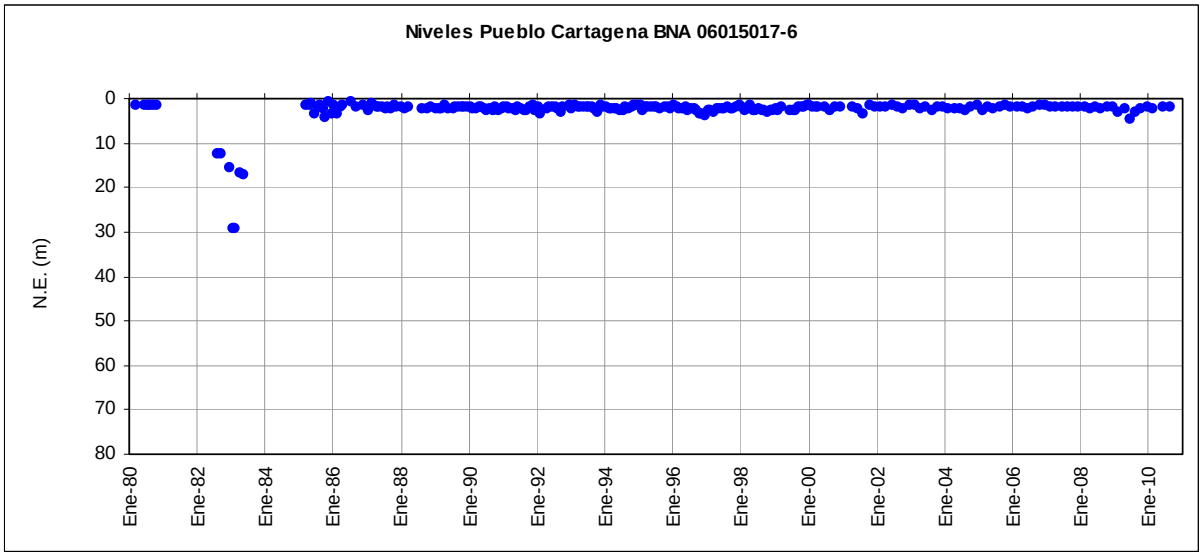
Requinoa-Rosario

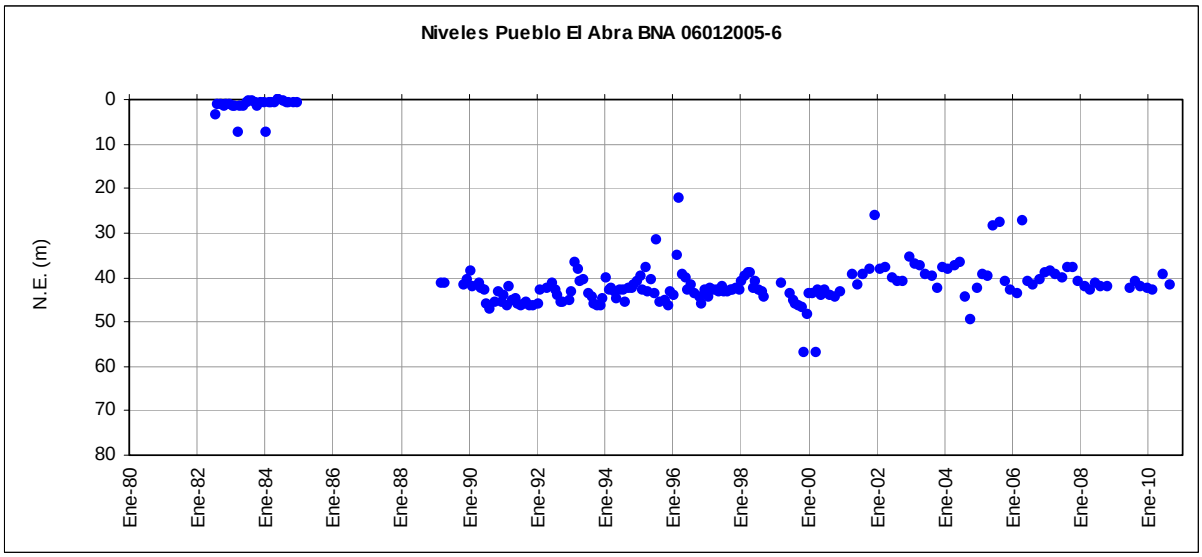


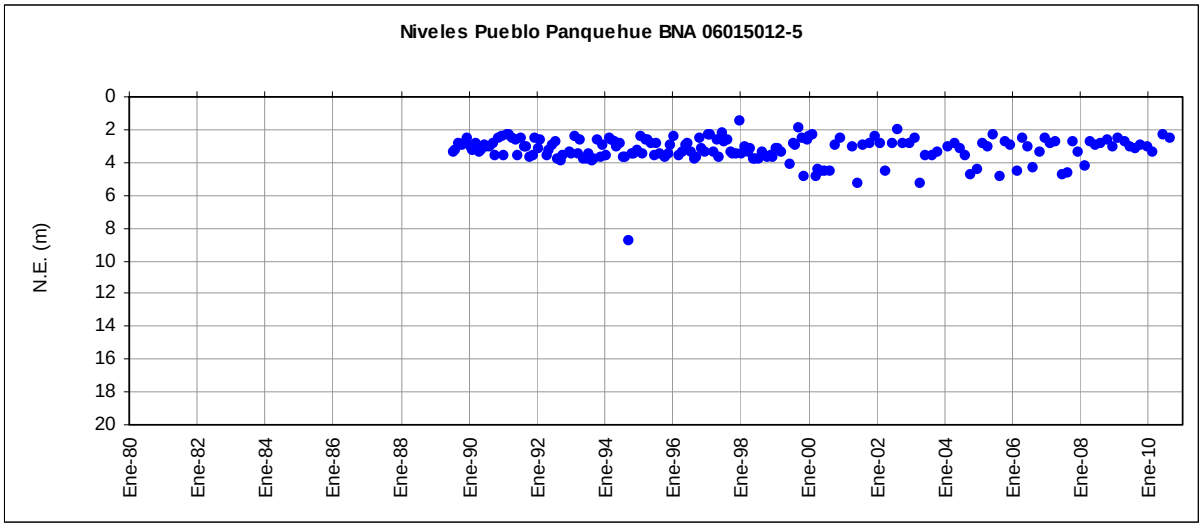

Niveles Asentamiento Santa Anita BNA 06014003-0
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

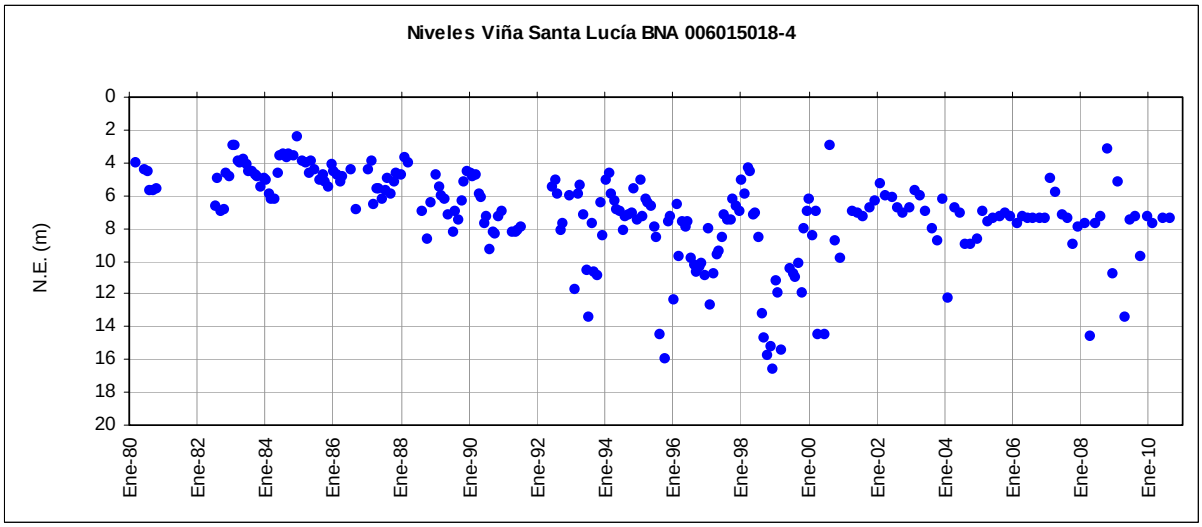
SIN BOMBA


Niveles Industria Bticino BNA 06015011-7
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

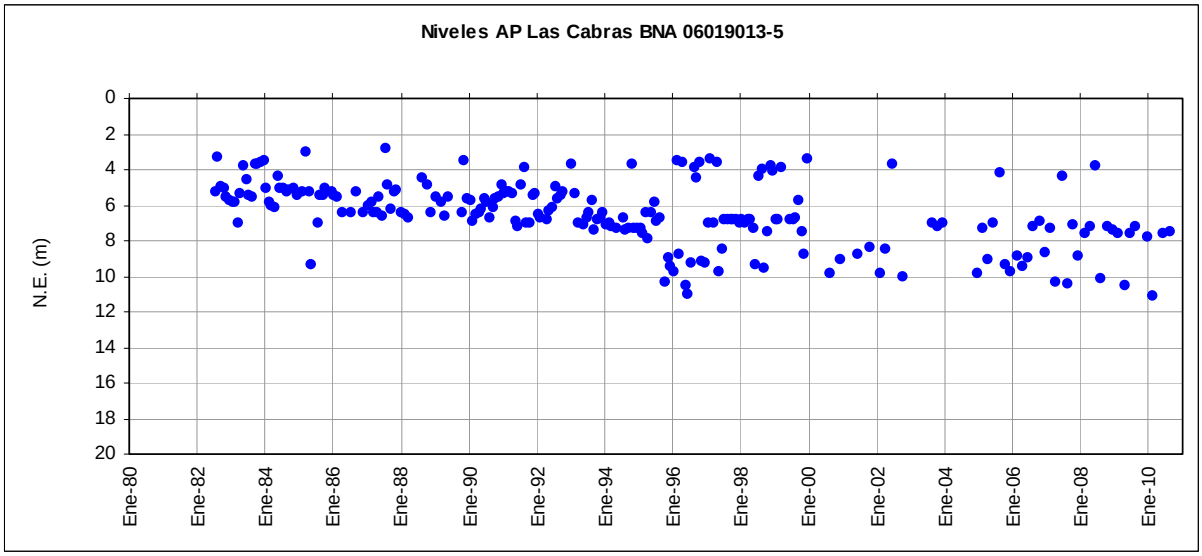

Niveles Pueblo Cartagena BNA 06015017-6
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

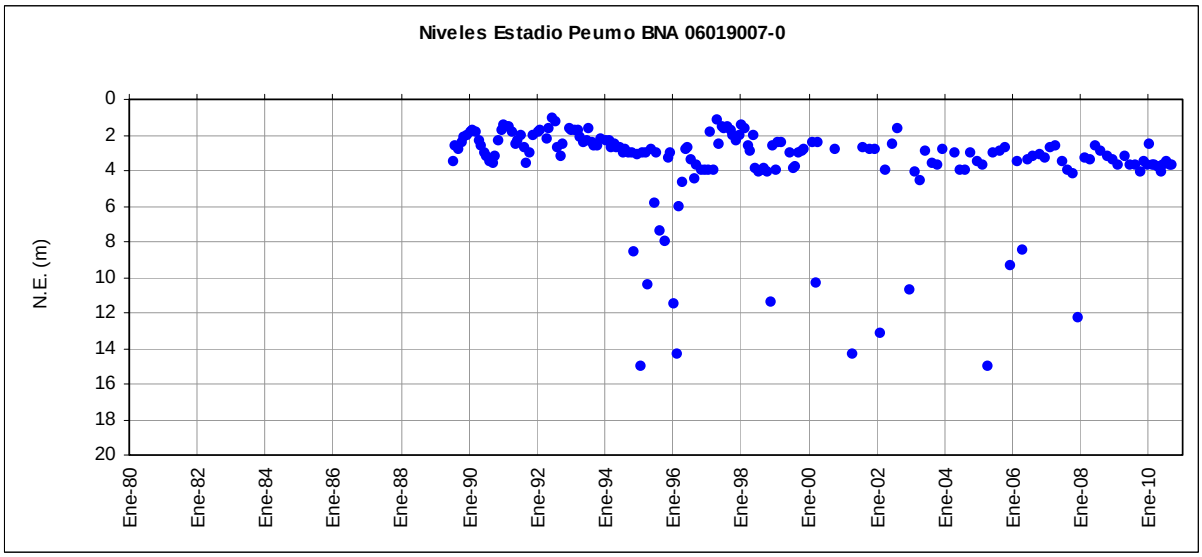

Niveles Pueblo El Abra BNA 06012005-6
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

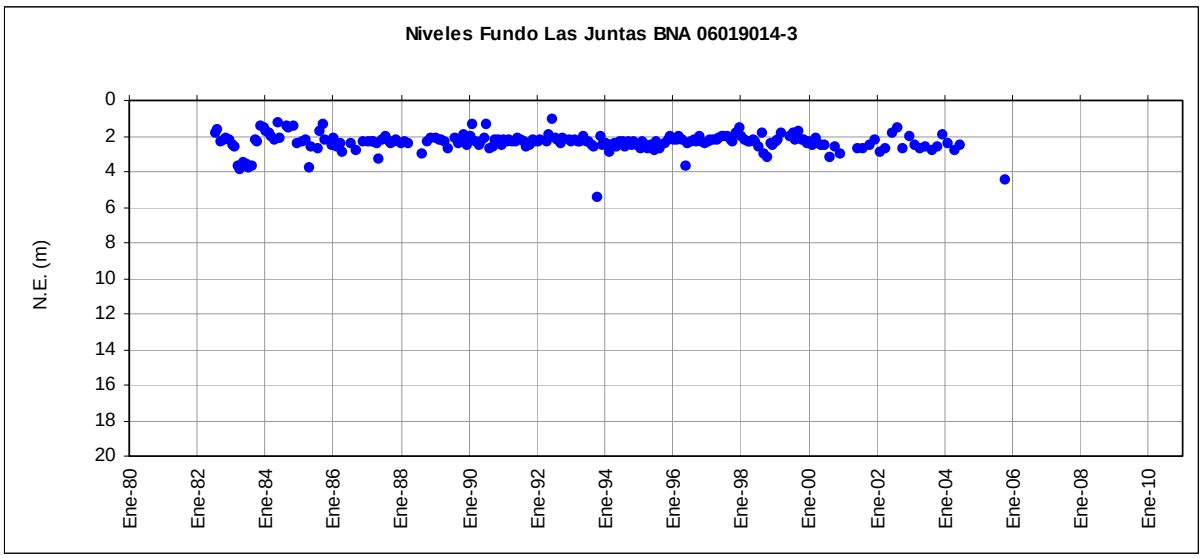

Niveles Pueblo Panquehue BNA 06015012-5
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10


Niveles Viña Santa Lucía BNA 006015018-4
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

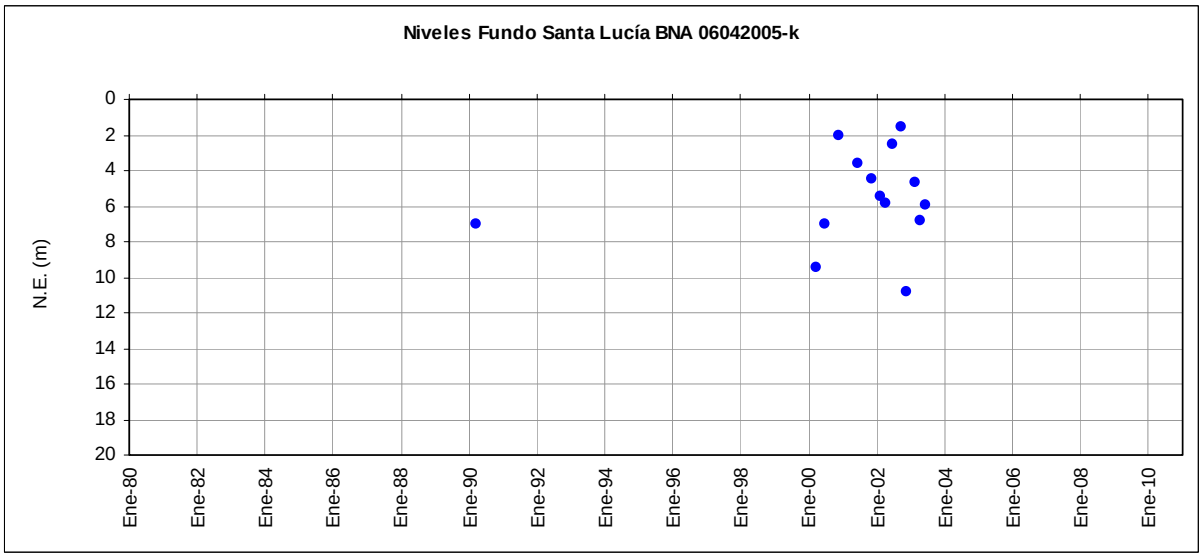
Peumo-Pichidegua



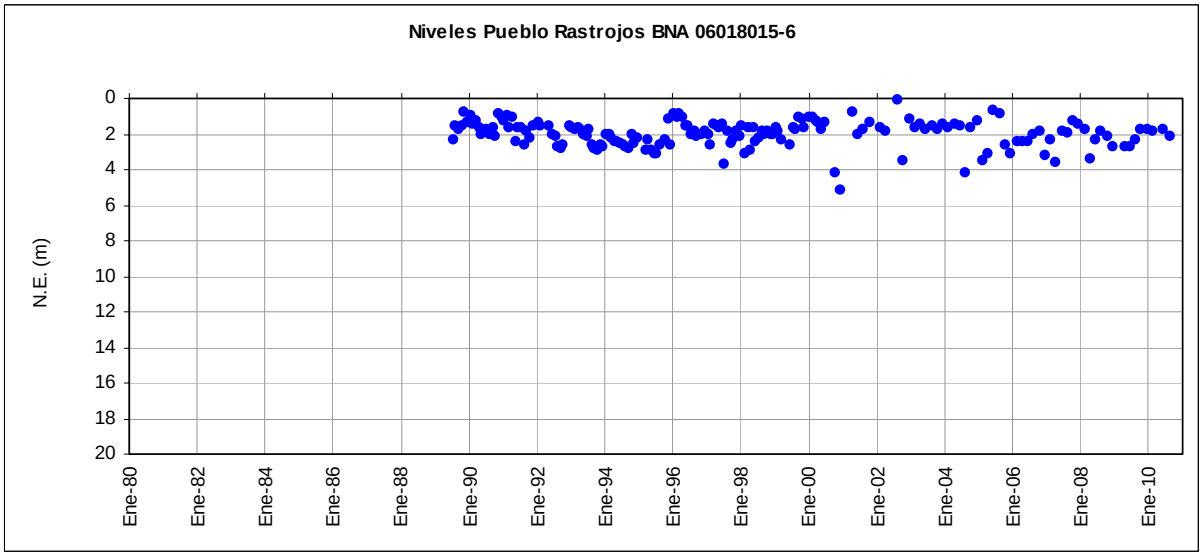


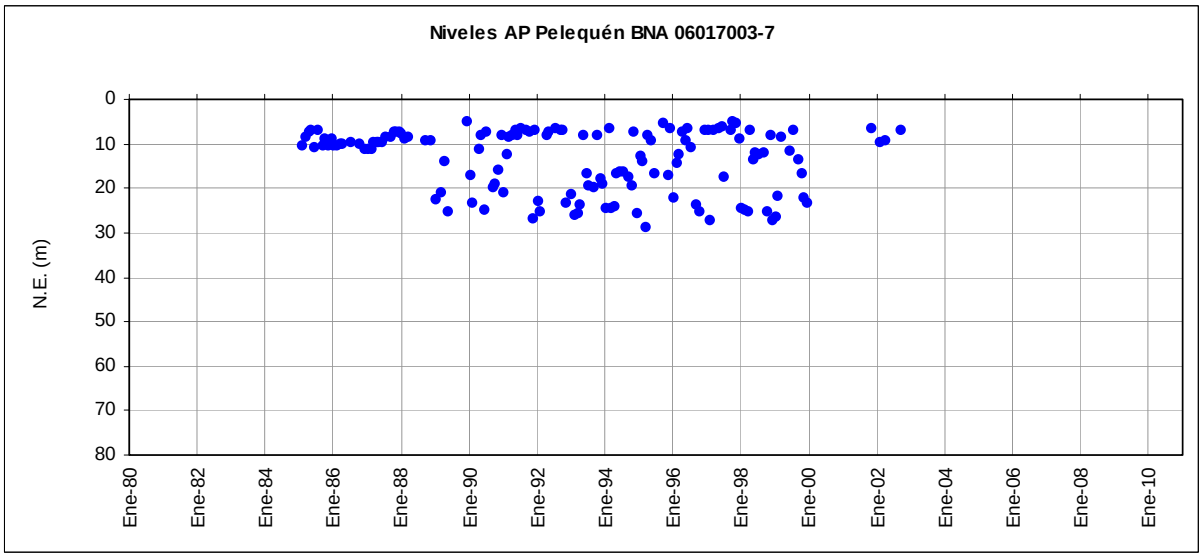

Niveles Fundo Las Juntas BNA 06019014-3
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

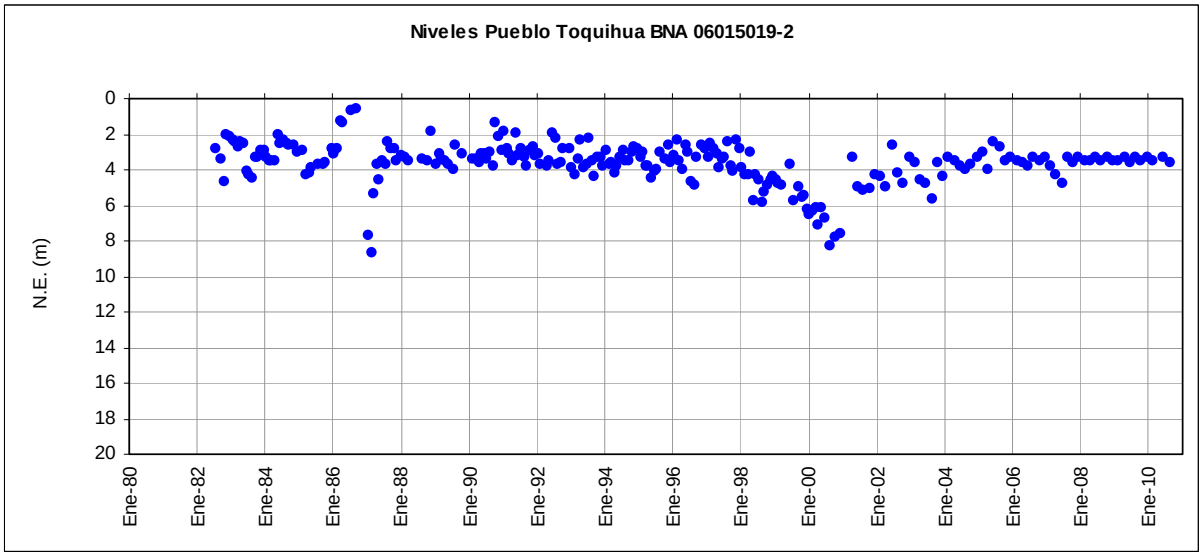
SIN BOMBA

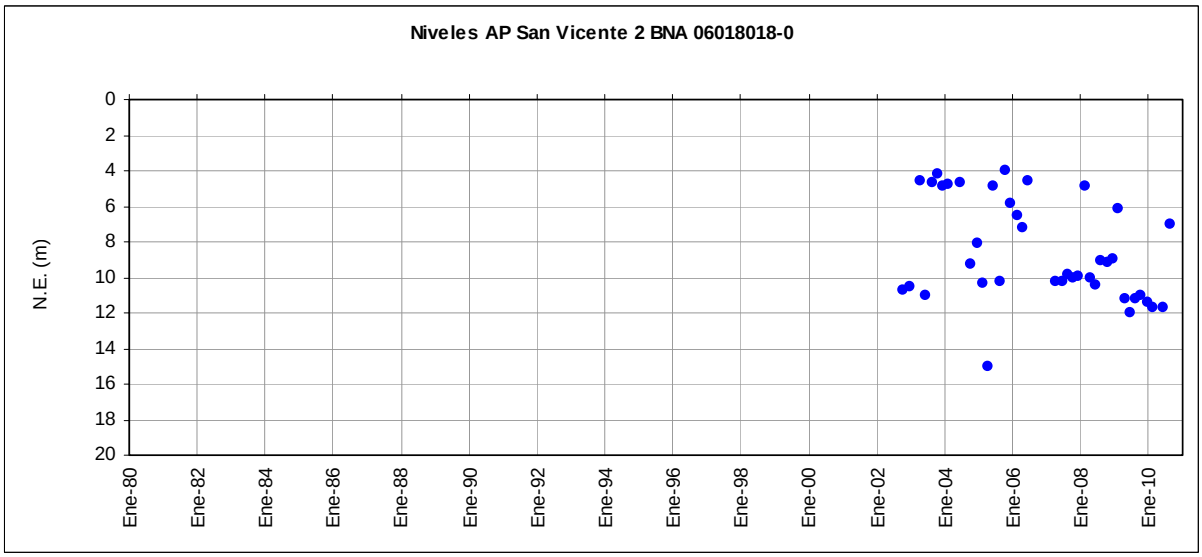

Niveles Fundo Santa Lucía BNA 06042005-k
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

Pelequén –Malloa

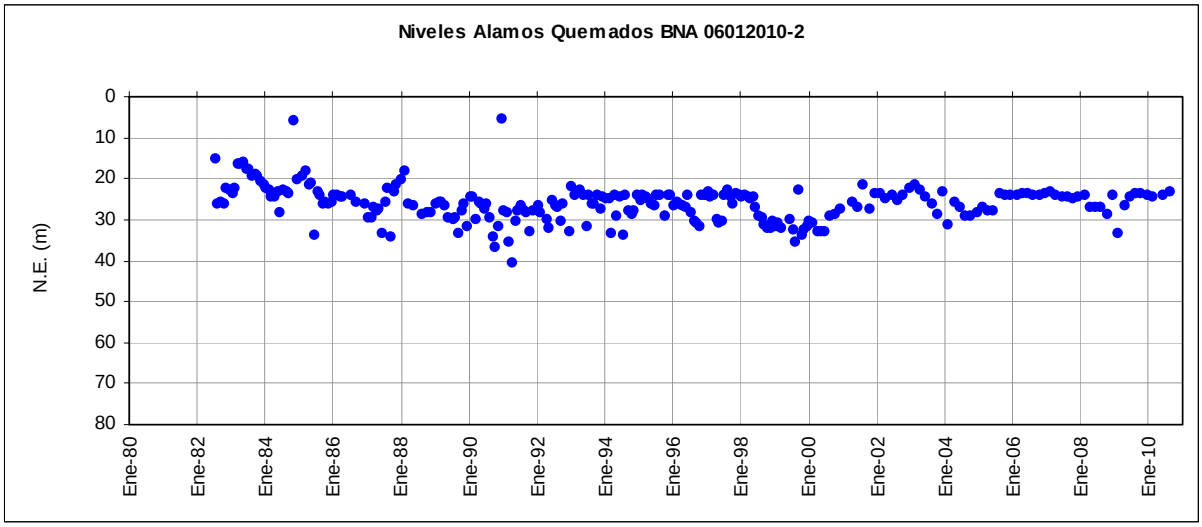


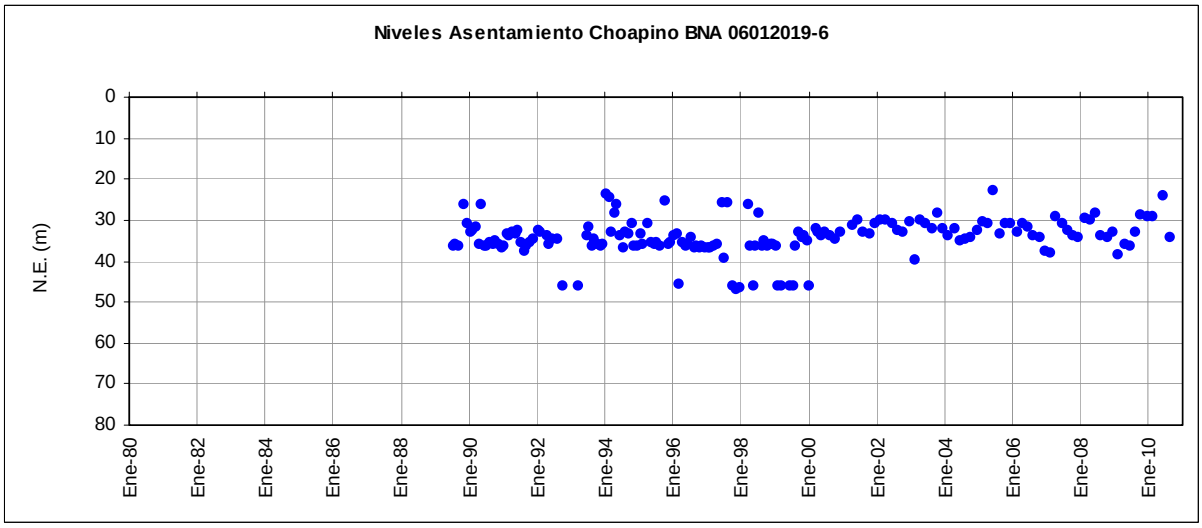



Niveles Pueblo Toquihua BNA 06015019-2
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

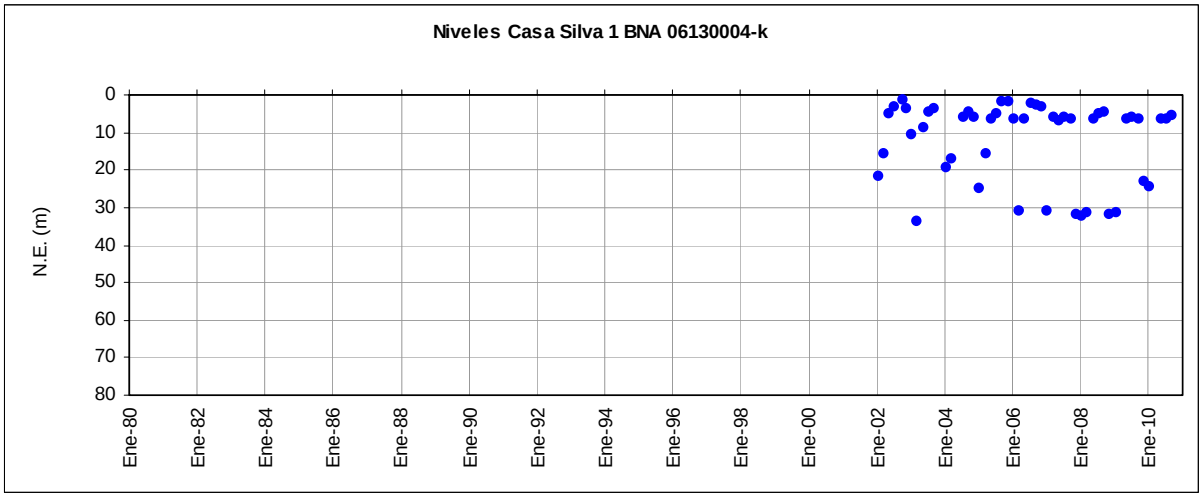

Niveles AP San Vicente 2 BNA 06018018-0
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

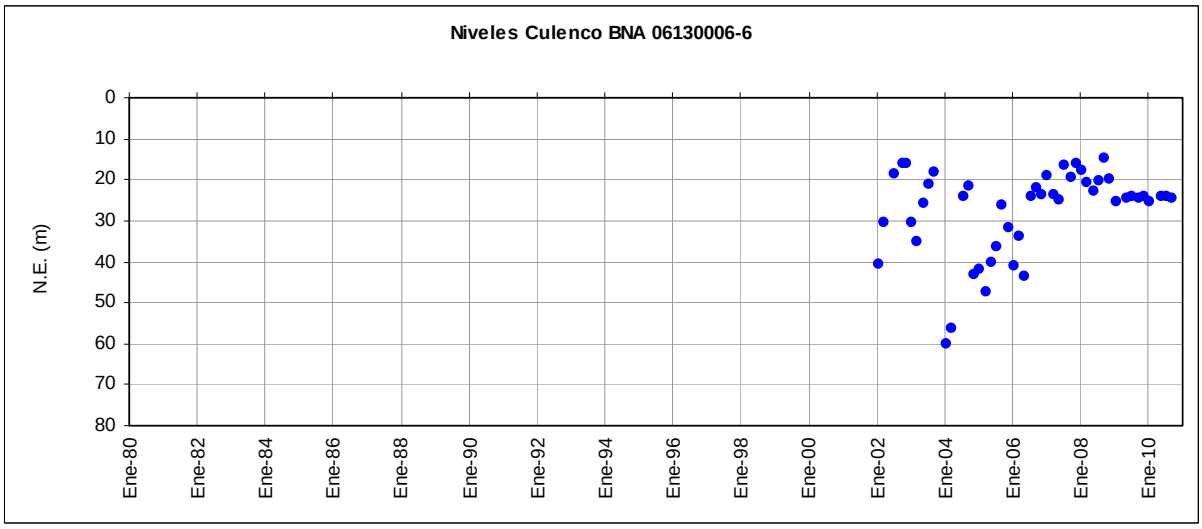
Olivar


Niveles Alamos Quemados BNA 06012010-2
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

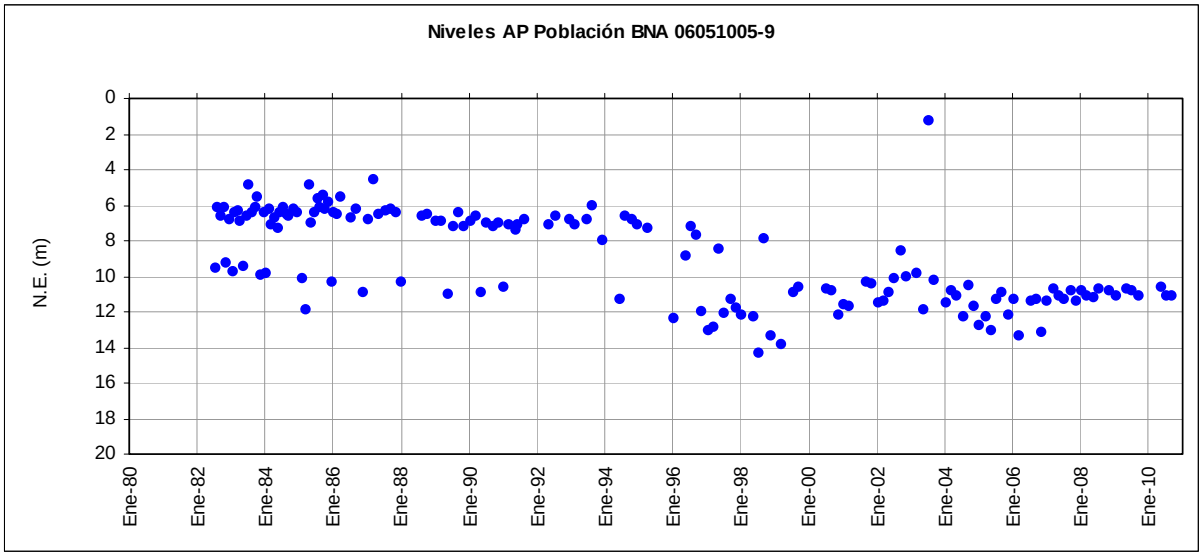

Niveles Asentamiento Choapino BNA 06012019-6
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

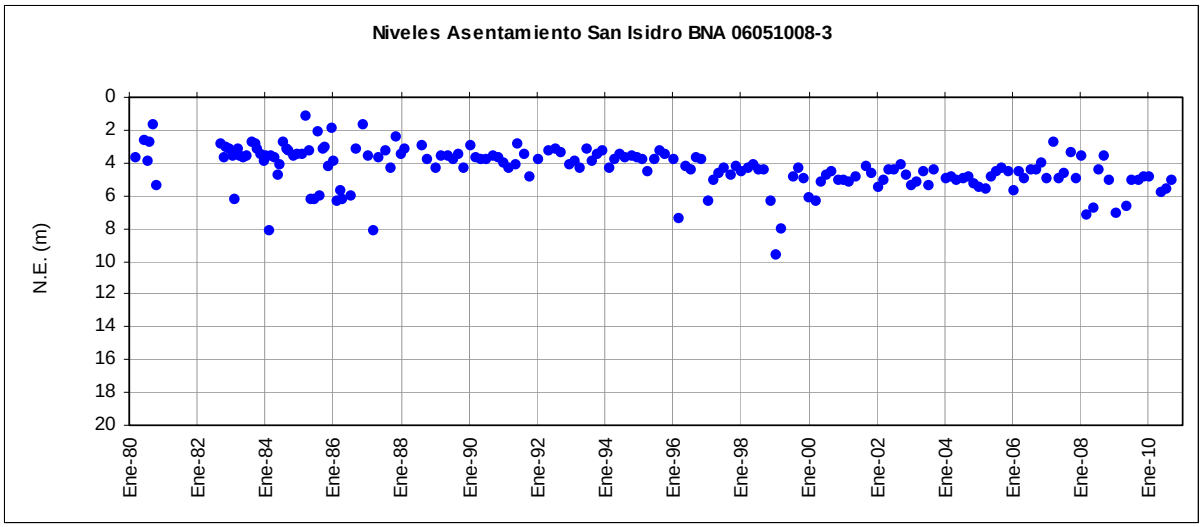
Nilahue antes de Quinahue



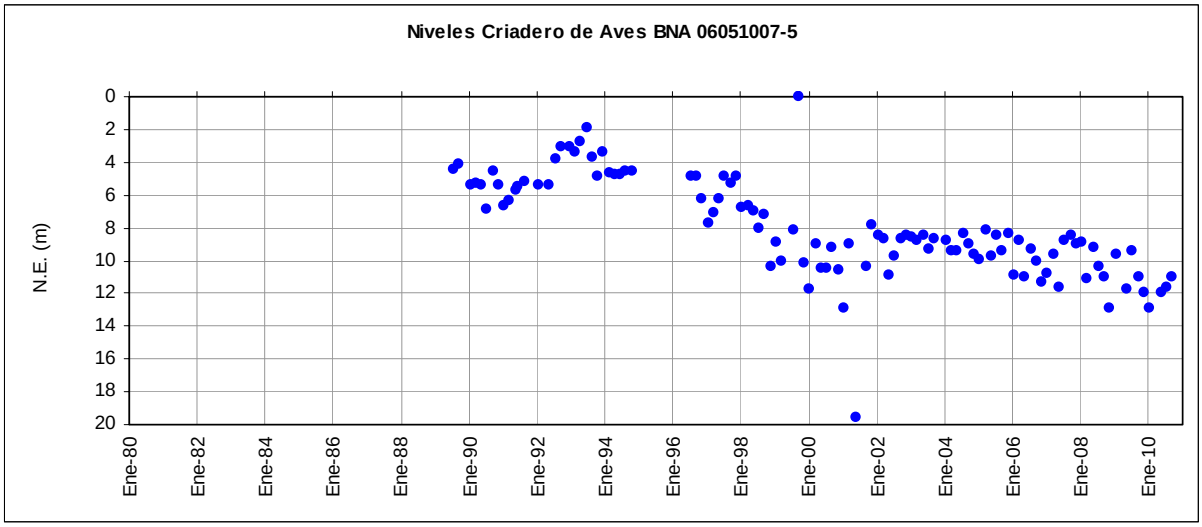


Las Cadenas-Marchigüe

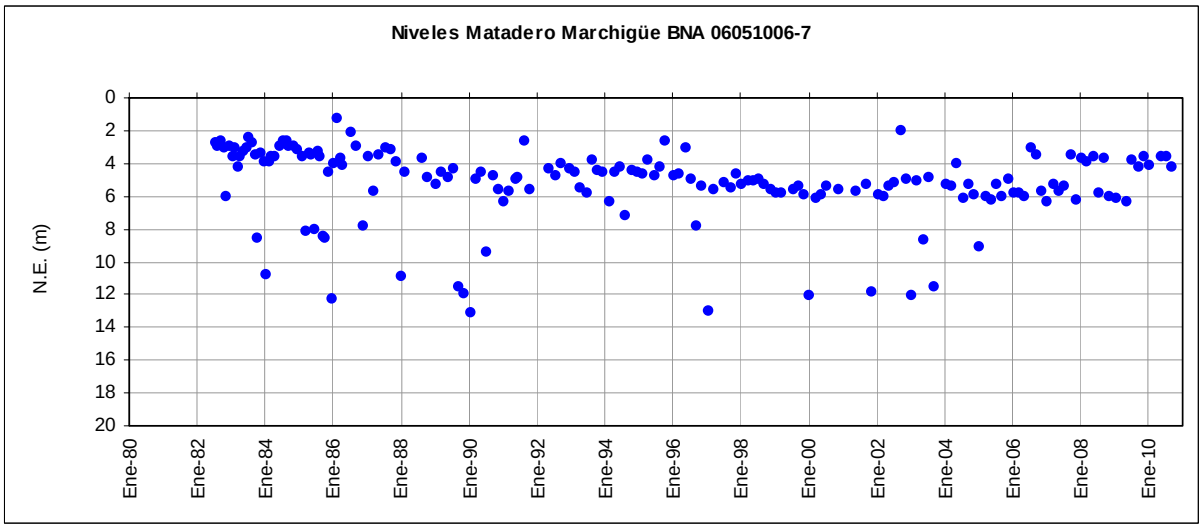




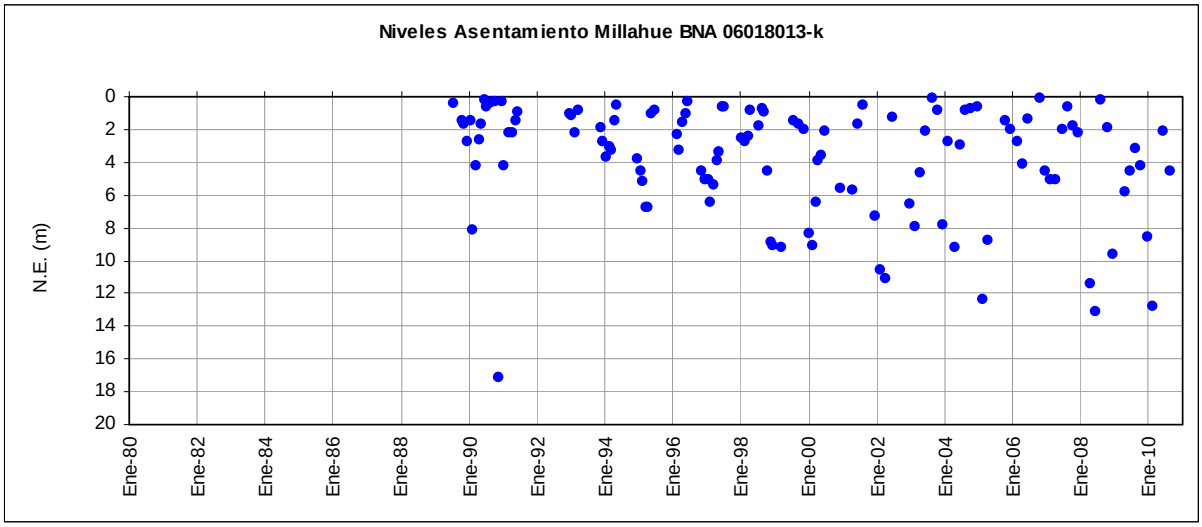
SIN BOMBA


Niveles Criadero de Aves BNA 06051007-5
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

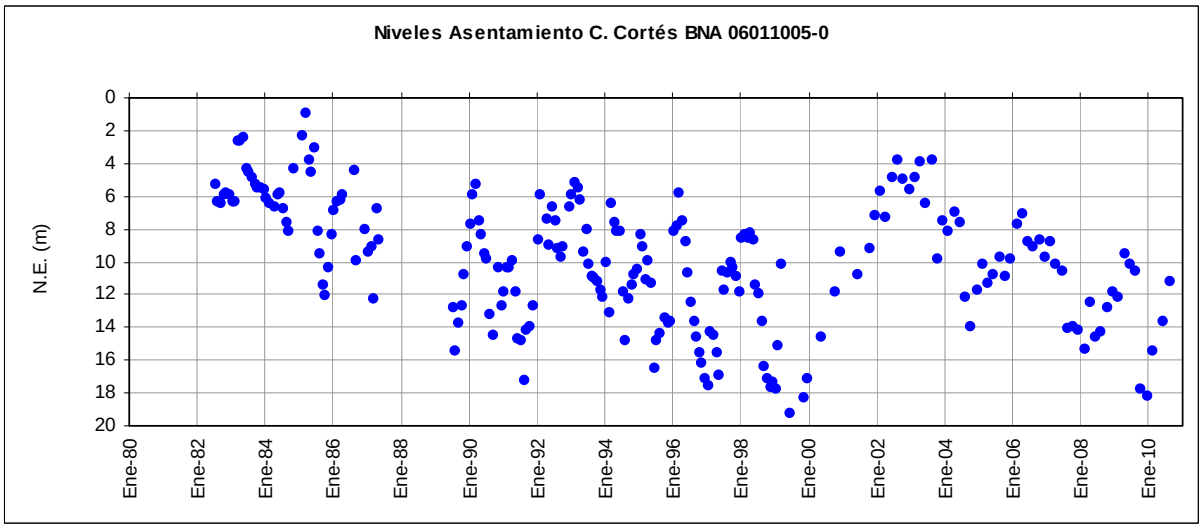
SIN BOMBA


Niveles Matadero Marchigüe BNA 06051006-7
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

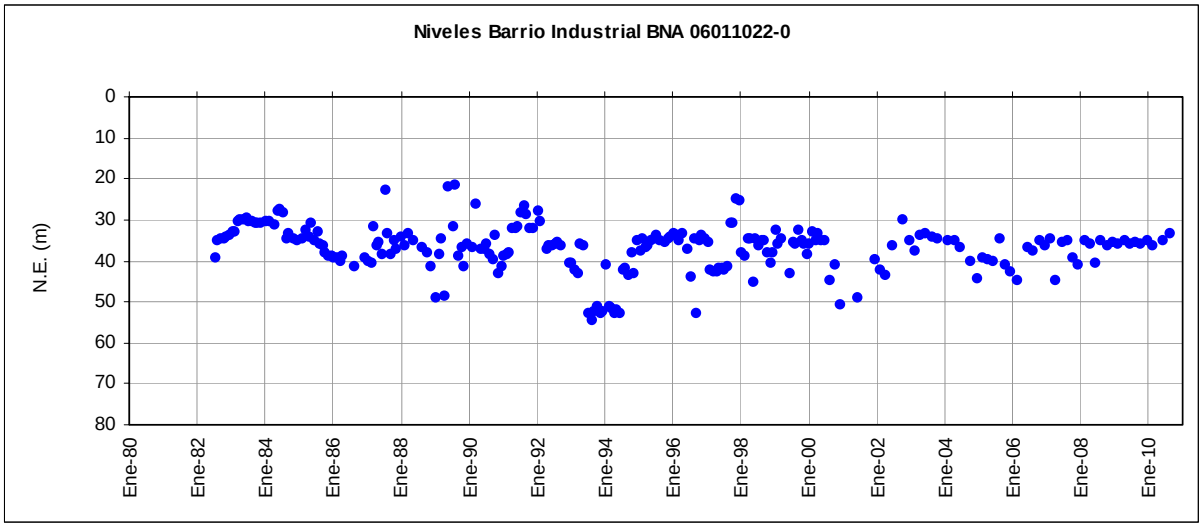
Laguna San Vicente

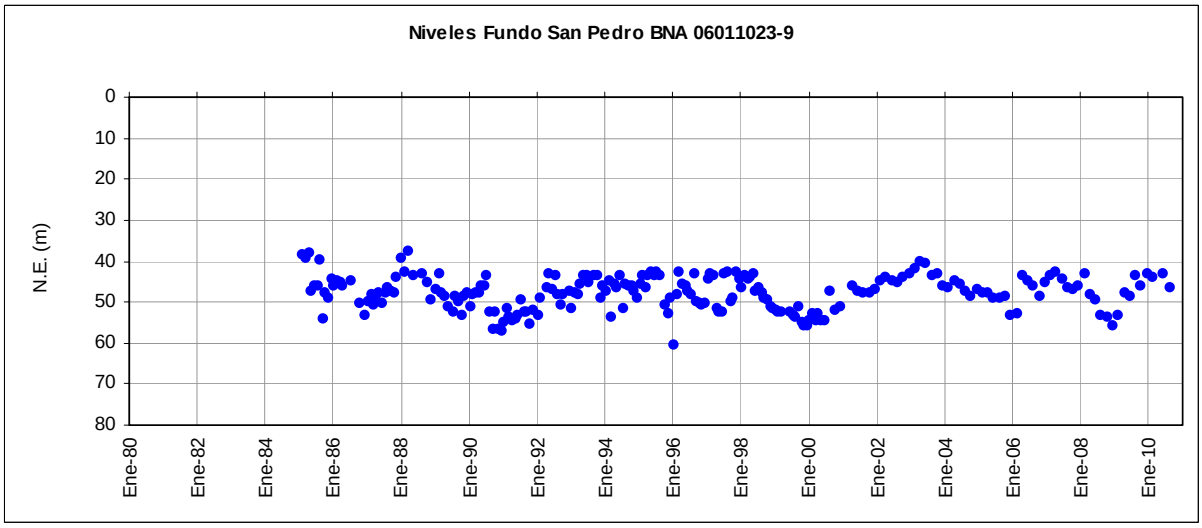


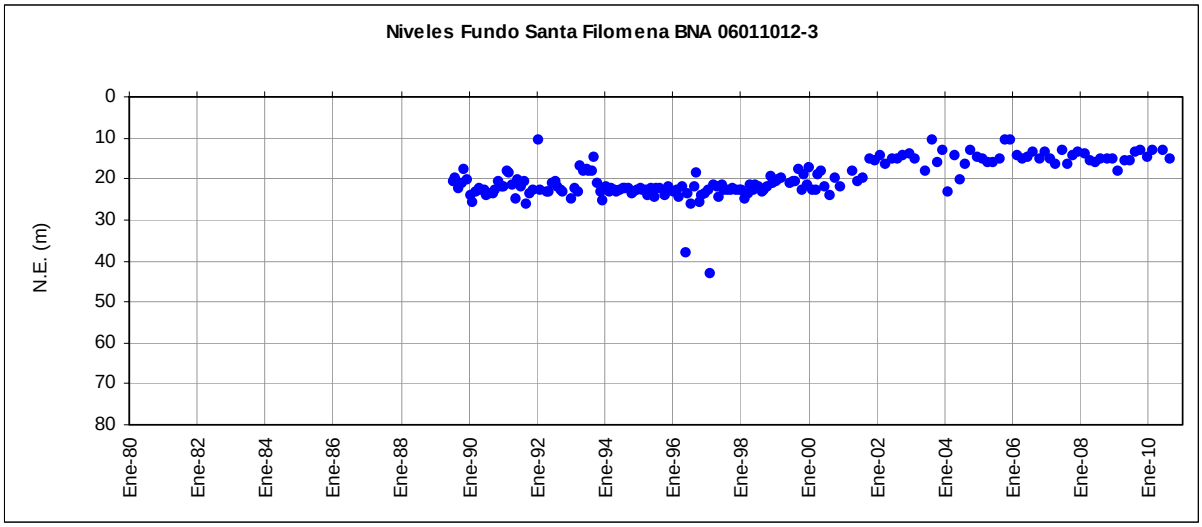
Graneros-Rancagua

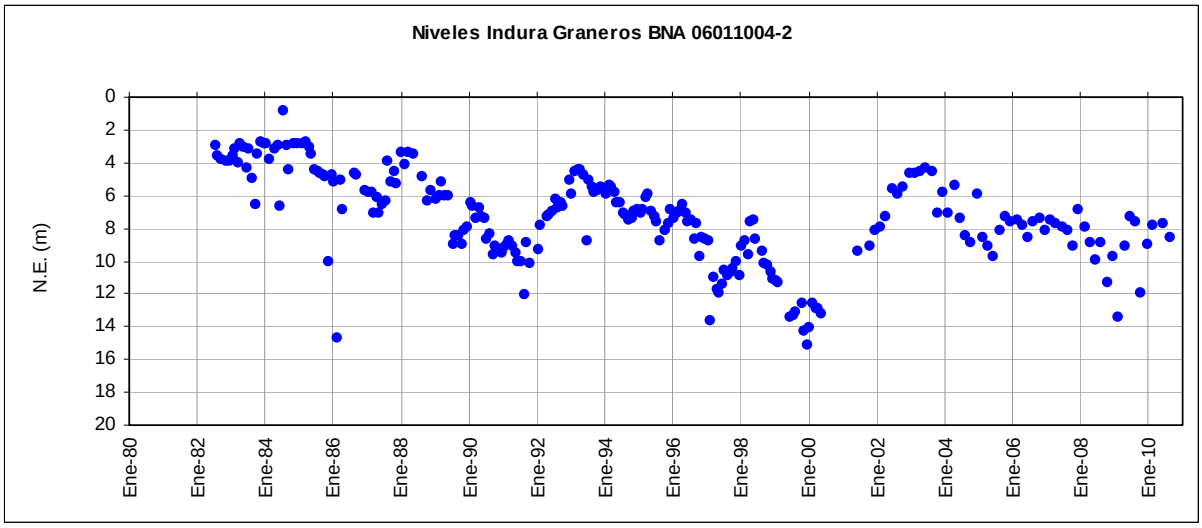


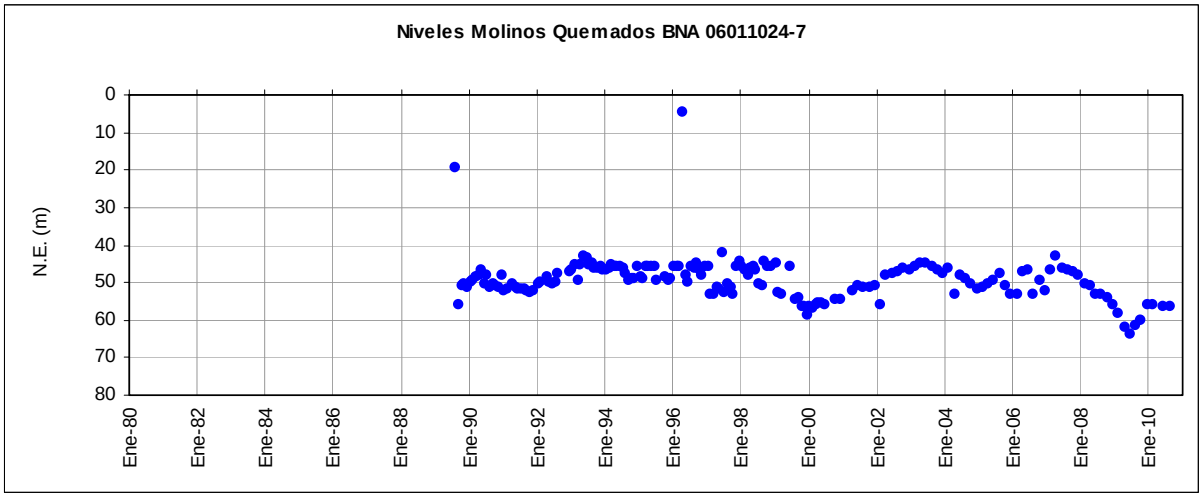
SIN BOMBA


Niveles Barrio Industrial BNA 06011022-0
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

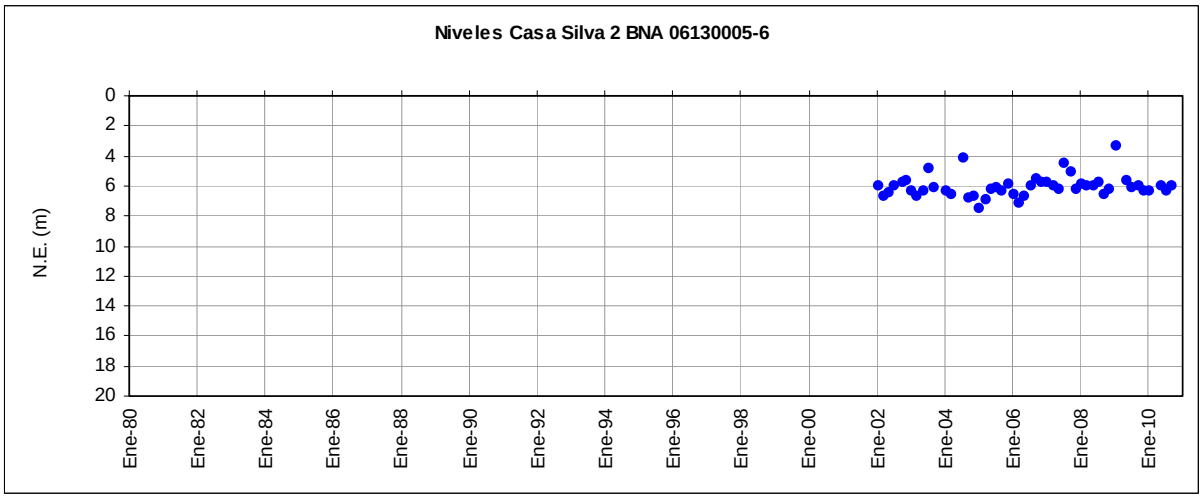

Niveles Fundo San Pedro BNA 06011023-9
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10


Niveles Fundo Santa Filomena BNA 06011012-3
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

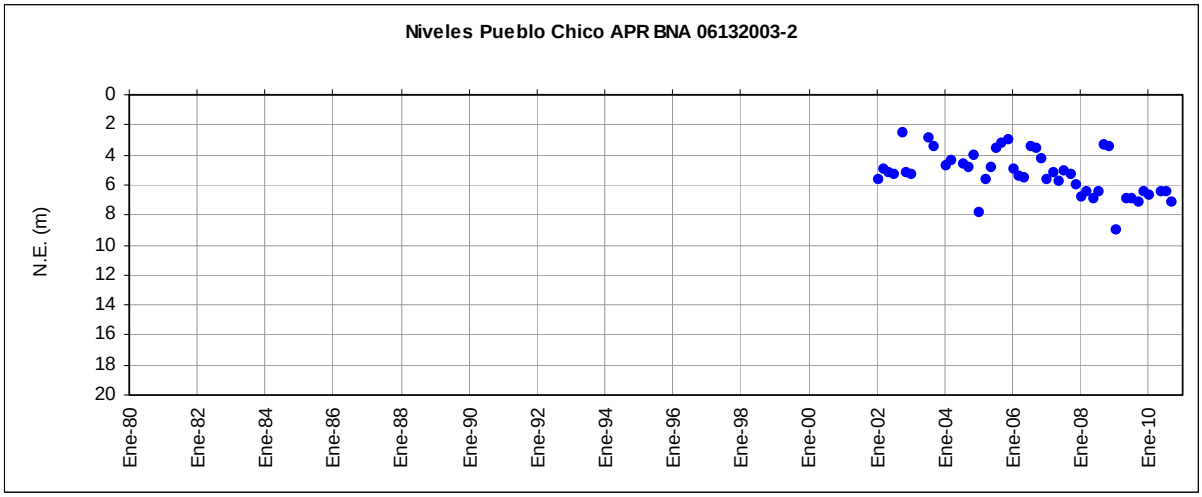

Niveles Indura Graneros BNA 06011004-2
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

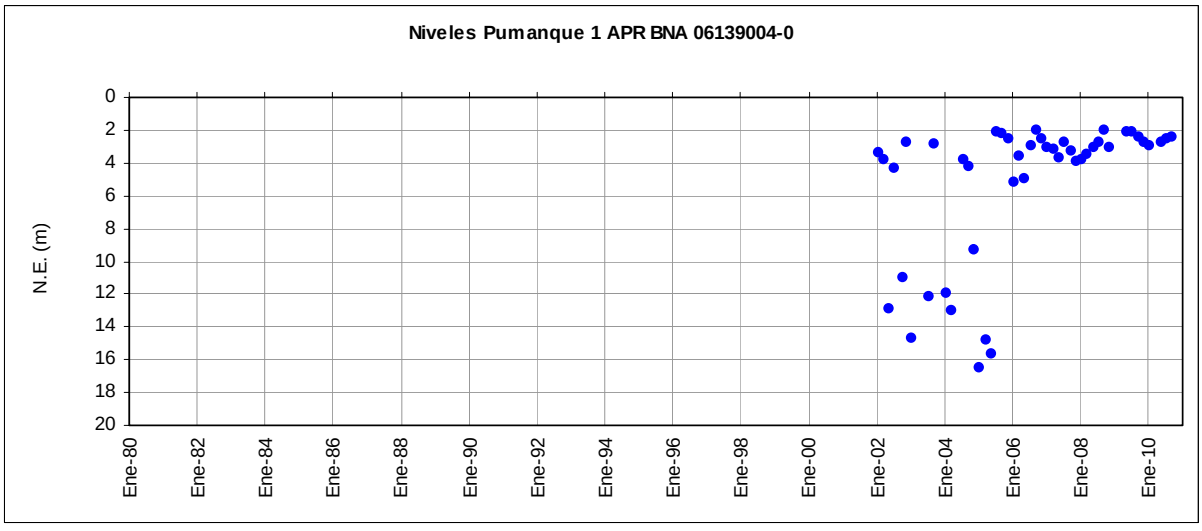


Estero Quiahue

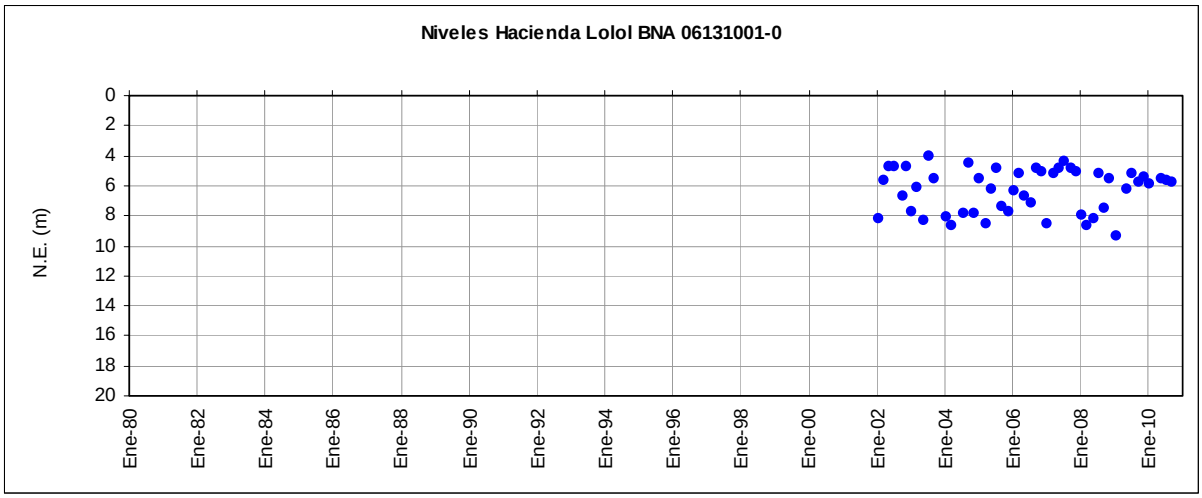


Estero Pumanque

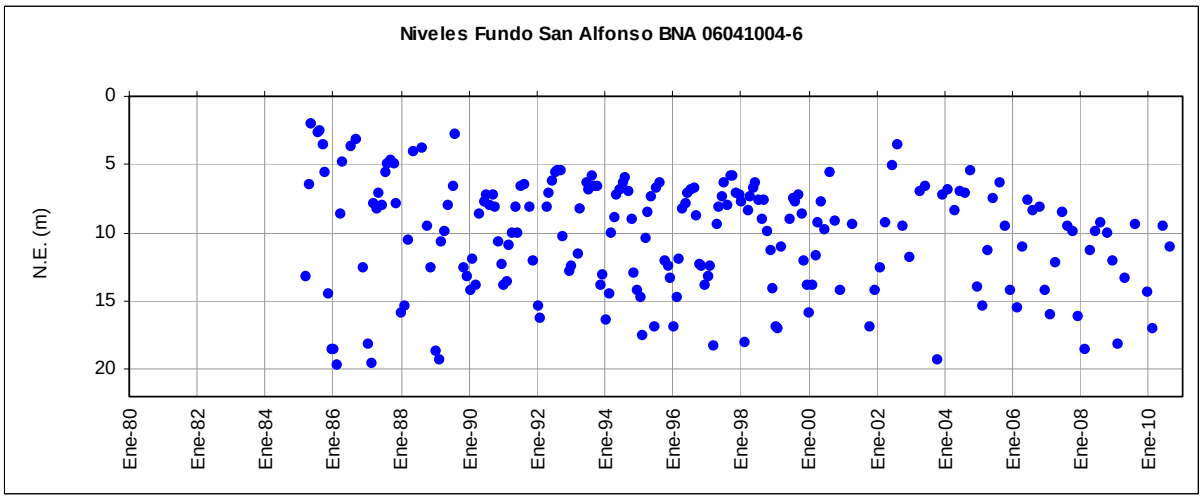




Estero Lolol

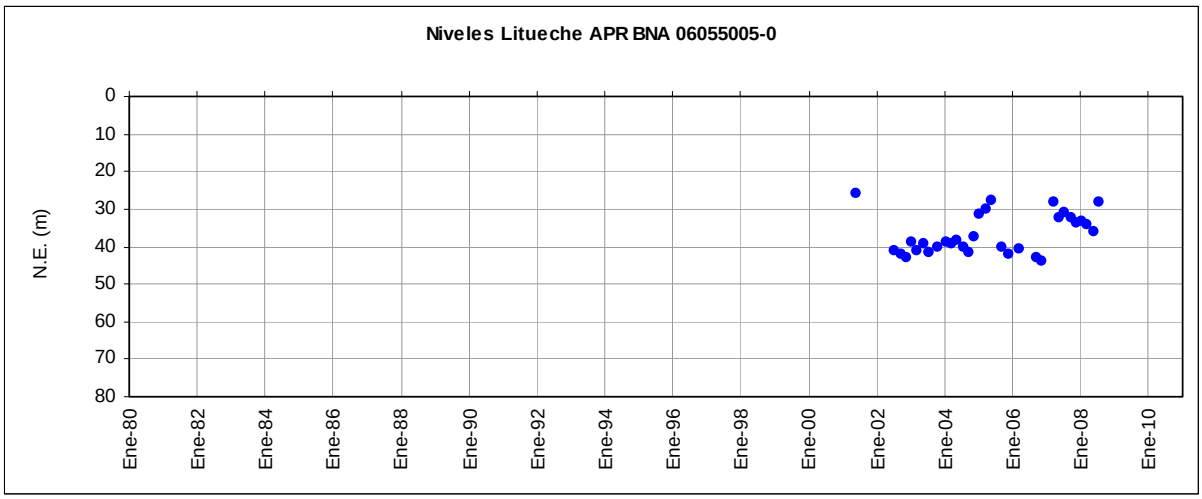


Estero Alhué

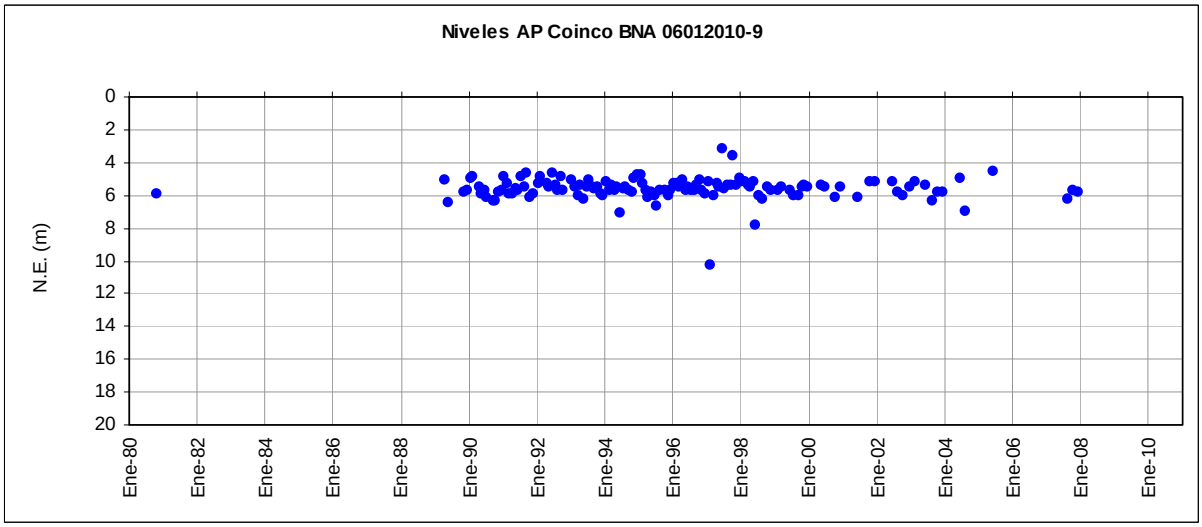


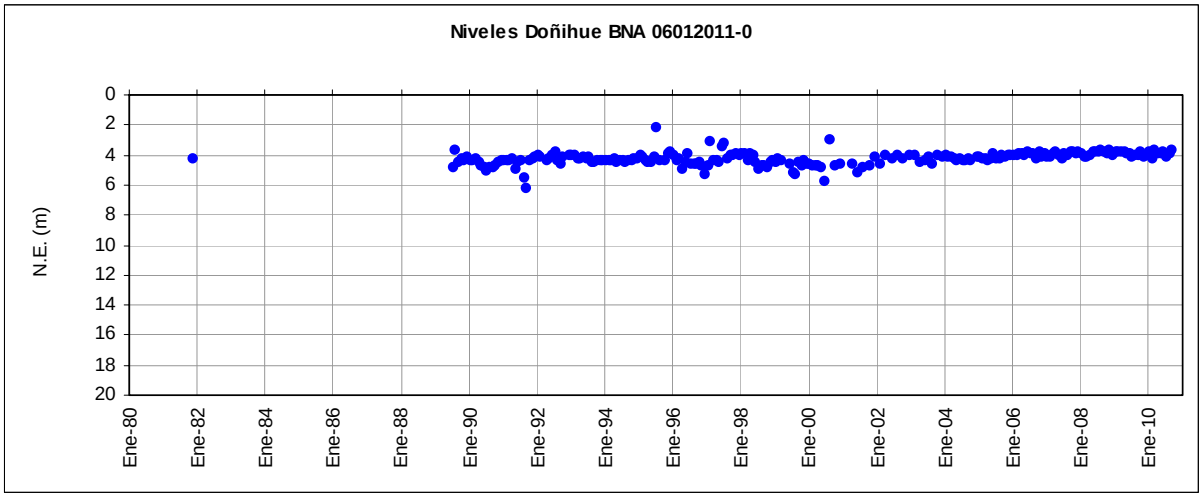
SIN BOMBA

Estero El Rosario

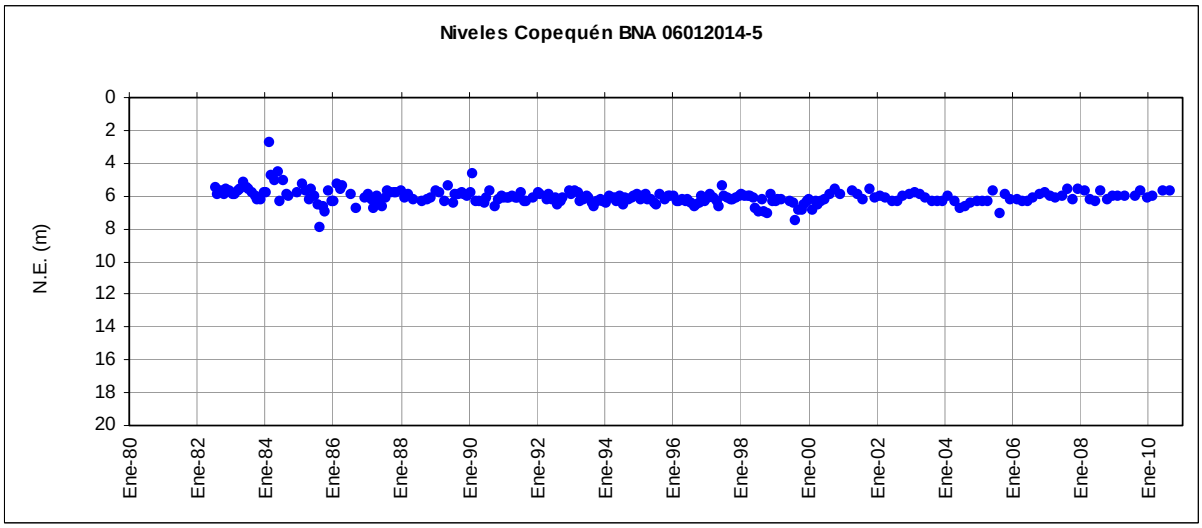


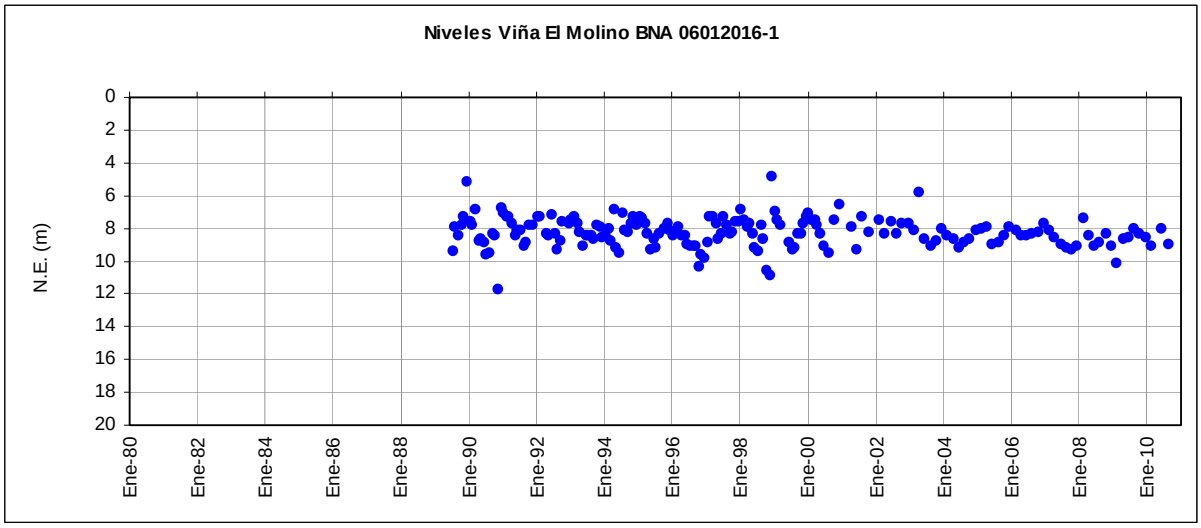
Doñihue-Coinco-Coltauco



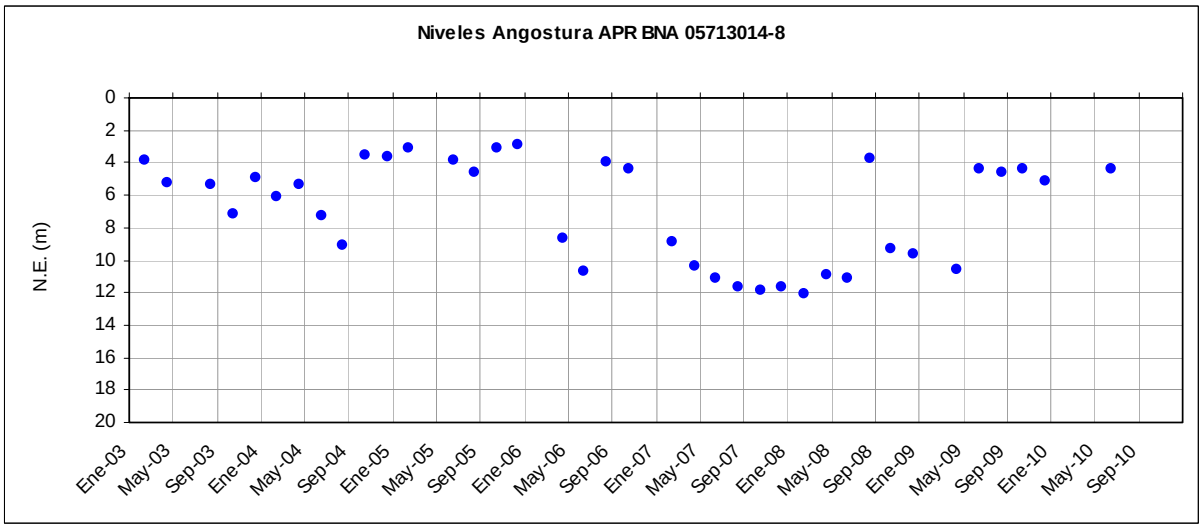

Niveles Doñihue BNA 06012011-0
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

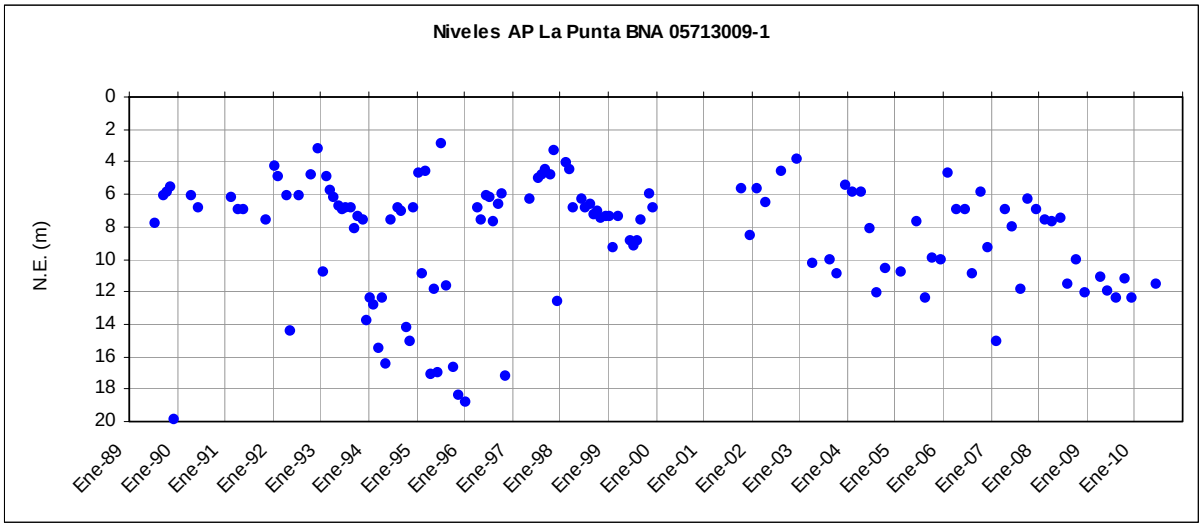
SIN BOMBA

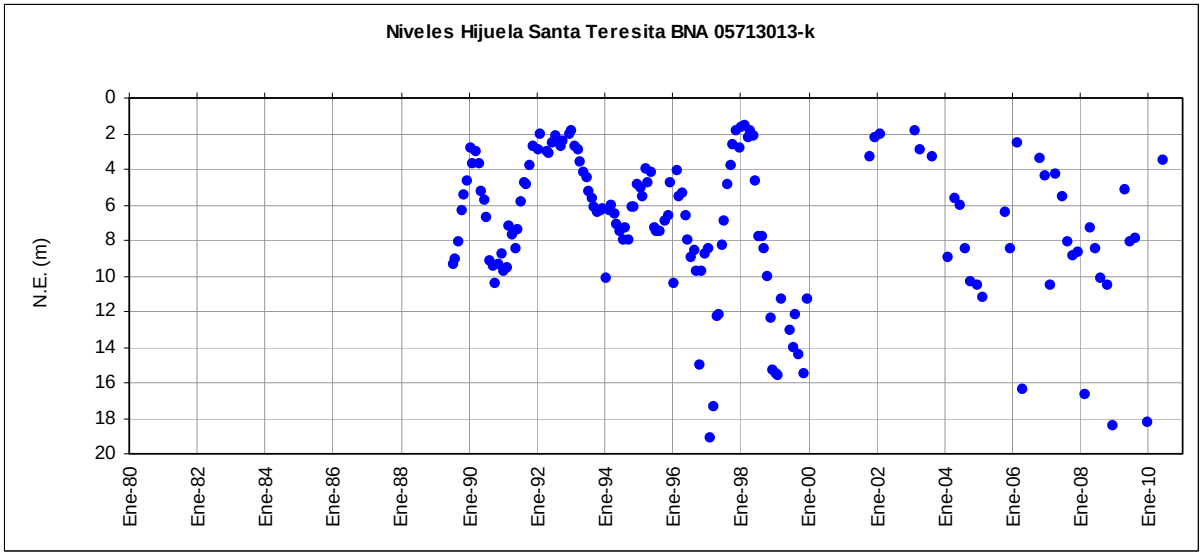

Niveles Copequén BNA 06012014-5
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

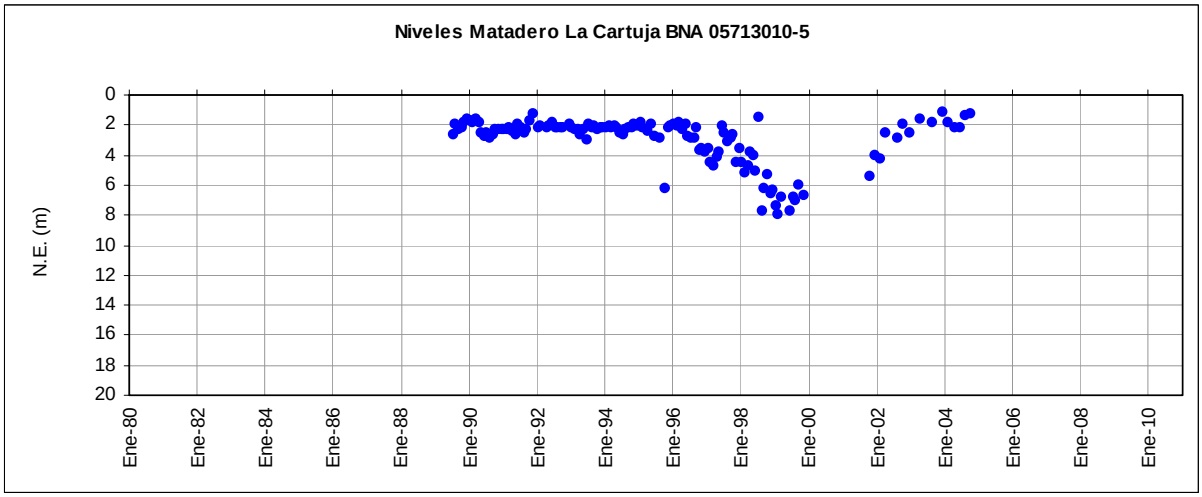

Niveles Viña El Molino BNA 06012016-1
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

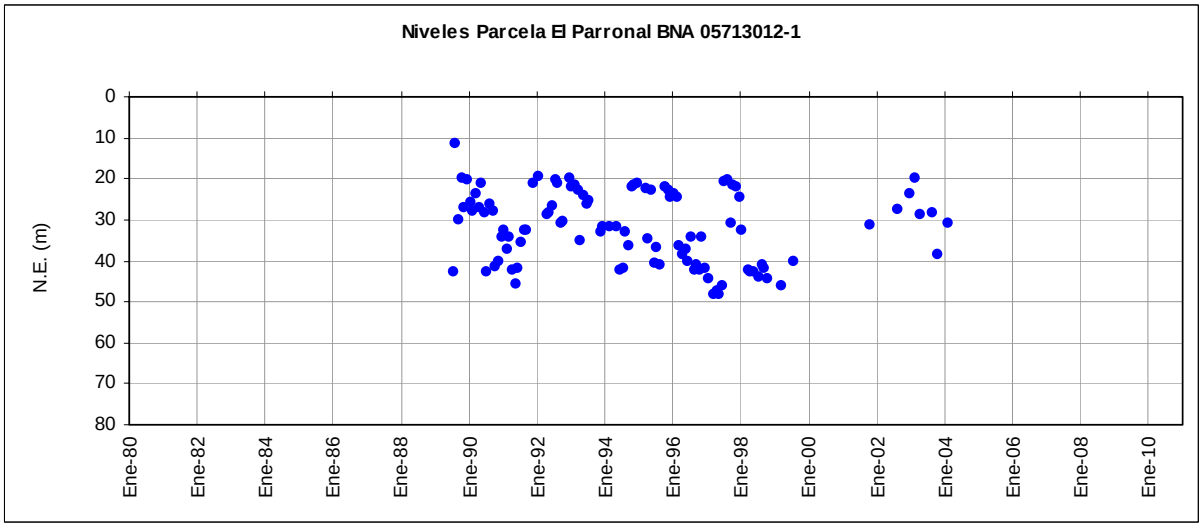
Codegua

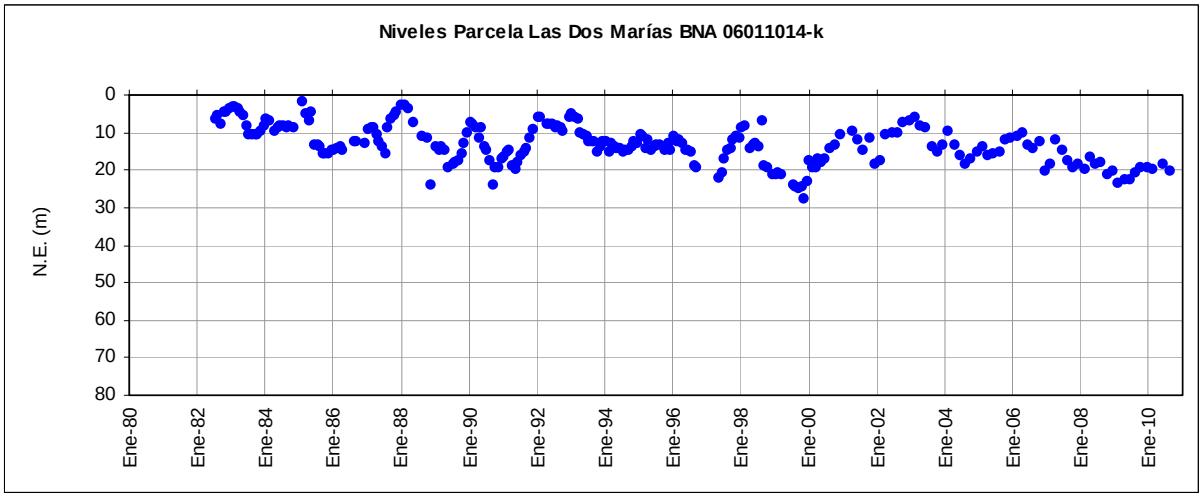

Niveles Angostura APR BNA 05713014-8
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-03
May-03
Sep-03
Ene-04
May-04
Sep-04
Ene-05
May-05
Sep-05
Ene-06
May-06
Sep-06
Ene-07
May-07
Sep-07
Ene-08
May-08
Sep-08
Ene-09
May-09
Sep-09
Ene-10
May-10
Sep-10


Niveles AP La Punta BNA 05713009-1
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-89
Ene-90
Ene-91
Ene-92
Ene-93
Ene-94
Ene-95
Ene-96
Ene-97
Ene-98
Ene-99
Ene-00
Ene-01
Ene-02
Ene-03
Ene-04
Ene-05
Ene-06
Ene-07
Ene-08
Ene-09
Ene-10

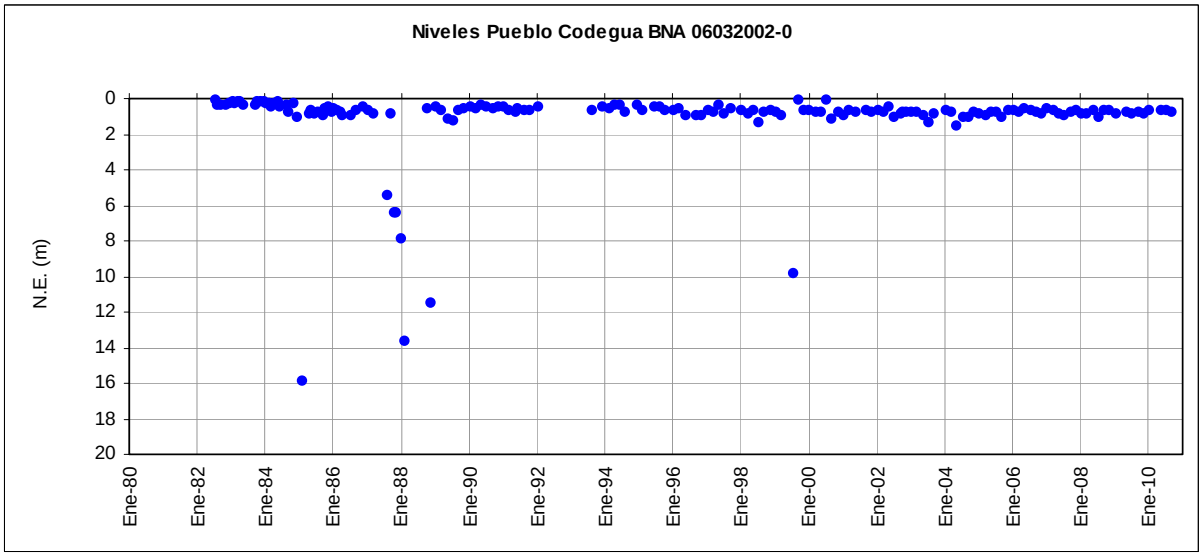

Niveles Hijuela Santa Teresita BNA 05713013-k
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10


Niveles Matadero La Cartuja BNA 05713010-5
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

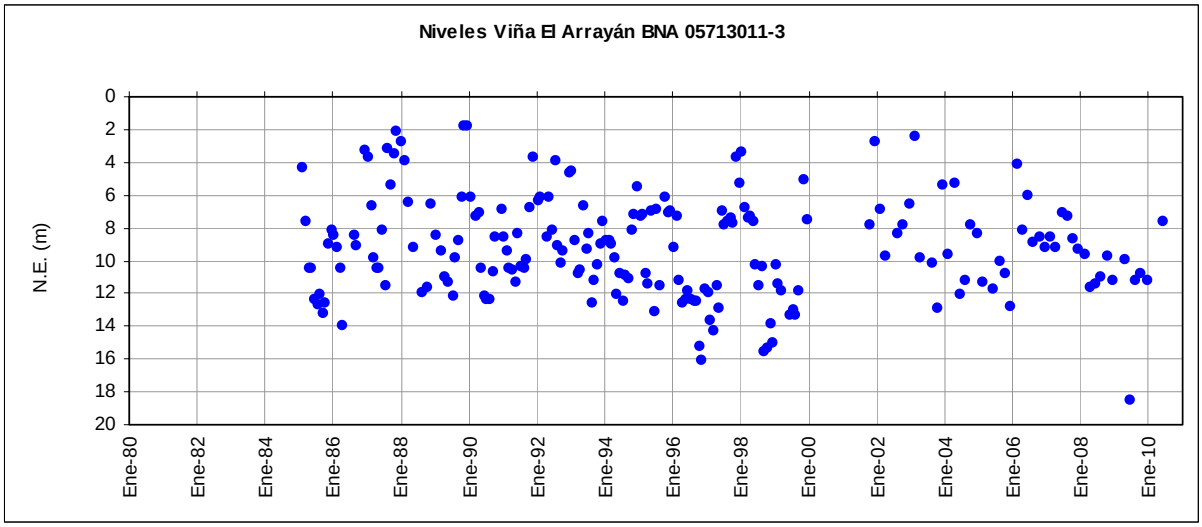

Niveles Parcela El Parronal BNA 05713012-1
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10



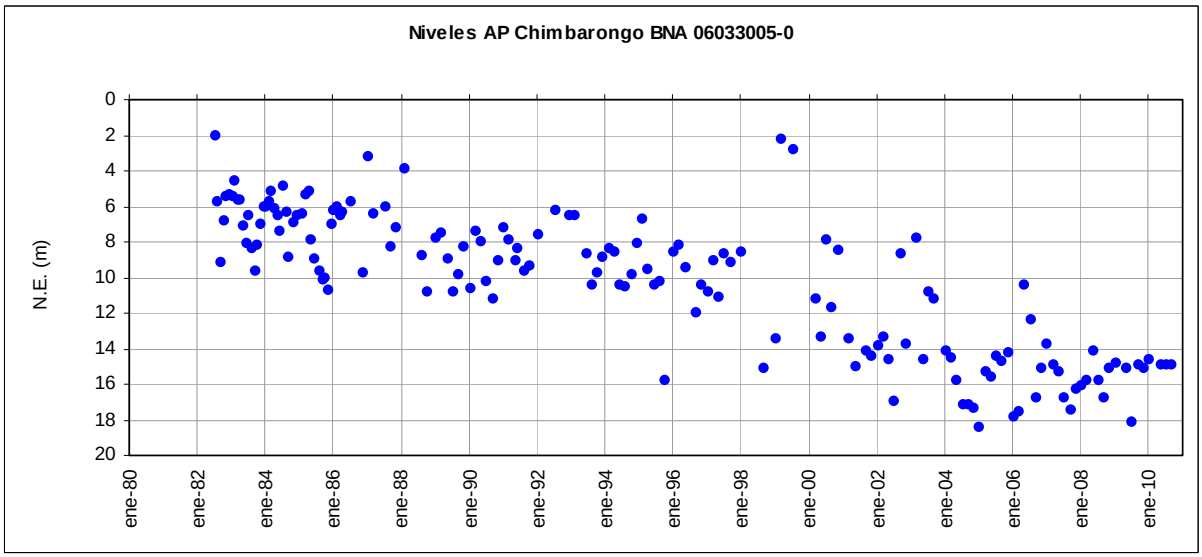
SIN BOMBA

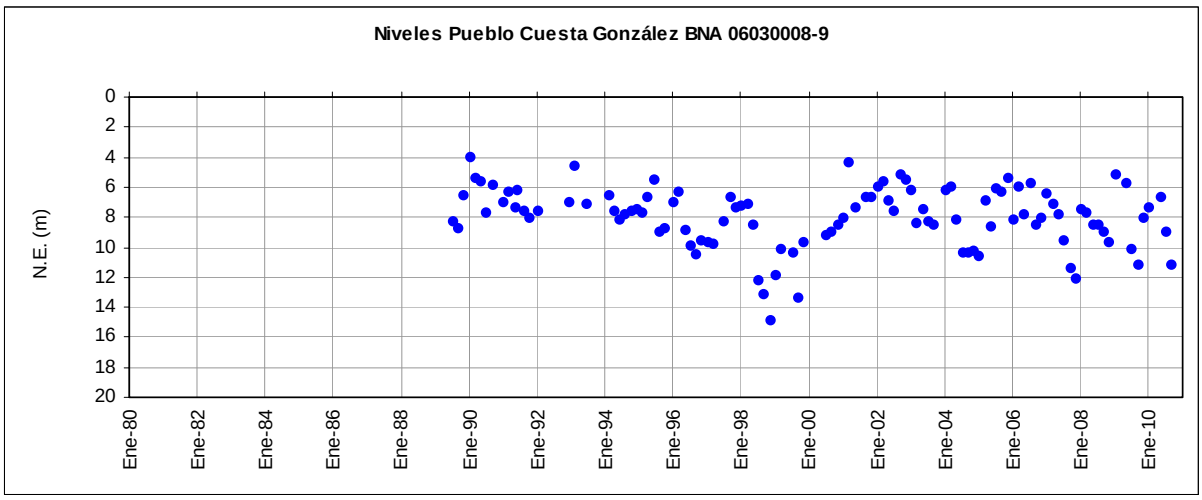


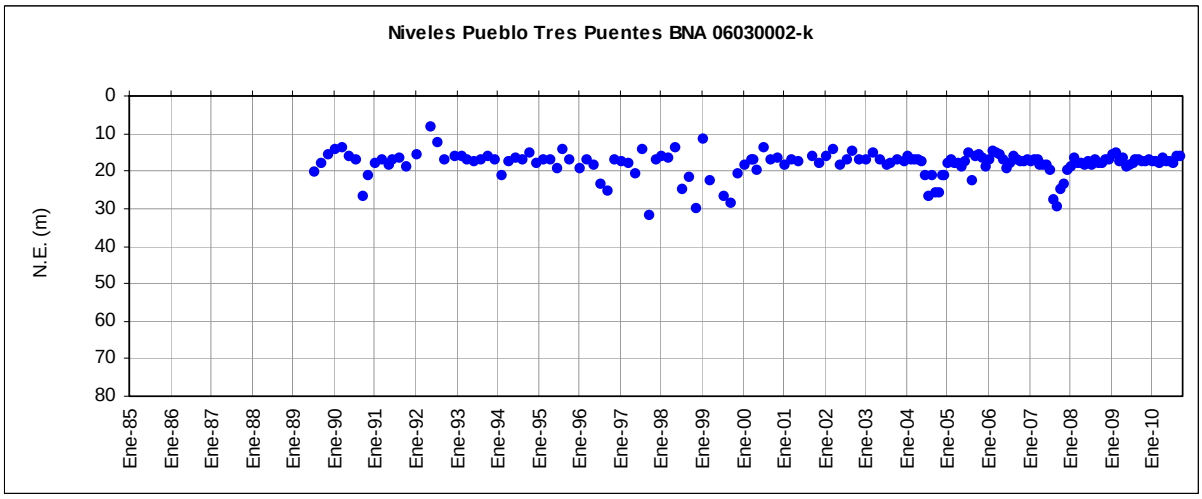
SIN BOMBA

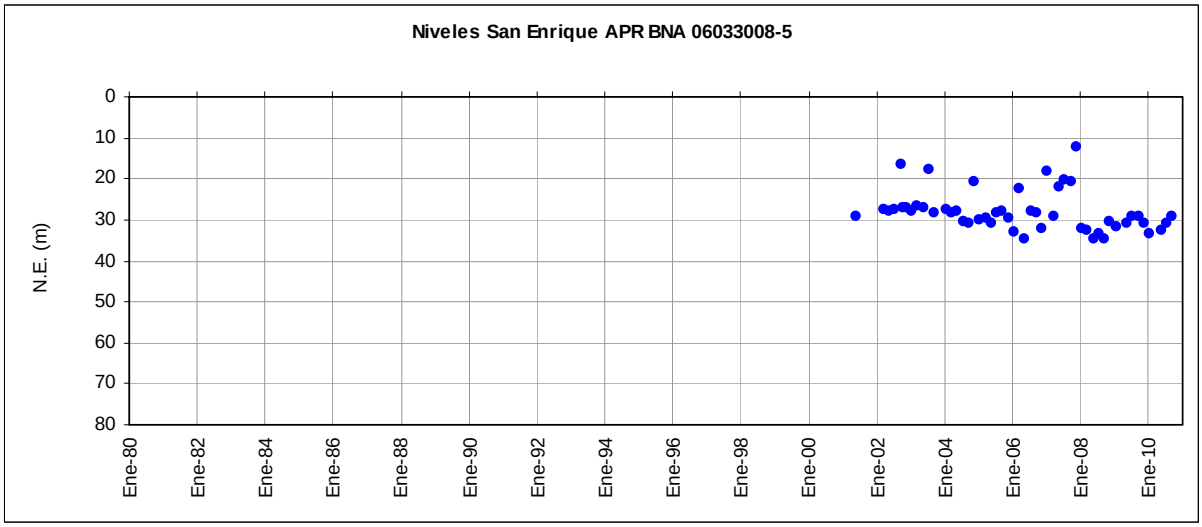


Chimbarongo




Niveles Pueblo Cuesta González BNA 06030008-9
N.E. (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10


Niveles Pueblo Tres Puentes BNA 06030002-k
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-85
Ene-86
Ene-87
Ene-88
Ene-89
Ene-90
Ene-91
Ene-92
Ene-93
Ene-94
Ene-95
Ene-96
Ene-97
Ene-98
Ene-99
Ene-00
Ene-01
Ene-02
Ene-03
Ene-04
Ene-05
Ene-06
Ene-07
Ene-08
Ene-09
Ene-10


Niveles San Enrique APR BNA 06033008-5
N.E. (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Ene-80
Ene-82
Ene-84
Ene-86
Ene-88
Ene-90
Ene-92
Ene-94
Ene-96
Ene-98
Ene-00
Ene-02
Ene-04
Ene-06
Ene-08
Ene-10

ANEXO 3

Nómina Estaciones Fluviométricas, Meteorológicas y de Calidad de Aguas

NOMINA DE ESTACIONES FLUVIOMETRICAS VI REGION

N°	Código BNA	Nombre Estación	Fechas		Altura	Coord. UTM		Area
			Instal.	Supresión	msnm	Norte	Este	Km2
1	06000001-8	RIO LAS LEGNAS COTA 2150	01/12/87	01/05/89	0	6190024	391261	0
2	06002001-9	RIO CORTADERAL ANTE JUNTA RIO CACHAPOAL	01/01/85	10/01/1991	1200	6198171	377367	382
3	06003001-4	RIO CACHAPOAL 5 KM. A ABAJO JUNTA CORTADERAL	01/12/89		1100	6199217	372702	888
4	06006001-0	RIO PANGAL EN PANGAL	01/12/85		1750	6212788	364889	590
5	06008001-1	RIO CACHAPOAL EN CHICAYAS	01/12/14	31/08/1931	0	6210802	355705	0
6	06008002-K	RIO CACHAPOAL EN COYA	01/01/66	31/03/1949	0	6212698	358748	0
7	06008003-8	RIO COYA EN COYA	01/12/20	01/11/28	0	6212698	358748	0
8	06008005-4	RIO CACHAPOAL EN PTE TERMAS DE CAUQUENES	02/09/2002		700	6208954	355733	2522
9	06008009-7	CANAL SAUZAL EN PUENTE TERMAS	01/07/05		0	6210483	356990	0
10	06009001-7	RIO CLARO EN CAMPAMENTO	01/02/1986	31/05/1986	664	6207082	354227	210
11	06011001-8	EST. DE LA CADENA ANTES JUNTA RIO CACHAPOAL	01/01/68		440	6215938	331042	598
12	06013001-9	RIO CLARO EN HACIENDA LAS NIEVES	01/03/97		720	6182853	342357	276
13	06013002-7	CANAL TIPAUME EN PUENTE (SUC CELIS)	01/12/33	01/04/44	0	6193838	336039	0
14	06015001-K	RIO CLARO EN TUNCA	01/04/94		480	6193249	305388	368
15	06018001-6	ESTERO ZAMORANO EN PUENTE EL NICHE	01/10/85		900	6189455	300869	990
16	06018002-4	RIO CACHAPOAL EN PEUMO (BRAZO # 1)	01/12/16	01/12/21	0	6189520	303933	0
17	06018003-2	RIO CACHAPOAL EN PEUMO (BRAZO # 2)	01/12/14	01/12/21	0	6189520	303933	0
18	06018004-0	RIO CACHAPOAL EN PEUMO (BRAZO # 3)	01/01/14	01/12/22	0	6190470	356019	0
19	06019003-8	RIO CACHAPOAL EN PUENTE ARQUEADO (CA)	01/09/02		117	6203868	283673	6481
20	06025001-4	RIO TINGUIRIRICA AGUAS ABAJO JUNTA RIO AZUFRE	01/01/70	22/04/1993	1024	6146108	356708	978
21	06027001-5	RIO CLARO EN EL VALLE	01/11/60		476	6160398	327464	358
22	06027002-3	RIO CLARO EN PUENTE NEGRO	01/01/69	01/07/32	0	6153225	339809	0
23	06028001-0	RIO TINGUIRIRICA BAJO LOS BRIONES	01/08/89		518	6160427	328991	0
24	06033001-8	ESTERO CHIMBARONGO EN CONVENTO VIEJO	01/04/77	13/12/1993	245	6150730	306279	590
25	06033009-3	CANAL TENO EN KM. 13.465	01/09/02		285	6145494	307941	0
26	06034001-3	ESTERO CHIMBARONGO EN SANTA CRUZ	01/01/68	01/12/80	225	6163197	284618	681
27	06035001-9	RIO TINGUIRIRICA EN LOS OLMOS (CA)	01/11/02		223	6179764	281169	3545
28	06043001-2	ESTERO ALHUE EN QUILAMUTA	01/01/70		130	6228040	289273	779
29	06056001-3	RIO RAPEL EN RAPEL	01/02/73	01/08/66	7	6241770	245797	13454
30	06132001-6	ESTERO NILAHUE EN SANTA TERESA	01/07/85		50	6171429	244637	1390

NOMINA DE ESTACIONES METEOROLOGICAS VI REGION

N°	Código BNA	Nombre Estación	Fechas		Altura	Coord.	UTM	Tipo
			Instal	Supresión	msnm	Norte	Este	Estación
1	06000002-6	LAS LEÑAS	01/03/79		1240	6198191	378900	plu
2	06003001-4	R. CACHAPOAL 5 KM. A. ABAJO JUNTA CORTADERAL	01/03/1999		1100	6199217	372702	plu
3	06005003-1	LAS CALLANAS	01/02/79		1450	6211129	378732	plu
4	06006001-0	RIO PANGAL EN PANGAL	01/11/2001		1750	6212788	364889	plu
5	06008009-7	CANAL SAUZAL EN PUENTE TERMAS	01/07/05		0	6210483	356990	plu
6	06010014-4	RANCAGUA	01/09/71	30/08/1978	510	6217921	338691	plu
7	06010015-2	RANCAGUA ENDESA	01/01/79		500	6217921	338691	plu
8	06010016-0	SAUZAL	01/01/79	11/01/05	650	6208882	351129	plu
9	06011003-4	GRANEROS	01/01/79	05/04/01	500	6229063	341577	met
10	06012003-K	COLTAUCO	01/10/78		450	6204404	308225	plu
11	06013005-1	POPETA	01/03/70		460	6188293	336137	met
12	06013006-K	LAS NIEVES CENTRAL	01/01/70		720	6182801	339296	plu
13	06015003-6	RENGO	01/01/70		310	6191852	328410	met
14	06016004-K	SAN FERNANDO	01/09/71		350	6171344	319612	plu
15	06018009-1	VIÑA VIEJA	01/01/79		315	6187829	311630	plu
16	06018010-5	MILLAHUE	01/01/72		370	6178263	296516	plu
17	06019003-8	RIO CACHAPOAL EN PUENTE ARQUEADO (CA)	01/10/2002		117	6203868	283673	plu
18	06019005-4	PICHIDEGUA	01/03/79		280	6196614	289978	plu
19	06020001-7	TERMAS DEL FLACO	01/06/1999		1660	6140891	379648	temp
20	06027003-1	LA RUFINA	01/05/29		735	6155047	338251	plu
21	06028001-0	RIO TINGUIRIRICA BAJO LOS BRIONES	01/03/1999		518	6160427	328991	plu
22	06034003-K	CONVENTO VIEJO	01/01/71		245	6150762	307805	met
23	06034004-8	PANIAHUE	01/01/79	01/09/88	200	6166894	284532	plu
24	06036001-4	LA CANDELARIA	01/05/74		220	6142641	275947	met
25	06040001-6	VILLA ALHUE	01/01/79		270	6232131	307659	plu
26	06042003-3	LONCHA	01/04/76	01/10/85	210	6222857	306310	plu
27	06042004-1	BARRERA LONCHA	01/04/84		130	6226393	298543	plu
28	06044001-8	COCALAN	01/11/78		195	6213286	291140	plu
29	06055003-4	LITUECHE	01/01/79		210	6221515	249419	plu
30	06056003-K	RAPEL	01/07/40		50	6239962	247387	plu
31	06120001-0	PICHILEMU	01/07/80		5	6191199	775850	met
32	06130001-5	EL MEMBRILLO	01/05/81		240	6145914	259080	met
33	06130002-3	RANGUILI	01/05/81		130	6140163	251604	met
34	06130003-1	LA PALMA	01/02/81		114	6130343	260353	plu
35	06132002-4	NILAHUE BARAHONA	01/05/81		120	6171513	247696	met

NOTAS :

plu = Estaciones solamente con información de precipitaciones
met = Estaciones meteorológicas
temp = Estaciones solamente con información de temperaturas

CALIDAD QUÍMICA EN POZOS

Nombre estación superficial	Coordenada UTM WGS84	
	Norte	Este
Viña Santa Lucía	6190608	328483
San Enrique	6154543	318644
Minera Valle Central	6210136	344667
Pichilemu en Fundo San Antonio de Petrel	6189546	228250

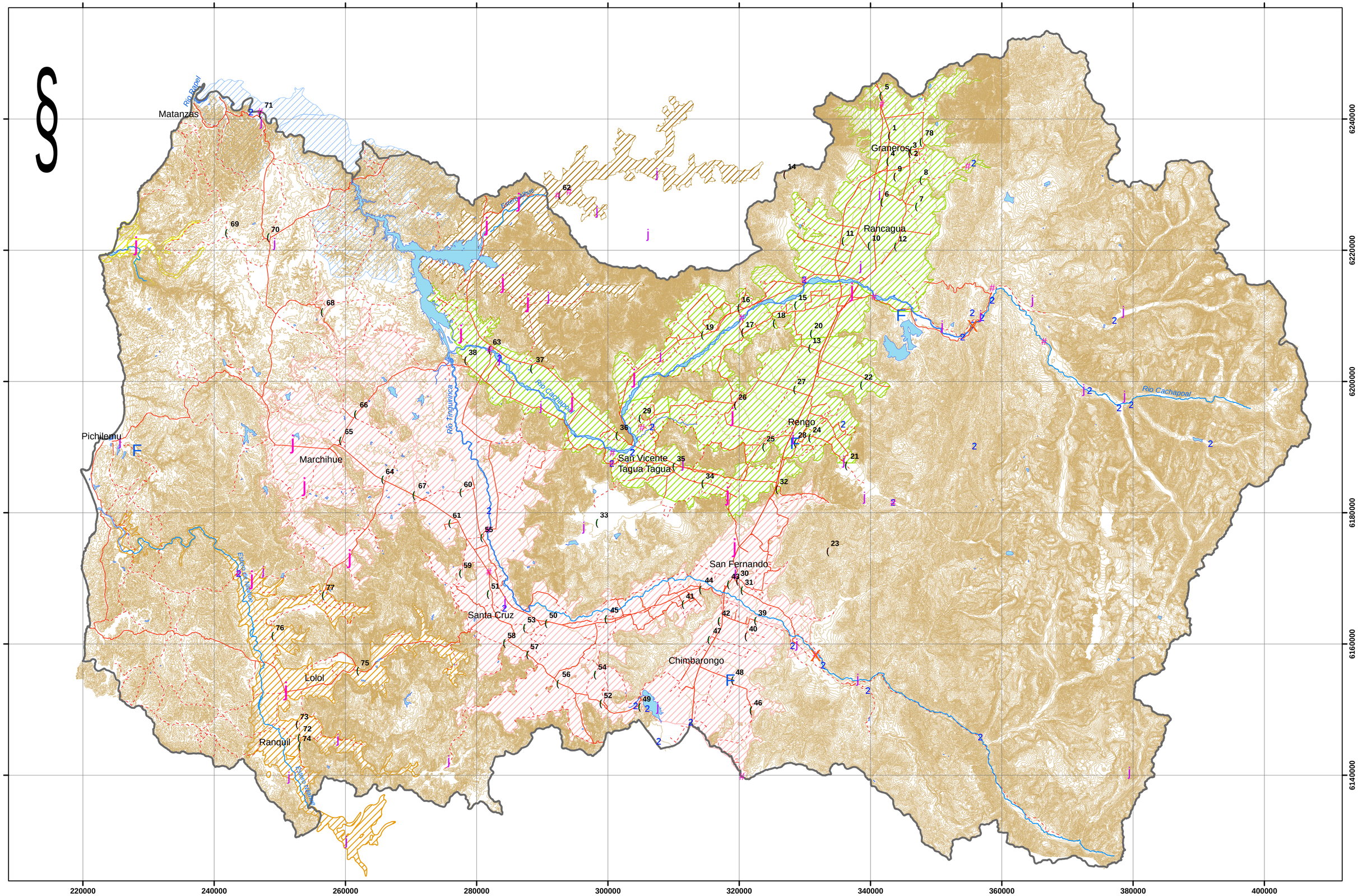
MUESTREO DE SEDIMENTOS

Cód. BNA	Nombre estación superficial	Coordenada UTM WGS84	
		Norte	Este
06008005-4	RIO CACHAPOAL EN PUENTE TERMAS CAUQUENES	6208954	355733
06028001-0	RIO TINGUIRIRICA BAJO LOS BRIONES	6158295	331626

CALIDAD QUÍMICA DE RÍOS

Cód. BNA	Nombre estación superficial	Coordenada UTM WGS84	
		Norte	Este
06007011-3	Río Coya antes junta Río Cachapoal	6214163	358547
06003003-0	Río Cachapoal en bocatoma Chacayes	6206015	366466
06010005-5	Río Cachapoal en Bocatoma Canales Ribera Sur	6212839	340564
06012001-3	Río Cacahpoal en Puente Coinco	6209614	320409
06019003-8	RIO CACHAPOAL EN PUENTE ARQUEADO	6204811	281976
06011001-8	ESTERO DE LAS CADENAS A J CACHAPOAL	6215424	329894
06013001-9	RIO CLARO EN HACIENDA LAS NIEVES	6181472	343449
06018007-5	Estero Zamorano en Pencahue	6187442	300576
06028001-0	RIO TINGUIRIRICA BAJO LOS BRIONES	6158295	331626
06035001-9	RIO TINGUIRIRICA EN LOS OLMOS	6177334	281805
06032001-2	Estero Chimbarongo en Puente Huemul	6139696	320403
06034002-1	Estero Chimbarongo en Puente Los Maquis	6170910	281878
06056002-1	Rapel en Navidad	6241058	247035
06043001-2	ESTERO ALHUE EN QUILAMUTA	6228320	292357
06041001-1	Estero Alhue antes Estero caren	622870	294087
06132001-6	ESTERO NILAHUE EN SANTA TERESA	6170703	243705
05713002-4	Estero Codegua en La Leonera	6232767	354829
05713004-0	Río Peuco en panamericana	6242248	341742
06015001-K	RIO CLARO EN TUNCA	6193249	305388
06018001-6	ESTERO ZAMORANO EN PUENTE EL NICHE	6189455	300869

Fuente: DGA Regional, 2010



Simbología

- j Estaciones Meteorológicas
- X Muestreo sedimentológico
- F Muestreo químico de pozos
- # Muestreo químico superficial
- 2 Estación Fluviométrica
- (Punto red de monitoreo Reemplazar o eliminar
- (Punto red de monitoreo Apropiado
- j Zona propuesta para pozo monitoreo
- Lagunas o embalses
- Ríos o esteros
- Camino pavimentado
- Camino tierra o ripio
- Curvas de nivel
- Acuífero Topocalma
- Acuífero Nilahue
- Acuífero Rapel
- Acuífero Cachapoal
- Acuífero Tinguiririca
- Acuífero Alhué

Gobierno de Chile

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
REGIÓN DEL LIBERTADOR
BERNARDO OHIGGINS

Ingeorec

DIAGNOSTICO RED MONITOREO REGIÓN LIBERTADOR GENERAL BERNARDO OHIGGINS

DIRECTOR D.G.A. MATÍAS DESMADRYL	JEFE DPTO. CARLOS SALAZAR	INSPECTOR FISCAL: HORACIO AGUIRRE
ESCALA: 1:400.000	PLANO N° 1	AÑO: 2010