



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

INFORME TÉCNICO

**MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA
DEL RÍO RELOCA**

REALIZADO POR:
División de Estudios y Planificación
SDT N° 337

Santiago, Diciembre de 2012

Michael Finger
Miguel Ángel Caro H
Adrián Lillo Zenteno

TABLA DE CONTENIDOS

1	Introducción	4
2	Descripción de la Cuenca	4
3	Fluviometría	6
4	Demandas	8
4.1	Demandas Superficiales	8
4.2	Demandas Subterráneas	9
5	Calidad de aguas	10
6	Metodología para la Modelación Hidrológica	12
7	Análisis Precipitación.....	14
8	Evapotranspiración.....	19
9	Estimación del Flujo Base.....	19
9.1	Conductividad Eléctrica (CE) Ambiental del Agua Subterránea ..	20
9.2	CE Ambiental Agua Escorrentía Directa.....	20
9.3	Filtro de Flujo Base	20
9.4	Río Cauquenes en Arrayan	21
9.5	Río Purapel en Nirivilo	24
9.6	Río Purapel en Sauzal.....	24
10	Calibración del Modelo Hidrológico	26
10.1	Río Cauquenes en Arrayan	27
10.2	Río Purapel en Sauzal	28
11	Resultados del Modelo Hidrológico	29
11.1	Disponibilidad de Recursos Superficiales	29
11.2	Disponibilidad de Recursos Subterráneos	30
12	Recomendaciones y Conclusiones	30
13	Referencias	31

1 INTRODUCCIÓN

El río Reloca se ubica en la séptima región del Maule, nace aproximadamente 10 km SSO de la ciudad de Empedrado donde las quebradas Honda y Venegas se unen para formar el río. De estos dos cauces, la quebrada Honda tiene un área aportante más significativa que la quebrada Venegas, naciendo a la salida de laguna El Cienago. El río Reloca fluye al SO antes de recibir aportes de algunas pequeñas quebradas y girar al NO, desarrollando su curso en este sentido. Confluyen como tributarios el río Rari y el Estero Empedrado, que entre los 2 drenan aproximadamente 1/3 de la superficie de la cuenca. Después el río Reloca toma una dirección oeste recibiendo aportes de los esteros Batuco, Santa Rosa y El Sauce antes de su desembocadura al Océano Pacífico aproximadamente 15 km al norte de Pelluhue. La Figura 2-1 muestra la ubicación de la cuenca.

2 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La cabecera se encuentra en la cordillera de la costa, existen varias cimas que superan las 500 m.s.n.m. incluso una de estas cimas al SE alcanza 810 m.s.n.m., no obstante donde nace el río Reloca la altura sobre el nivel del mar es de aproximadamente de 90 metros.

La principal actividad económica en la cuenca es la industria forestal, las fotografías satelitales muestran varias plantaciones y bosques talados. En los valles existen áreas con algún desarrollo agrícola además de los principales centros urbanos como Empedrado.

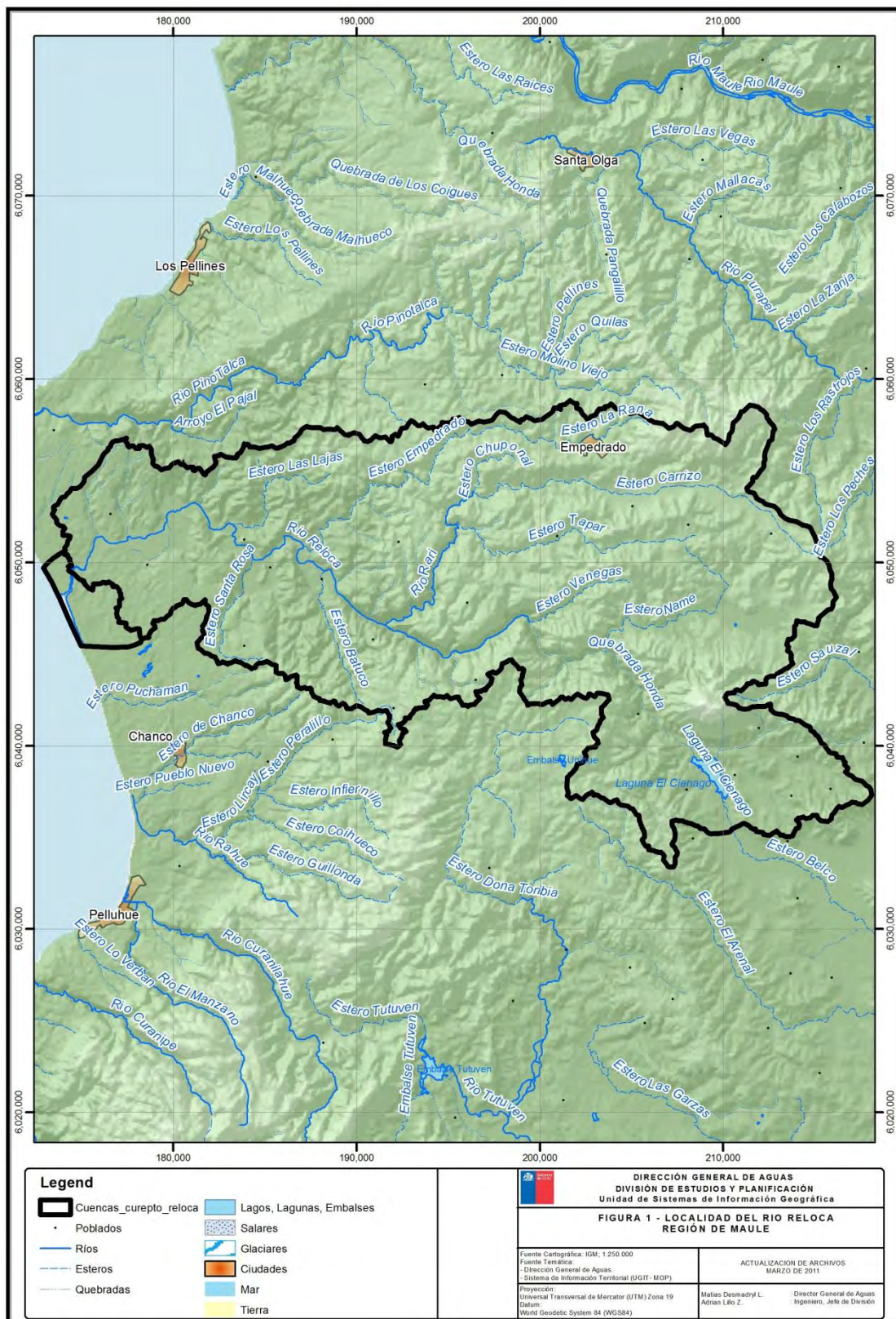


Figura 2-1 Mapa de ubicación de la cuenca del río Reloca

Se identificaron 8 estaciones fluviométricas en la zona de estudio. La Tabla 3-1 muestra las estaciones fluviométricas seleccionadas para este estudio, el periodo de observaciones considerado y el número de observaciones diarias efectuadas. Debido a que no existe una serie de datos completa antes del año 1960, no es posible calibrar un modelo hidrológico antes de esta fecha, por lo tanto sólo se consideraron datos de caudal a partir del 01 de enero de 1960. La Figura 3-1 muestra la ubicación de las estaciones y la delimitaciones de sus cuencas aportantes.

Estación	Periodo de observaciones	Numero de días con datos
Estero Nilahue en Santa Teresa	02/07/85 – 30/04/11	7523
Rio Cauquenes en el Arrayan	Antes 1960 – 31/10/11	16889 (post 1960)
Rio Cauquenes en Desembocadura	16/04/86 – 31/10/11	8853
Rio Purapel en Nirivilo	31/03/57 – 29/05/11	16335 (post 1960)
Rio Purapel en Sauzal	02/06/81 – 30/06/11	9804
Estero Los Puercos en Puente Los Puercos	20/02/86 – 09/06/11	8753
Rio Loanco en Desembocadura	03/07/87 – 30/09/10	7661

Tabla 3-1 Periodo de observaciones y número de días con datos en estaciones fluviométricas de la zona de estudio

Los datos de caudales bajos de la estación Estero Los Puercos en Puente Los Puercos no son muy confiables debido a que la estación se ubica en un sector muy plano, en donde en épocas de estiaje el cauce se divide en varios brazos pequeños, esto trae como consecuencia que no se mida todo el caudal pasante. Es por esto que la cuenca asociada a esta estación fluviométrica se descartó para la calibración de parámetros hidrológicos de un modelo de lluvia-escorrentía.

Por su parte la estación Río Loanco en Desembocadura está afectada por un muro de retención construido para evitar la intrusión de agua salada que tiende a influenciar los niveles de agua en el río por efecto de las mareas. Por esta razón, también se descartó la cuenca asociada a ésta estación fluviométrica para la calibración de parámetros hidrológicos de un modelo de lluvia-escorrentía.

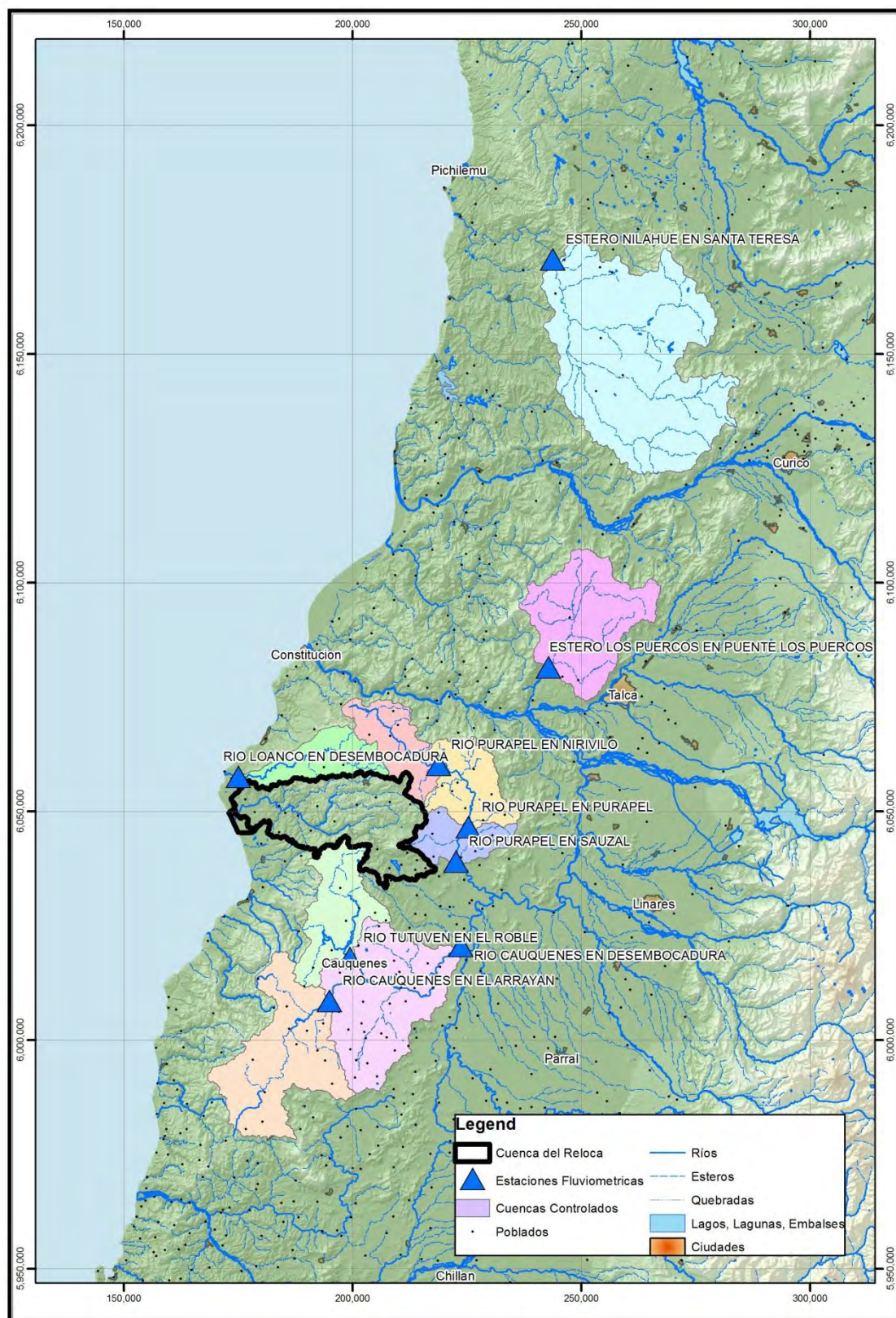


Figura 3-1 Ubicación de estaciones fluviométricas

4.1 DEMANDAS SUPERFICIALES

Los registros de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales se extrajeron del Catastro Público de Aguas. Debido a que un número importante de solicitudes de aprovechamiento no tiene coordenadas, se consideraron todos los derechos constituidos en las regiones VI, VII y VIII.

Los derechos aprobados con coordenadas se mapearon en ArcGis. El tema de puntos generado se intersectó con las cuencas del estudio, estimando con esto un monto de demandas a derecho para cada cuenca. Debido a que en muchas solicitudes no se indicaba el sistema de coordenadas, fue necesario adoptar algunas consideraciones para rescatar la mayor información posible. Las reglas consideradas para este caso fueron las siguientes:

- Si las coordenadas estaban en el sistema geográfico (latitudes y longitudes) se consideró que las coordenadas correspondían al sistema PSAD 56.
- Si el dato no estaba especificado, el sistema de coordenadas se asignó en base a la fecha del trámite de la solicitud del derecho. Se adoptó PSAD56 por las solicitudes inscritas antes del año 2005, y UTM WGS84 para las solicitudes registradas después de esta fecha.
- En los casos en que el Huso no estaba incluido, o también en que el Huso incluido en la solicitud resultó erróneo debido a que la ubicación final del punto quedó fuera del área prevista, se asignó el Huso en base a la coordenada UTM Este. Se asumió que el Huso 19 aplica a todos los registros con coordenadas Este entre 50.000 m y 450.000 m, de lo contrario se encuentran fuera del territorio (en el océano pacífico), y se asumió que el Huso 18 aplica a los registros con coordenadas Este entre 600.000 m y 990.000 m, de lo contrario se encuentran fuera del territorio nacional (en Argentina).

Debido a que un número importante de derechos no cuentan con coordenadas, éstas se asignaron en base al cauce definido en la solicitud (CPA). Varios cauces se registraron con nombres similares pero no exactamente iguales (por ejemplo “Estero de Nirivilo” en vez de “Estero Nirivilo”), se asignaron alias los registros para facilitar la coincidencia de las fuentes inscritas en las solicitudes con las de la capa ArcGis “fuentes nacionales”. Fue importante tener cuidado con la asignación de éstos alias debido a que varios cauces tienen el mismo nombre, para disminuir la posibilidad de coincidencias con error, se usó como criterio

secundario, la comuna, descartando alias que tenían un nombre similar pero con comuna diferente.

Primero se ubicaron los derechos por coincidencia en el nombre del cauce y comuna, en el caso de faltar la comuna se asignaron solo por coincidencia en el nombre del cauce. El resultado final de este proceso fue la obtención de la demanda a derechos que tiene la cuenca. En algunos casos los derechos se asignaron a varias cuencas. Este fenómeno ocurre cuando un río pasa por varias cuencas, en tales casos se distribuyó los derechos de acuerdo a la longitud del cauce en cada cuenca. Los derechos de agua superficiales asignados para este estudio se detallan en la Tabla 4-1.

Cuenca	Con Coordenadas	Sin Coordenadas	Total
Río Reloca	125	218	343
Estero Nilahue en Santa Teresa	3514	342	3856
Río Cauquenes en el Arrayán	276	45	321
Río Cauquenes en Desembocadura	960	493	1453
Río Purapel en Nirivilo	7	162	169
Río Purapel en Sauzal	62	270	332

Tabla 4-1 Derechos de aprovechamiento Superficial en [l/s]

Las cuencas del Estero Nilahue en Santa Teresa y Río Cauquenes en Desembocadura consideran un importante volumen de derechos de aprovechamiento de aguas. Debido al impacto potencial sobre los caudales observados estas cuencas no son idóneas para la calibración de los parámetros hidrológicos de un modelo de lluvia-escorrentía.

4.2 DEMANDAS SUBTERRÁNEAS

Los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas se mapearon según el mismo proceso adoptado para demandas superficiales. Al igual que para los derechos superficiales varios derechos de naturaleza subterránea no tienen asignada una fuente, y por ende, no es posible asignar derechos sin coordenadas a las cuencas del estudio.

Los demandas de aguas subterráneas asignados a las cuencas en este estudio se detallan en la Tabla 4-2

Cuenca	Con Coordenadas
Río Reloca	22
Estero Nilahue en Santa Teresa	46(*)
Río Cauquenes en el Arrayán	10
Río Cauquenes en Desembocadura	624
Río Purapel en Nirivilo	4
Río Purapel en Sauzal	34

(*) Esta cifra no considera datos para la VI Región

Tabla 4-2 Derechos de Aprovechamiento Subterráneos en [l/s]

En general, los impactos sobre el acuífero debido a extracciones de aguas subterráneas son menores, excepto el caso del acuífero de la cuenca definida por la estación fluviométrica Río Cauquenes en Desembocadura que cuenta con un alto desarrollo de los recursos subterráneos (según derechos).

5 CALIDAD DE AGUAS

Se ubican 8 estaciones de calidad de aguas dentro de las cuencas de la zona del estudio. Con la excepción del Pozo Lara Benavente que es de naturaleza subterránea todos son estaciones de calidad de aguas superficiales, específicamente de cauces. La Tabla 5-1 muestra las estaciones, periodo de observaciones considerado y numero de observaciones de conductividad eléctrica efectuados. La Figura 5-1 muestra la ubicación de las estaciones de calidad de aguas que coinciden con las cuencas con observaciones fluviométricas.

Estación	Periodo de Observaciones	Número de días con datos
Río Cauquenes en el Arrayán	24/08/1966 - 06/03/2012	111
Río Cauquenes en Cauquenes (CA)	22/03/1977 - 05/12/1984	15
Pozo Lara Benavente (pocillas) Camino Cauquenes	28/10/1997 - 06/03/2012	33
Río Cauquenes en Desembocadura	17/04/1985 - 06/03/2012	72
Río Purapel en Nirivilo	25/08/1966 - 16/02/1973	31
Río Purapel en Sauzal	11/08/1966 - 23/04/2012	115
Estero Nilahue en Santa Teresa	30/01/1985 - 28/03/2012	58
Pozo Fundo La Estrella	28/10/1997 – 24/07/2012	39

Tabla 5-1 Observaciones de Conductividad Eléctrica en la zona de Estudio

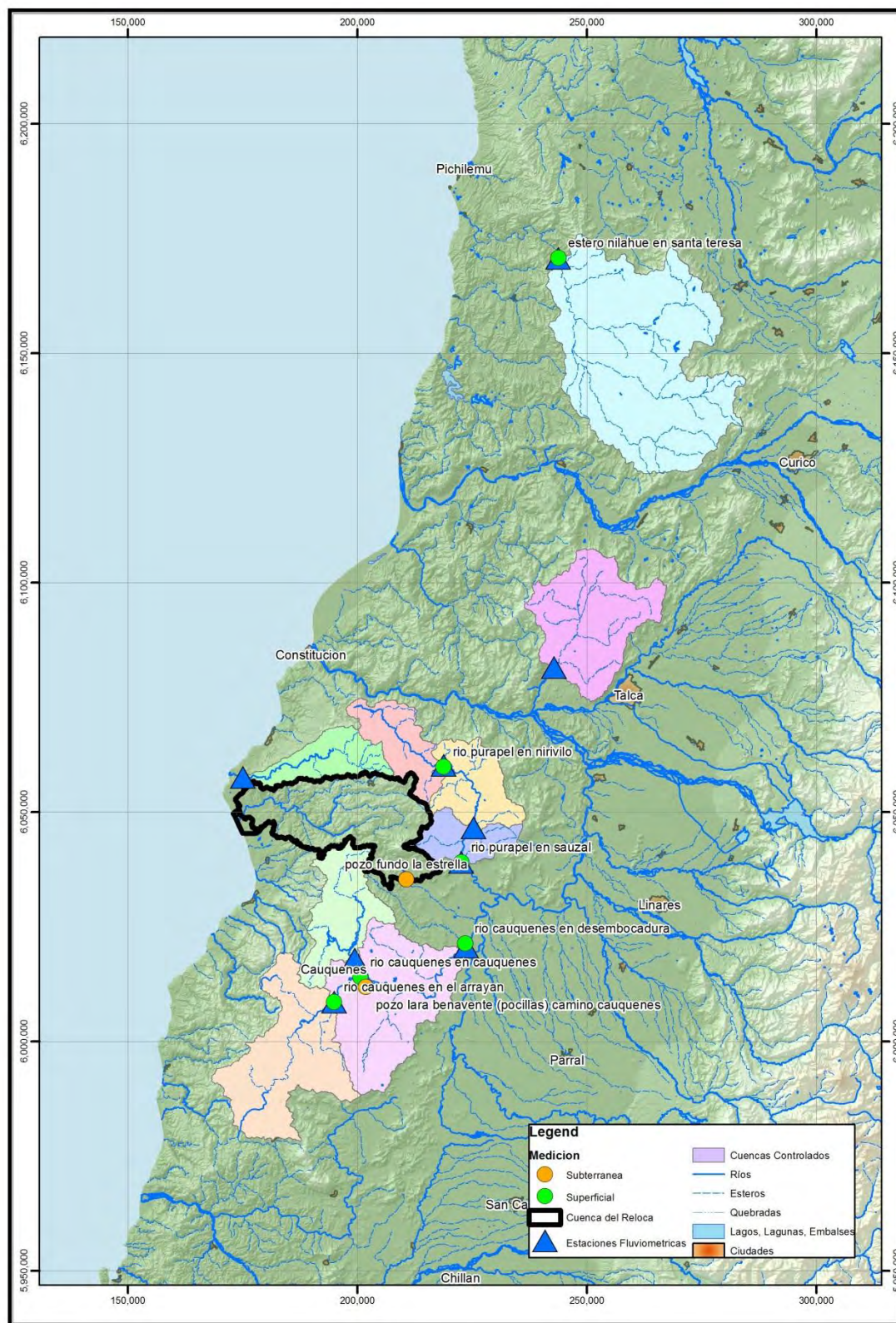


Figura 5-1 Estaciones de Calidad de Aguas

Para evaluar la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del Río Reloca se necesita una estimación del caudal natural de la cuenca. Como es una cuenca que no cuenta con estaciones fluviométricas no es posible medir el caudal de manera directa, es por esto que se realizará una modelación hidrológica utilizando el modelo de lluvia escorrentía denominado SIMHYD.

SIMHYD es un modelo de lluvia-escorrentía de parámetros concentrados, es decir, la cuenca se representa como una sola unidad con un set de parámetros característicos, los que permiten generar una serie de caudales sintéticos. La Figura 6-1, muestra un diagrama esquemático del modelo.

El modelo tiene 7 parámetros para controlar los distintos procesos hidrológicos, y requiere de la superficie de la cuenca. El detalle de los parámetros utilizados se muestra en la Tabla 6-1. Además de los parámetros requiere entradas de precipitación diaria y evapotranspiración diaria (es factible usar evapotranspiración promedio diaria para cada mes).

Parámetro
Superficie [km ²]
Coeficiente de Flujo Base
Límite Impermeable
Coeficiente de Infiltración
Perfil de Infiltración
Coeficiente de Flujo Sub-superficial
Fracción Permeable
Precipitación - Intercepción - Almacenamiento
Coeficiente de Recarga
Almacenamiento del Suelo

Tabla 6-1 Parámetros del Modelo SIMHYD

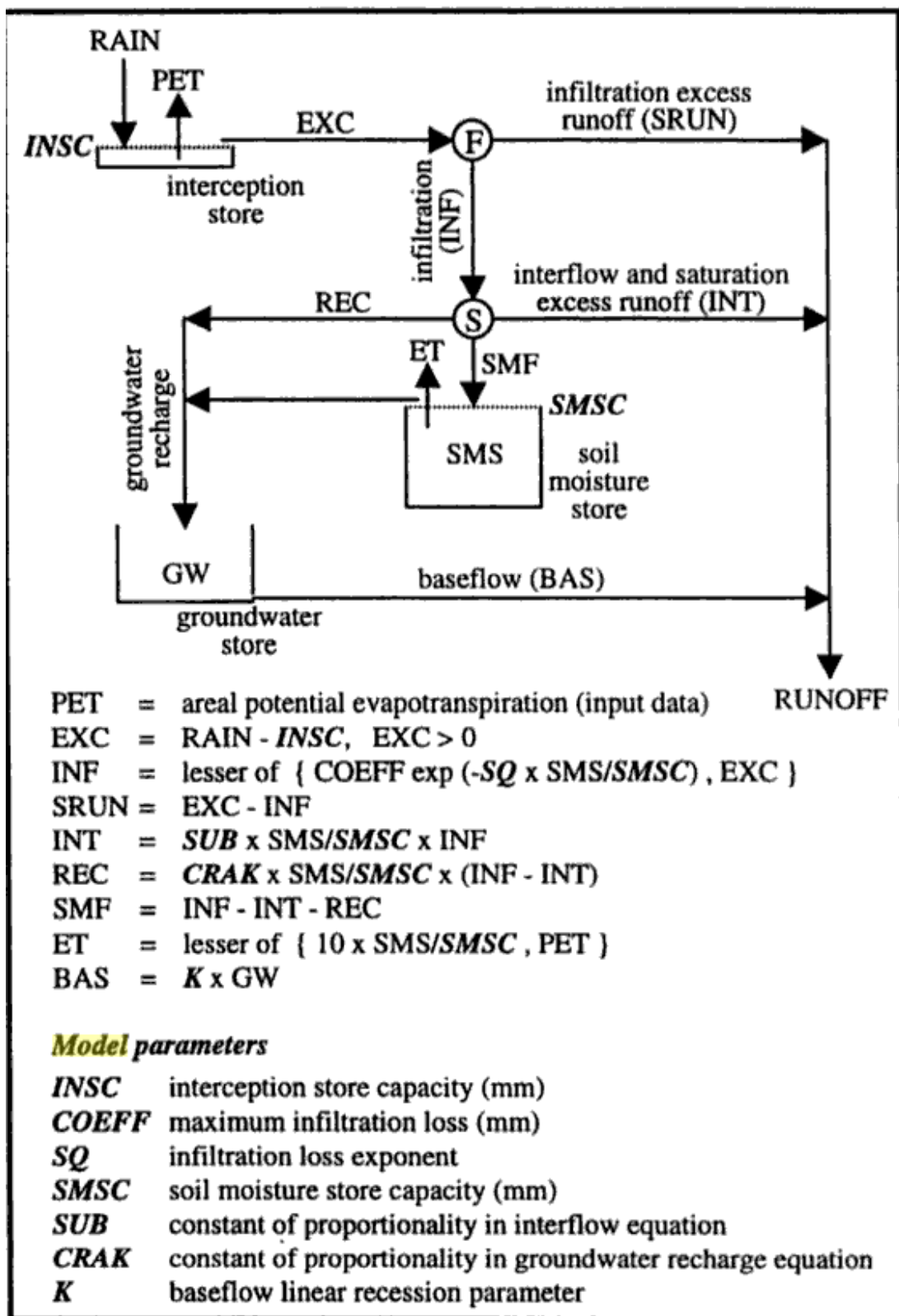


Figura 6-1 Esquema conceptual del modelo lluvia-Escorrentía SIMHYD

Como el modelo SIMHYD es un modelo conceptual y no explícitamente físico no es posible evaluar los valores de los parámetros en base de características medibles de la cuenca. Es por esto que es necesario calibrar el modelo en una cuenca vecina con características similares, y que cuente con observaciones de caudal. Un objetivo de este estudio es tratar de dimensionar, no sólo la disponibilidad del recurso superficial, sino que también la disponibilidad del recurso subterráneo. Para mejorar el comportamiento del modelo en su representación de los procesos subterráneos además de calibrar al caudal total, se calibró el flujo base.

Se identificaron 3 cuencas similares con bajos niveles de intervención y con registros de caudales y observaciones de calidad suficientes. Las cuencas de calibración son Río Purapel en Nirivilo, Río Purapel en Sauzal y Río Cauquenes en Arrayan.

7 ANÁLISIS PRECIPITACIÓN

Se analizaron precipitaciones diarias para todas las estaciones en la zona del estudio, se consideró una zona más amplia para abarcar estaciones que se pueden usar para el relleno de datos.

Las estaciones consideradas se muestran en la Figura 7-1, los periodos de datos y porcentaje de los días con datos se detallan en la Tabla 7-1

Estación	Fecha Inicio	Fecha Termino	Datos Faltantes
PANIAHUE	01-01-1979	31-08-1988	4,4%
LA CANDELARIA	01-05-1974	30-04-2012	0,9%
EL MEMBRILLO	01-05-1981	30-04-2012	0,7%
RANGUILI	01-05-1981	31-05-2012	0,6%
LA PALMA	01-03-1981	30-04-2012	2,5%
NILAHUE BARAHONA	01-01-1969	31-05-2012	4,9%
CHILLAN VIEJO	01-01-1977	31-05-2012	<0,1%
CHILLAN SENDOS	01-01-1964	31-12-1982	0,2%
CANAL DE LA LUZ EN CHILLAN	01-09-2008	31-05-2012	15,9%
MILLAUQUEN	01-02-1992	31-05-2012	1,3%
SAN AGUSTIN DE PUÑUAL	01-01-1993	31-05-2012	0,5%
NUEVA ALDEA	Antes 1960	31-05-2012	2,6%
RAFAEL	01-01-1993	31-05-2012	4,2%
RIO ITATA EN COELEMU	09-05-2009	31-05-2012	26,7%
COELEMU	01-10-1961	31-05-2012	6,9%
MANGARRAL	01-01-1992	31-05-2012	0,3%
CURICO	01-09-1971	30-04-2012	2,1%
LONTUE	01-10-1969	31-03-2012	13,6%
VILLA PRAT	01-06-1992	30-04-2012	0,5%

Estación	Fecha Inicio	Fecha Termino	Datos Faltantes
RIO MATAQUITO EN LICANTEN	01-05-2001	30-04-2012	3,2%
GUALLECO	01-09-1961	31-03-2012	0,2%
PUTU	01-07-1992	30-04-2012	Completo
QUELLA	01-08-1961	30-04-2012	0,3%
EL ALAMO	01-05-1994	30-04-2012	Completo
TUTUVEN EMBALSE	01-05-1975	30-04-2012	3,9%
LA ESTRELLA	01-06-1992	30-04-2012	0,8%
LOS HUINGANES EN CURIPEUMO	01-06-1994	30-04-2012	5,4%
NIRIVILO	01-06-1961	31-12-1985	Completo
SANTA SUSANA	01-07-1981	30-04-2012	10,8%
RIO MATAQUITO EN LICANTEN	01-05-2001	30-04-2012	3,2%
DIGUA EMBALSE	Antes 1960	31-03-2012	1,5%
LOS HUINGANES EN CURIPEUMO	01-06-1994	30-04-2012	5,4%
HUERTA DEL MAULE	01-06-1992	30-04-2012	<0,1%
PARRAL	01-01-1964	30-04-2012	<0,1%
LA SEXTA DE LONGAVI	01-06-1992	30-04-2012	0,9%
LIGUAY	01-10-1975	30-04-2012	0,3%
MELOZAL	Antes 1960	30-04-2012	2,2%
SANTA BARBARA (LINARES)	01-07-1979	31-10-1983	21,1%
LINARES	01-01-1967	31-12-2011	7,1%
RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	01-05-2001	30-04-2012	2,4%
SAN JAVIER	01-01-1970	30-04-2012	1,2%
EL GUINDO	01-01-1964	30-04-2012	0,4%
SAN RAFAEL	01-06-1992	30-04-2012	<0,1%
HUAPI	01-05-1969	30-04-2012	0,6%
EL DURAZNO	01-06-1992	30-04-2012	0,6%
TALCA U.C.	01-03-1982	30-04-2012	0,3%
TALCA	01-01-1964	31-12-1982	1,3%
RIO CLARO EN RAUQUEN	01-02-1999	30-04-2012	0,2%
PENCAHUE	01-07-1976	30-04-2012	15,7%
RIO MAULE EN FOREL	01-05-2001	30-04-2012	3,3%
CONSTITUCION	01-07-1992	30-04-2012	3,4%

Tabla 7-1 Observaciones Pluviométricas en la zona de estudio

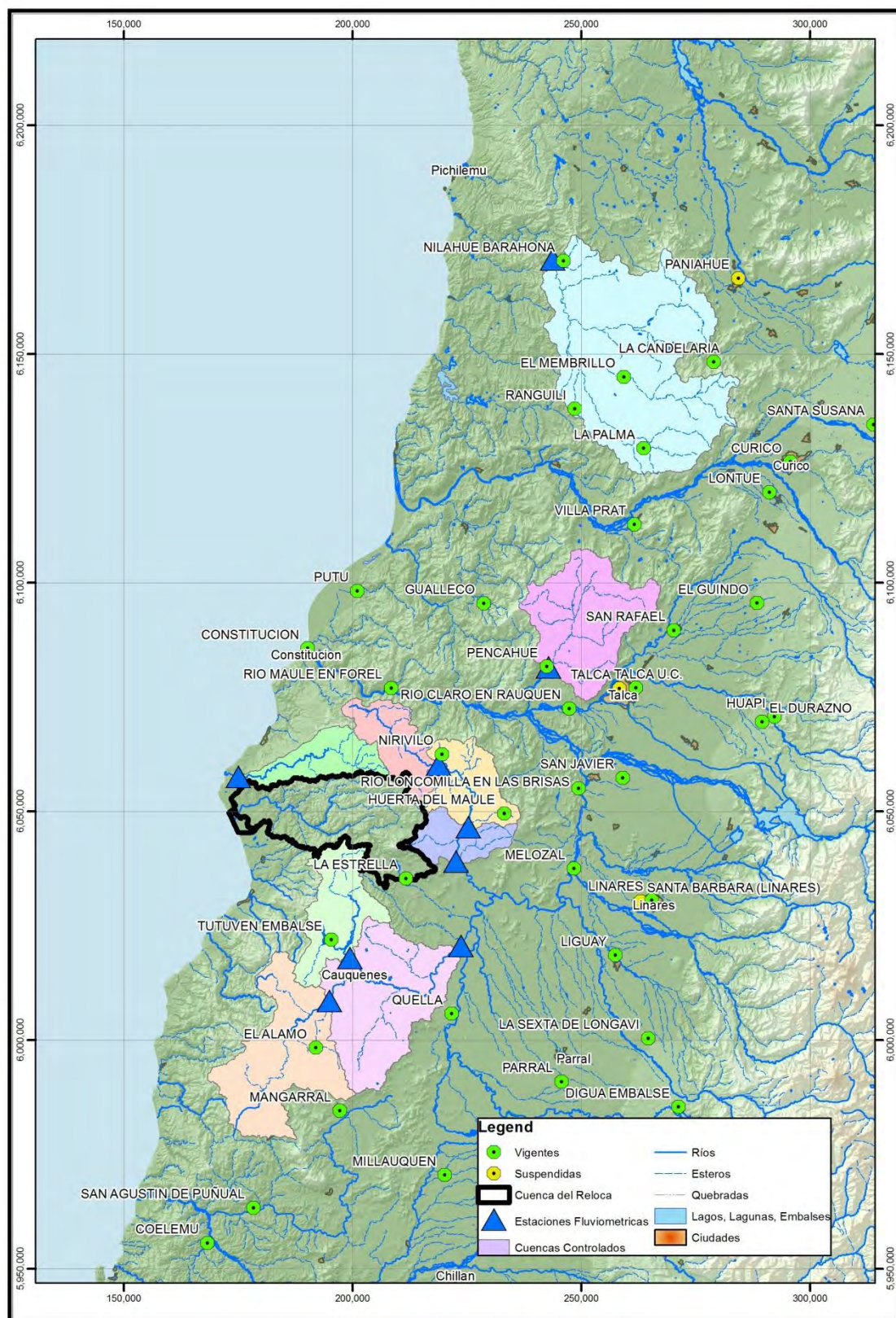


Figura 7-1 Estaciones Pluviométricas de la zona de Estudio

Se desarrolló un proceso automatizado para calcular las regresiones diarias entre cada estación y todas las otras. Luego se rellenaron los vacíos en cada registro de precipitaciones usando la mejor regresión, si no existían datos para la estación con mejor correlación se siguió con la segunda mejor y así sucesivamente. En el caso, en que no existía una estación con datos para el periodo en que existían vacíos por rellenar y además ésta estación tenía un coeficiente de correlación lineal R^2 mayor que 0.5, los vacíos no fueron rellenados.

Como resultado de este proceso se obtuvieron registros de precipitaciones rellenados desde 01 de enero de 1975 hasta el 31 de diciembre de 2011. Quedaron numerosos vacíos en el periodo anterior a 1975 que no pudieron ser rellenados según el método aplicado. Las regresiones aplicadas para cada estación se detallan en el ANEXO 1.

Se generaron curvas de doble masa en base a datos de precipitación anual para evaluar la consistencia de los datos. Las estaciones con tendencias raras se descartaron. Las curvas de doble masa se incluyen en el ANEXO 2.

Se generaron polígonos de Thiessen los cuales se usaron para determinar la proporción del aporte con que contribuye cada estación a las cuencas. Usando las proporciones como factores se calcularon las precipitaciones ponderadas por área para cada cuenca.

Los factores adoptados para cada cuenca se detallan en la Tabla 7-2. Las precipitaciones resultantes se resumieron en la Tabla 7-3.

Cuenca	Estación 1	Factor 1	Estación 2	Factor 2	Estación 3	Factor 3	Estación 4	Factor 4
Río Cauquenes en el Arrayán	El Álamo	0.72	Mangarral	0.14	San Agustín de Puñual	0.05	Tutuven Embalse	0.09
Río Purapel en Nirivilo	Huerta del Maule	0.11	La Estrella	0.05	Río Maule en Forel	0.84		
Río Purapel en Sauzal	Huerta del Maule	0.55	La Estrella	0.13	Río Maule en Forel	0.32		
Río Reloca	Constitución	0.06	La Estrella	0.69	Río Maule en Forel	0.1	Tutuven Embalse	0.15

Tabla 7-2 Factores de Ponderación Areal

Cuenca	Precipitación media anual [mm]
Río Cauquenes en el Arrayán	816
Río Purapel en Nirivilo	944
Río Purapel en Sauzal	760
Río Reloca	721

Tabla 7-3 Precipitación Media anual por cuenca

8 EVAPOTRANSPIRACIÓN

Se usaron los datos de la evaporación potencial promedio mensual estimada en el atlas bioclimático de Chile, este Atlas fue realizado por la universidad de Chile, y se encuentra publicado en <http://www.agrobiotec.uchile.cl/atlas/>. Los valores de evapotranspiración adoptados para cada cuenca se detallan en la Tabla 8-1

Cuenca	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
Río Cauquenes en el Arrayán	107.1	102.4	87.0	67.9	52.2	42.4	38.9	41.7	50.7	65.9	84.9	101.4	842.5
Río Purapel en Nirivilo	107.6	102.9	87.4	68.3	52.3	42.5	38.9	41.8	50.9	66.2	85.3	101.8	845.9
Río Purapel en Sauzal	119.2	113.5	95.6	73.4	55.3	44.2	40.3	43.5	53.7	71.1	93.1	112.3	915.2
Río Reloca	87.8	84.4	73.0	58.6	46.5	38.8	36.1	38.3	45.4	57.1	71.4	83.6	721.0

Tabla 8-1 Evapotranspiración Media Mensual por Cuencas

9 ESTIMACIÓN DEL FLUJO BASE

Se usaron datos de conductividad eléctrica (CE) como aproximación del valor de la concentración de cloruro en el agua, con el objetivo de realizar un balance de concentraciones de cloruro y estimar la proporción del caudal total proveniente del acuífero. La premisa básica consiste en que el cloruro que se concentra en las aguas subterráneas resulta de la evapotranspiración del acuífero, mientras que la escorrentía directa no es afectada en la misma forma conteniendo una concentración ambiental.

9.1 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE) AMBIENTAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA

No existen observaciones de calidad de aguas subterráneas dentro de las cuencas bajo investigación. Hay dos pozos cercanos a las cuencas en estudio y los valores típicos de estos pozos se han usado como el valor de CE ambiental del acuífero. El pozo Fundo La Estrella tiene CE variable y un valor típico que alcanza los 400 mhos/cm, el pozo Lara Benavente (Pocillas) Camino a Cauquenes con CE que ha aumentado en los últimos años y un valor típico que alcanza los 275 mhos/cm. La CE ambiental del acuífero se consideró como el promedio simple de los dos pozos, obteniéndose un valor de 340 mhos/cm. Como no se tiene información directa en las cuencas, existe una alta incertidumbre en la aplicación del balance de CE. Cabe notar que está implícito en la aplicación de valores de CE de acuíferos de otras cuencas, el supuesto de que las tasas de recarga, evapotranspiración y descarga son similares.

9.2 CE AMBIENTAL AGUA ESCORRENTÍA DIRECTA

Para estimar el valor del CE ambiental para la escorrentía directa se consideró los valores bajos observados en las estaciones de calidad de aguas superficiales en la zona. En la estación Río Cauquenes en el Arrayán se observaron varios valores alrededor del valor que finalmente fue adoptado, 30 mhos/cm. No obstante, estos valores no se ajustan bien a la relación entre caudal y CE para el río Cauquenes y debido a esta razón el valor adoptado no es muy confiable.

9.3 FILTRO DE FLUJO BASE

Usando los valores ambientales de CE del acuífero y de la escorrentía, además de los datos de CE para las estaciones superficiales, se calculó el flujo base para cada día que tenía datos de CE. Estos valores de flujo base se usaron para entrenar el filtro digital de Eckhardt.

Como el filtro Eckhardt es un filtro recursivo solo se puede usar cuando existe un registro completo de caudales totales, que no fue el caso para la mayoría de las estaciones. Para maximizar los periodos disponibles para filtrar el flujo base se rellenaron vacíos de cinco días o menos usando interpolación lineal.

Se investigó la sensibilidad del flujo base estimado con el flujo base resultante de los días anteriores, para entender el impacto de la ausencia de un dato en la serie que tiene un flujo base de cero por defecto. Se observó que después de 7 días el efecto de la ausencia de un dato en la serie es despreciable. El filtro Eckhardt se usó para separar el flujo base. Los datos estimados hasta 7 días después de la

ausencia de datos, fueron descartados. La sensibilidad del filtro a días faltantes se muestra en la siguiente Figura 9-1 a continuación.

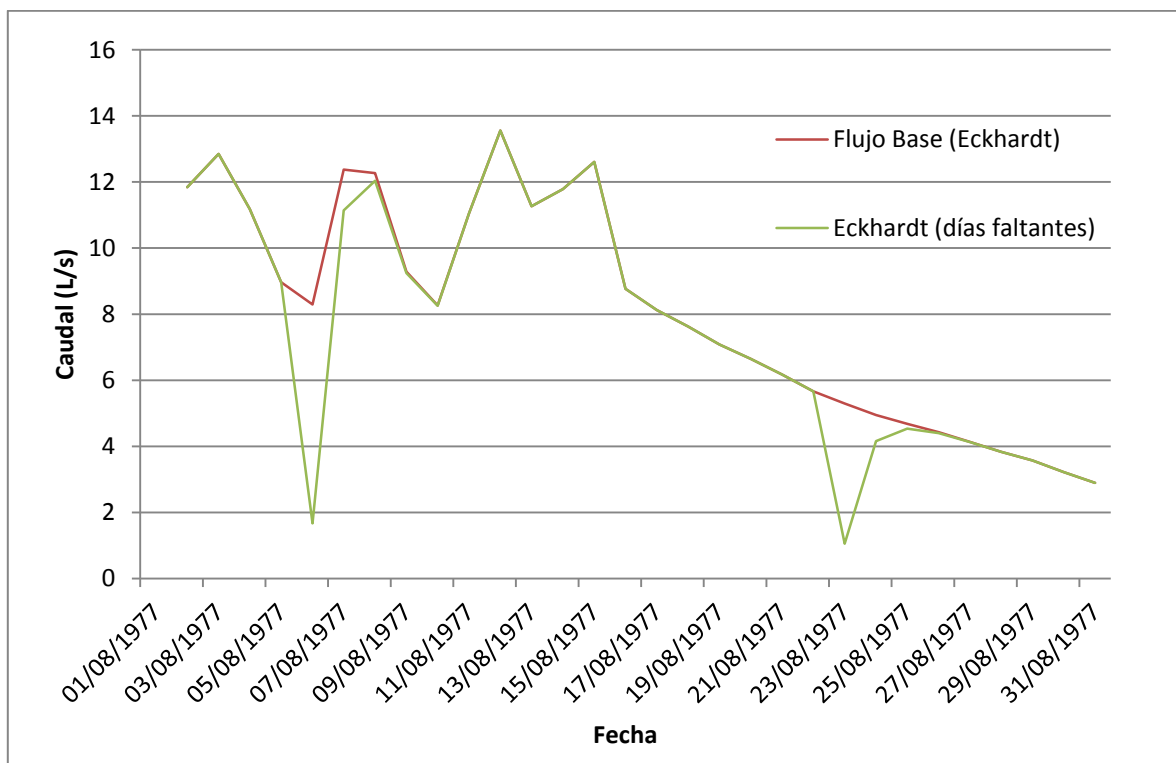


Figura 9-1 Sensibilidad al filtro recursivo Eckhardt para días faltantes

El filtro Eckhardt tiene dos parámetros BF_{Imax} (Índice de Flujo Base máximo) y α (parámetro de recesión), estos parámetros se calibraron para minimizar una función objetivo. La función objetivo comprende dos estadísticos, la eficiencia Nash Sutcliffe con una ponderación del 85% y la suma de los logaritmos de los errores al cuadrado, con la ponderación restante (15%). La eficiencia de Nash Sutcliffe para los flujos bases estimados (considerado como lo observado) a través de balance de concentraciones y los estimados por Eckhardt (considerado como lo simulado) es un estadístico general frecuentemente aplicado en la calibración de modelos hidrológicos. Se introdujo la suma de los logaritmos de los errores al cuadrado para mejorar la calibración de los caudales bajos.

9.4 RÍO CAUQUENES EN ARRAYAN

Se analizaron las relaciones entre caudal y CE para verificar que existe una relación estadística entre los dos. Se determinó la regresión en un espacio log-log que mejor representó la relación entre los variables. La regresión tiene un valor bajo de R^2 ($R^2 = 0.25$), no obstante la prueba-t reveló que el gradiente adoptado es más probable estadísticamente que un gradiente nulo. A pesar de que existe

mucha dispersión en la relación entre caudal y la CE, el análisis indica que la CE cambia en respuesta a cambios en la proporción de flujo base y no a otras fuentes como escorrentía debida al terreno salino.

Se determinaron los intervalos del 95% de confianza y los valores de CE que quedaron fuera del intervalo se descartaron del próximo paso del análisis. La Figura 9-2 muestra los resultados de la regresión para los datos de la estación fluviométrica Río Cauquenes en El Arrayán.

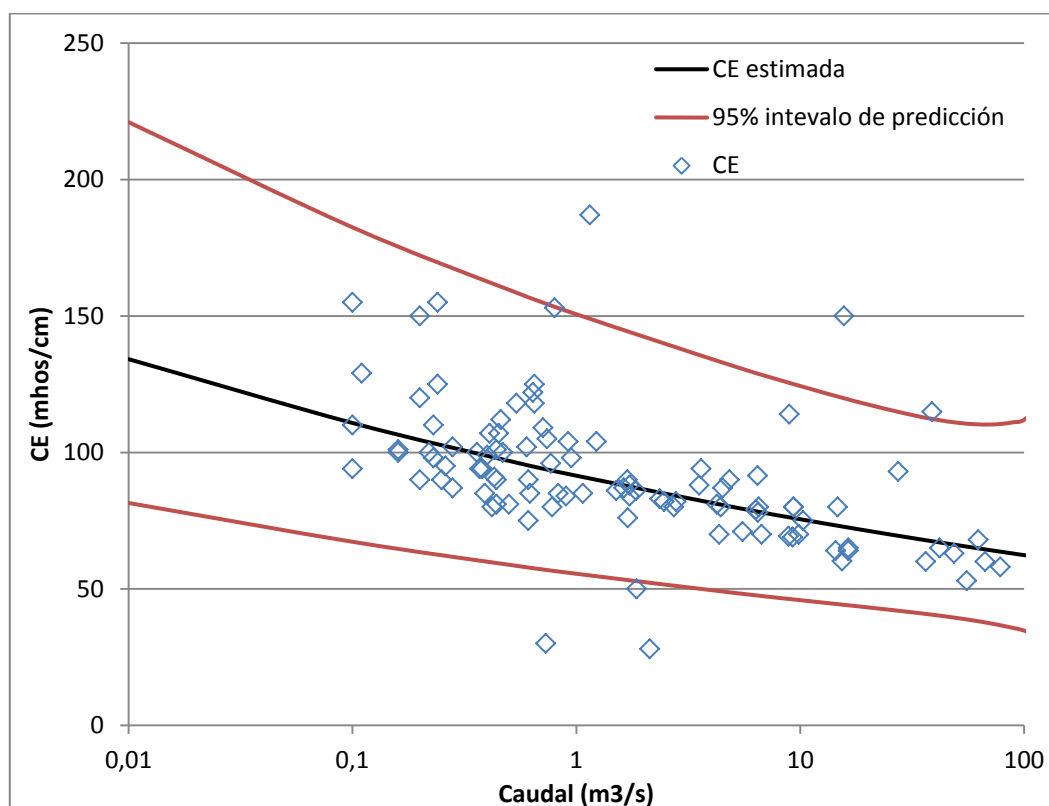


Figura 9-2 Regresión entre CE y el caudal en la estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayán

Utilizando la Ecuación 9-1 y los valores de caudal y CE no descartados por el análisis estadístico, se determinó el flujo base a través del balance de conductividad eléctrica.

$$\text{Flujo Base} = \text{Caudal Total} \times \frac{CE_{rio} - CE_{esc}}{CE_{esc} - CE_{subt}}$$

Ecuación 9-1 Flujo base a partir de las CE

Dónde:

CE_{rio} : es la conductividad eléctrica observada en el cauce,

CE_{esc} : es la conductividad eléctrica ambiental para la esorrentía (en este estudio 30 mhos/cm), y

CE_{subt} : es la conductividad eléctrica ambiental para las aguas subterráneas (en este estudio 340 mhos/cm).

Dado que el filtro Eckhardt es una función recursiva, la cual depende del valor del día anterior, necesita por tanto, de un registro continuo de caudales. Para maximizar los días con datos de caudal, fueron rellenados 136 días a través de interpolación lineal.

Los parámetros Eckhardt se calibraron utilizando la herramienta SOLVER de Excel, lográndose una eficiencia Nash Sutcliffe de 0.79, que se considera buena. Los parámetros finales del filtro Eckhardt se detallan en la Tabla 9-1 y la Figura 9-3 muestra para la estación fluviométrica Río Cauquenes en El Arrayán, el resultado de la calibración final del flujo base separado a través del filtro Eckhardt con los valores puntuales calculados con el balance de CE.

Parámetros del filtro Eckhardt	Valor
BFI _{máx}	0.157
Alfa	0.415
Nash Sutcliffe	0.794
$\sum (\log(x_o) - \log(x_m))^2$	2.200
Función objetivo	0.505

Tabla 9-1 Resultados de los estadísticos de Eckhardt para la estación fluviométrica de Río Cauquenes en El Arrayán

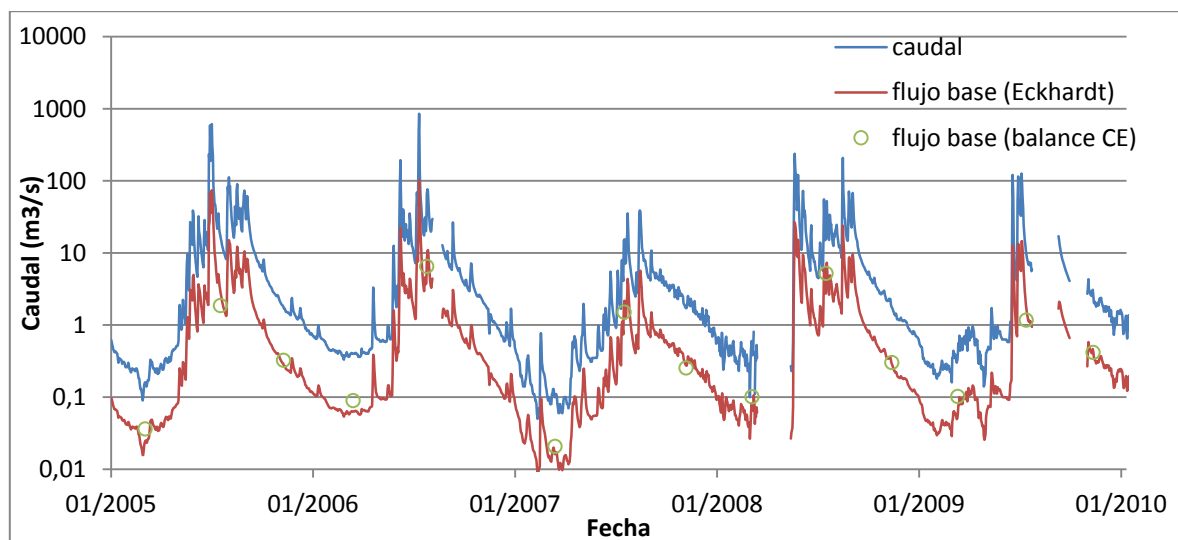


Figura 9-3 Resultados de la calibración del flujo base en la estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayán utilizando el filtro Eckhardt

9.5 RÍO PURAPEL EN NIRIVILO

Para el caso de la estación fluviométrica Río Purapel en Nirivilo se analizó la relación entre caudal y CE para verificar si existe una relación estadística entre los dos. La regresión tiene un valor muy bajo de R^2 ($R^2 = 0.003$), y la prueba-t reveló que el gradiente adoptado es menos probable estadísticamente que un gradiente de cero. Este resultado muestra que no existe una relación estadística entre caudal y CE y la estación fluviométrica Río Purapel en Nirivilo se descartó del análisis.

9.6 RÍO PURAPEL EN SAUZAL

Se analizó la relación entre caudal y CE para verificar si existe una relación estadística entre los dos. Se determinó una regresión en un espacio log-log que representó de la mejor forma una relación entre las variables. La regresión tiene un R^2 bajo ($R^2 = 0.16$), no obstante la prueba-t reveló que el gradiente adoptado es más probable estadísticamente que un gradiente de cero.

A pesar de que existe mucha dispersión en la relación entre caudal y la CE, el análisis indica que la CE cambia en respuesta a cambios en la proporción de flujo base y no a otras fuentes como escorrentía debida al terreno salino.

Se determinaron los intervalos del 95% de confianza y los valores de CE que quedaron fuera del intervalo se descartaron para el próximo paso del análisis. La Figura 9-4 muestra los resultados de la regresión para los datos de la estación fluviométrica Río Purapel en Sauzal.

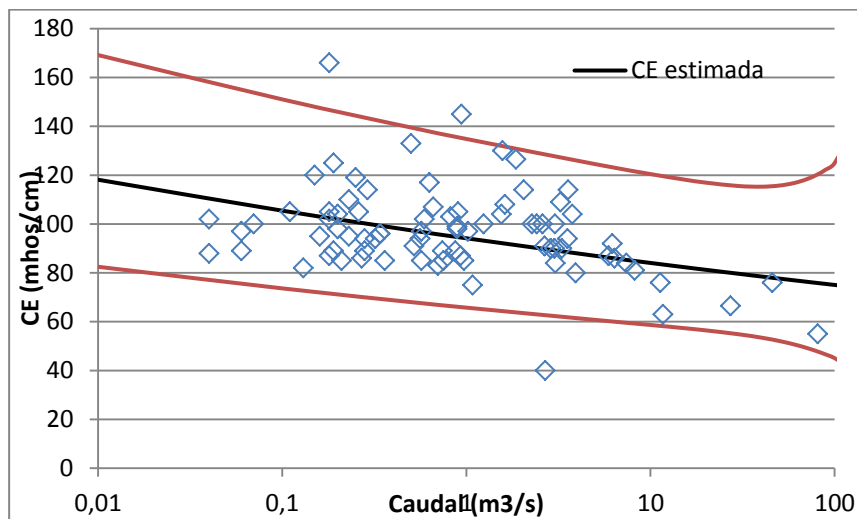


Figura 9-4 Regresión entre CE y caudal para la estación fluviométrica Río Purapel en Sauzal

Utilizando la Ecuación 9-1 y los valores de caudal y CE no descartados por el análisis estadístico, se determinó el flujo base a través del balance de conductividad eléctrica.

Como se ha mencionado, el filtro Eckhardt es una función recursiva, que depende del valor del día anterior, por tanto necesita de un registro continuo de caudales. Para maximizar los días con datos de caudal, fueron rellenados, por interpolación lineal, 136 días.

Los parámetros del filtro recursivo Eckhardt se calibraron utilizando la herramienta SOLVER de Excel, lográndose una eficiencia de Nash Sutcliffe de 0.62, la que se considera buena. Los parámetros finales del filtro Eckhardt y de la calibración se muestran en la Tabla 9-2. Por su parte la Figura 9-5 muestra el ajuste de flujo base separado a través del filtro Eckhardt con los valores puntuales calculados por balance CE.

Parámetros del filtro Eckhardt	Valor
BFI _{máx}	0.153
Alfa	0.000
Nash Sutcliffe	0.620
$\sum (\log(x_o) - \log(x_m))^2$	2.150
Función objetivo	0.646

Tabla 9-2 Resultados de los estadísticos de Eckhardt para la estación fluviométrica de Río Purapel en Sauzal

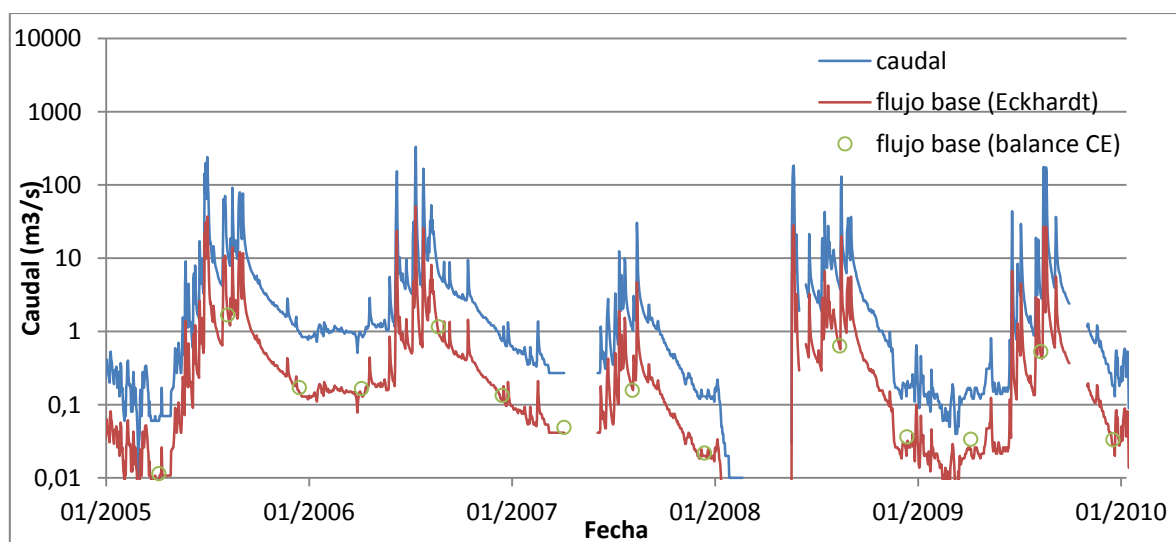


Figura 9-5 Resultados de la calibración del flujo base en la estación fluviométrica Río Purapel en Sauzal utilizando el filtro Eckhardt

Las ecuaciones del modelo SIMHYD se utilizaron en Excel para facilitar la calibración de los parámetros del modelo hidrológico a valores de flujo base, y de caudal total. Los resultados de la versión Excel se comprobaron con los resultados de la versión Windows del programa, para asegurar con esto la correcta implementación del modelo.

El modelo SIMHYD no contempla la atenuación de los peaks de caudales cuando transita la onda por el cauce, esto es un proceso importante en cuencas grandes como la cuenca del Río Reloca. Para simular tales efectos se usó un sencillo modelo de embalse lineal con la salida de caudal regida por la Ecuación 10-1 detallada a continuación la que se usó para procesar los resultados de SIMHYD.

$$Q_{salida} = k \times S^m$$

Ecuación 10-1 Modelo de embalse lineal para el volumen de agua contenida en el cauce del río

Dónde:

Q_{salida}	es el caudal de salida desde el volumen almacenado en el tramo del cauce ,
k	es un parámetro lineal,
m	es un parámetro exponencial, y
S	es el volumen almacenado en el tramo del cauce.

Se calibró el modelo en cada cuenca controlada usando Excel SOLVER maximizando el promedio de la eficiencia Nash Sutcliffe para el caudal total y la eficiencia NS para el flujo base para datos diarios.

Los modelos se calibraron para el periodo comprendido desde 1/1/1975 hasta 31/12/2005. Los modelos se validaron para el periodo 1/1/2006 hasta 31/12/2011.

10.1 RÍO CAUQUENES EN ARRAYAN

Los parámetros calibrados para la cuenca controlada por la estación Río Cauquenes en El Arrayán se muestran en la Tabla 10-1

Parámetro	Valor
Superficie [km ²]	620.76
Coeficiente de Flujo Base	0.1486
Límite Impermeable	5
Coeficiente de Infiltración	100
Perfil de Infiltración	0.8842
Coeficiente de Flujo Sub-superficial	0.6371
Fracción Permeable	0.7199
Precipitación-Intercepció-Almacenamiento	2.6014
Coeficiente de Recarga	0.572
Almacenamiento del Suelo	298.44
Parámetro de Enrutamiento <i>K</i>	0.0108
Parámetro de Enrutamiento <i>m</i>	1.8762

Tabla 10-1 Parámetros de calibración final del modelo SIMHYD para la cuenca controlada por la estación Río Cauquenes en El Arrayán

Los resultados de los indicadores de bondad de ajuste para la calibración del modelo SIMHYD en la cuenca controlada por la estación Río Cauquenes en El Arrayán, se muestran en la. Tabla 10-2

Indicador	Calibración	Validación
	01-ene-1975 - 31-dic-2005	01-ene-2006 - 31-dic-2011
Nash-Sutcliffe, Caudal diario	0.70	0.50
Nash-Sutcliffe, Flujo Base diario	0.62	0.46
Nash-Sutcliffe, Combinado diario	0.66	0.46
Nash-Sutcliffe, Caudal mensual	0.86	0.69
Nash-Sutcliffe, Flujo Base mensual	0.88	0.69
Nash-Sutcliffe, Combinado mensual	0.87	0.69

Tabla 10-2 Resultados de los indicadores de bondad de ajuste para la calibración del modelo SIMHYD en la cuenca controlada por la estación fluviométrica Río Cauquenes en El Arrayán

Los resultados de calibración son considerados buenos en base a las estadísticas diarias y excelente para los montos mensuales. Las estadísticas para la validación son comparables indicando que los parámetros no son sobre-ajustados.

10.2 RÍO PURAPEL EN SAUZAL

Los parámetros calibrados para la cuenca controlada por la estación fluviométrica Río Purapel en Sauzal se muestran en la Tabla 10-3.

Parámetro	Valor
Superficie [km ²]	668.84
Coeficiente de Flujo Base	0.2327
Límite Impermeable	5
Coeficiente de Infiltración	185.41
Perfil de Infiltración	0.8442
Coeficiente de Flujo Sub-superficial	0.4705
Fracción Permeable	0.9153
Precipitación-Intercepció-Almacenamiento	5
Coeficiente de Recarga	0.3085
Almacenamiento del Suelo	460.6
Parámetro de Enrutamiento <i>K</i>	0.0367
Parámetro de Enrutamiento <i>m</i>	1.7369

Tabla 10-3 Parámetros de calibración final del modelo SIMHYD para la cuenca controlada por la estación fluviométrica Río Purapel en Sauzal

Los resultados de los indicadores de bondad de ajuste para la calibración del modelo SIMHYD en la cuenca controlada por la estación Río Purapel en Sauzal, se muestran en la. Tabla 10-4.

Indicador	Calibración	Validación
	01-ene-1975 - 31-dic-2005	01-ene-2006 - 31-dic-2011
Nash-Sutcliffe, Caudal diario	0.76	0.80
Nash-Sutcliffe, Flujo Base diario	0.62	0.50
Nash-Sutcliffe, Combinado diario	0.69	0.65
Nash-Sutcliffe, Caudal mensual	0.90	0.94
Nash-Sutcliffe, Flujo Base mensual	0.90	0.90
Nash-Sutcliffe, Combinado mensual	0.90	0.92

Tabla 10-4 Resultados de los indicadores de bondad de ajuste para la calibración del modelo SIMHYD en la cuenca controlada por la estación fluviométrica Río Purapel en Sauzal

Los resultados de calibración son considerados buenos en base a las estadísticas diarias y excelente para los montos mensuales. Las estadísticas para la validación son comparables indicando que los parámetros no son sobre-ajustados.

Se adoptaron los valores de los parámetros calibrados para el modelo en la cuenca controlada por la estación fluviométrica Río Purapel en Sauzal, ya que éste modelo logró el mejor ajuste para los valores observados de caudal y flujo base.

El superficie de la cuenca, entradas de precipitación y evapotranspiración se actualizaron para la cuenca del Río Reloca. Los resultados se presentan en la Figura 11-1 a continuación.

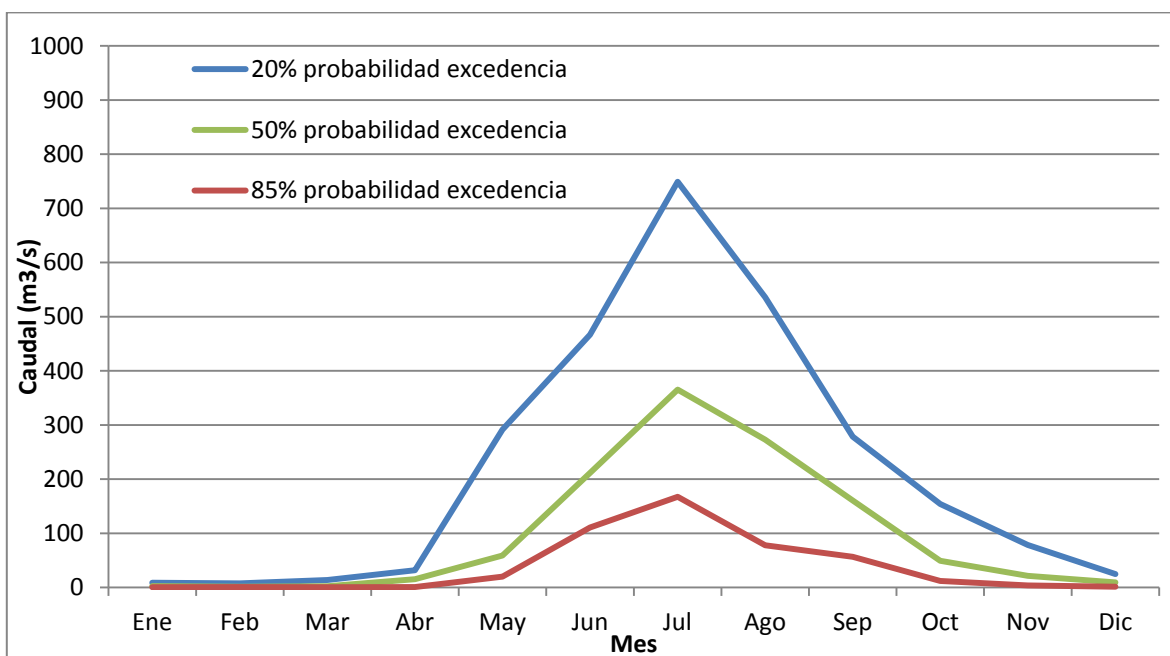


Figura 11-1 Distribución mensual de caudal para el Río Reloca

11.1 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS SUPERFICIALES

Los resultados del modelo hidrológico se consideran representativos del escenario natural. Se llevó a cabo un sencillo balance de oferta-demanda para calcular la seguridad del recurso hídrico superficial si los derechos de aprovechamiento actuales se ejercen a su límite.

La seguridad calculada fue de 68.5% de meses, un nivel muy bajo. Esto significa que el 31.5% de meses los derechos otorgados no se satisfacen. Es probable que nuevos derechos permanentes se vean afectados por derechos de terceros. Este se deduce de la Figura 11-1 ya que hay baja disponibilidad de agua en los meses de verano.

11.2 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS SUBTERRÁNEOS

Existen varias medidas de sustentabilidad para la explotación del recurso hídrico. La mayoría de éstas se basan en niveles de aguas subterráneas que no se pueden evaluar sin un modelo de aguas subterráneas. No obstante una medida crítica de la disponibilidad es el impacto sobre aguas superficiales y por ende impacto a terceros titulares de demandas superficiales y medioambientales. El criterio aplicado es el impacto sobre el caudal con probabilidad de excedencia de 85%, con un tope de impacto de 10% de este último.

Por el Río Reloca se evaluó el Q85% que dió 61 L/s bajo condiciones naturales, resultando en un flujo mínimo impactado de 55 L/s. Asumiendo que el total de los demandas subterráneas actuales son usadas y capturan hasta el 100% del flujo base el Q85% impactado resultante es de 58 L/s. Por lo tanto es posible considerar futuros demandas subterráneas pendientes de estudios con mayor detalle.

12 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

El caudal en el Río Reloca se modeló por medio del modelo hidrológico de parámetros concentrados SIMHYD. Los parámetros se calibraron por la cuenca de Río Purapel en Sauzal usando el caudal observado y el flujo base estimado por balance de conductividad eléctrica. Fue estimada la disponibilidad de agua y el potencial para nuevos derechos de aprovechamiento de forma sencilla.

Hay varios supuestos que se hicieron que deberán ser confirmados en el futuro.

- Idealmente, debería instalarse una estación combinada de caudal y calidad de aguas en el Río Reloca. . La obtención de nuevos datos permitiría recalibrar y re-validar el modelo hidrológico. Esta sería la única forma para tener una verdadera medida del desempeño del modelo y una evaluación de la oferta y de la demanda más confiable.
- El método aplicado puede ser mejorado con mejor información sobre,
 - Las extracciones históricas en las cuencas de calibración, para confirmar si es aceptable considerar las cuencas en estado natural, y si no, ajustar los caudales observados por los impactos históricos.
 - La calidad de aguas subterráneas en las cuencas de calibración es un importante variable en el balance de CE, más mediciones dentro de las cuencas darían resultados con mayor confiabilidad.

Chiew, F.H.S., Peel, M.C. and Western, A.W. (2002), Application and testing of the simple rainfall-runoff model SIMHYD, In: Mathematical Models of Small Watershed Hydrology and Applications (Editors: V.P. Singh and D.K. Frevert), Water Resources Publication, Littleton, Colorado, USA, pp.335-367.

J.M. Uribe, A. de la Fuente, R. Cabrera y M. Paneque. 2012. Atlas Bioclimático de Chile. Santiago, Chile. 232 p.

ANEXO 1 Relleno de Registros de Precipitación

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
PANIAHUE	CURICO	1,018	0,77	01-01-1975 - 26-06-1978, 29-06-1978 - 30-06-1978, 05-06-1981, 25-09-1983, 23-04-1986, 01-12-1987 - 30-04-1988, 01-09-1988 - 20-06-2005	7566
PANIAHUE	LA CANDELARIA	0,743	0,75	27-06-1978 - 28-06-1978, 01-07-1978 - 31-12-1978, 21-06-2005	187
LA CANDELARIA	CURICO	1,077	0,74	07-05-1977, 29-02-2000	2
LA CANDELARIA	EL MEMBRILLO	1,016	0,75	01-05-2011 - 31-05-2011	31
LA CANDELARIA	RANGUILI	1,077	0,81	07-06-1986, 22-07-2008, 31-07-2008, 04-09-2009, 01-10-2009 - 31-10-2009, 01-06-2010 - 30-06-2010, 28-07-2011	66
EL MEMBRILLO	CURICO	0,897	0,68	29-02-2000	1
EL MEMBRILLO	LA CANDELARIA	0,741	0,75	01-01-1975 - 06-05-1977, 08-05-1977 - 30-04-1981	2341
EL MEMBRILLO	NILAHUE BARAHONA	1,059	0,72	05-07-1977	1
EL MEMBRILLO	RANGUILI	0,899	0,77	01-06-1986 - 30-06-1986, 31-10-1988, 20-06-1994 - 23-06-1994, 30-04-1997, 21-02-1998 - 27-02-1998, 26-09-2001 - 27-09-2001, 02-10-2005	46
RANGUILI	LA CANDELARIA	0,749	0,81	01-01-1975 - 06-05-1977, 08-05-1977 - 30-04-1981, 15-06-1998	2342
RANGUILI	NILAHUE BARAHONA	1,089	0,79	05-07-1977	1
RANGUILI	RIO CLARO EN RAUQUEN	1,033	0,78	29-02-2000	1
RANGUILI	RIO MATAQUITO EN LICANTEN	0,816	0,84	01-05-2011 - 31-05-2011	31
LA PALMA	RANGUILI	0,780	0,73	01-07-1981 - 31-12-1981, 13-06-1982, 25-10-1984, 01-05-1985 - 31-05-1985, 16-07-1985, 11-09-1985 - 12-09-1985, 17-10-1985, 10-07-1986, 14-07-1986, 28-05-1987, 10-07-1987 - 16-07-1987, 21-07-1987 - 26-07-1987, 31-10-1987, 07-05-1992 - 08-05-1992, 20-05-1992, 22-05-1992, 26-05-1992, 28-05-1992, 09-07-1992 - 10-07-1992, 06-08-1992, 21-08-1992,	279

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
				15-09-1992, 01-11-1992 - 30-11-1992	
LA PALMA	RIO MATAQUITO EN LICANTEN	0,692	0,75	30-07-2005	1
LA PALMA	TALCA	0,827	0,67	01-01-1975 - 28-02-1981	2281
NILAHUE BARAHONA	LA CANDELARIA	0,606	0,73	09-05-1975, 26-06-1975, 02-07-1975, 28-07-1975, 01-09-1975 - 30-11-1975, 23-06-1976, 01-01-1977 - 31-01-1977, 13-06-1977, 01-09-1977 - 30-09-1977, 01-11-1977 - 30-11-1977, 21-07-1978, 27-08-1978, 01-10-1978 - 31-10-1978, 01-06-1979 - 30-06-1979, 29-07-1979 - 30-07-1979, 01-02-1980 - 31-03-1980, 23-06-1980 - 24-06-1980, 06-07-1980, 01-11-1980 - 30-11-1980, 01-01-1981 - 31-03-1981	436
NILAHUE BARAHONA	RANGUILI	0,727	0,79	30-08-1988, 17-06-1994, 02-12-1994, 28-07-1995, 07-08-1998, 01-02-2000 - 28-02-2000, 01-06-2003 - 30-06-2003, 01-07-2011 - 31-07-2011	94
NILAHUE BARAHONA	RIO CLARO EN RAUQUEN	0,806	0,72	29-02-2000	1
CHILLAN VIEJO	CHILLAN SENDOS	0,891	0,85	01-01-1975 - 31-12-1976	761
CHILLAN VIEJO	PARRAL	0,918	0,74	30-09-1986, 29-05-1987, 30-06-1988	3
CHILLAN SENDOS	CHILLAN VIEJO	0,955	0,85	01-01-1983 - 29-09-1986, 01-10-1986 - 28-05-1987, 30-05-1987 - 29-06-1988	2005
CHILLAN SENDOS	TUTUVEN EMBALSE	0,812	0,69	30-09-1986, 29-05-1987, 30-06-1988	3
CANAL DE LA LUZ EN CHILLAN	CHILLAN VIEJO	0,779	0,92	01-01-1977 - 29-09-1986, 01-10-1986 - 28-05-1987, 30-05-1987 - 29-06-1988, 01-07-1988 - 31-08-2008, 01-10-2008 - 28-02-2009, 01-04-2009 - 24-05-2009, 16-06-2009, 24-06-2010 - 30-06-2010, 11-07-2011	11777
CANAL DE LA LUZ EN CHILLAN	PARRAL	0,761	0,75	01-01-1975 - 31-12-1976, 30-09-1986, 29-05-1987, 30-06-1988	9317
MILLAUQUEN	CHILLAN VIEJO	0,774	0,70	01-01-1977 - 29-09-1986, 01-10-1986 - 28-05-1987, 30-05-1987 - 29-06-1988, 01-07-1988 - 31-01-1992,	5603

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
				02-06-2002 - 03-06-2002, 09-05-2005, 25-05-2005, 06-09-2006, 30-04-2007, 01-06-2008 - 17-06-2008, 30-09-2008, 03-07-2009 - 06-07-2009, 01-09-2009 - 31-10-2009, 06-02-2010 - 07-02-2010, 11-03-2011, 02-06-2011, 04-06-2011, 06-06-2011 - 07-06-2011, 24-07-2011	
MILLAUQUEN	PARRAL	0,838	0,70	01-01-1975 - 31-12-1976, 30-09-1986, 29-05-1987, 30-06-1988	906
SAN AGUSTIN DE PUÑUAL	CHILLAN VIEJO	0,819	0,76	01-01-1977 - 29-09-1986, 01-10-1986 - 28-05-1987, 30-05-1987 - 29-06-1988, 01-07-1988 - 31-12-1991, 03-05-1992 - 04-05-1992, 24-05-1992 - 25-05-1992	5479
SAN AGUSTIN DE PUÑUAL	EL ALAMO	0,941	0,80	01-10-2000, 13-07-2003, 18-09-2003, 01-07-2008 - 31-07-2008, 27-08-2010	35
SAN AGUSTIN DE PUÑUAL	MANGARRAL	0,926	0,79	01-01-1992 - 02-05-1992, 05-05-1992 - 23-05-1992, 26-05-1992 - 31-12-1992	362
SAN AGUSTIN DE PUÑUAL	NUEVA ALDEA	0,798	0,68	01-01-1975 - 30-06-1976, 01-08-1976 - 31-12-1976, 30-09-1986, 29-05-1987, 30-06-1988	862
SAN AGUSTIN DE PUÑUAL	PARRAL	0,822	0,66	01-07-1976 - 31-07-1976	31
NUEVA ALDEA	CHILLAN SENDOS	0,867	0,65	01-07-1976 - 31-07-1976	31
NUEVA ALDEA	CHILLAN VIEJO	0,817	0,74	01-04-1977 - 30-04-1977, 27-03-1990, 01-08-1996 - 31-08-1996, 27-04-2001, 01-10-2007 - 31-10-2007, 17-04-2010, 23-06-2010, 08-11-2011	97
RAFAEL	NUEVA ALDEA	1,047	0,60	01-01-1975 - 30-06-1976, 01-08-1976 - 31-03-1977, 01-05-1977 - 26-03-1990, 28-03-1990 - 31-12-1992, 01-11-2001 - 30-11-2001, 27-02-2002, 18-08-2002, 16-10-2004 - 31-10-2004, 01-07-2005 - 31-12-2005, 05-06-2006, 06-07-2007 - 31-07-2007, 17-05-2008 - 18-05-2008, 22-05-2008, 25-05-2008 - 26-05-2008, 05-05-2010, 28-08-2011	6831

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
RIO ITATA EN COELEMU	CHILLAN VIEJO	0,647	0,81	01-01-1977 - 29-09-1986, 01-10-1986 - 28-05-1987, 30-05-1987 - 29-06-1988, 01-07-1988 - 30-04-1994	6326
RIO ITATA EN COELEMU	COELEMU	0,763	0,80	01-07-1975 - 31-12-1976, 30-09-1986, 29-05-1987, 30-06-1988	553
RIO ITATA EN COELEMU	EL ALAMO	0,642	0,83	01-05-1994 - 08-05-2009, 28-06-2009, 01-08-2009 - 25-05-2010	5786
RIO ITATA EN COELEMU	NUEVA ALDEA	0,530	0,60	01-01-1975 - 30-06-1975	305
COELEMU	EL ALAMO	0,799	0,63	01-03-2004, 11-04-2006, 23-12-2006, 07-03-2007, 14-08-2008 - 31-08-2008, 06-02-2010	23
COELEMU	NUEVA ALDEA	0,719	0,62	01-01-1975 - 30-06-1975	765
MANGARRAL	CHILLAN VIEJO	0,758	0,71	01-01-1977 - 29-09-1986, 01-10-1986 - 28-05-1987, 30-05-1987 - 29-06-1988, 01-07-1988 - 31-12-1991, 03-05-1992 - 04-05-1992, 24-05-1992 - 25-05-1992	5479
MANGARRAL	EL ALAMO	0,915	0,82	28-07-2001, 01-09-2003 - 18-09-2003, 20-05-2004 - 21-05-2004, 31-08-2006	22
MANGARRAL	PARRAL	0,765	0,64	01-01-1975 - 30-04-1975, 01-01-1976 - 30-04-1976, 01-06-1976 - 31-12-1976	1147
MANGARRAL	TUTUVEN EMBALSE	0,757	0,65	01-05-1975 - 31-12-1975, 01-05-1976 - 31-05-1976, 30-09-1986, 29-05-1987, 30-06-1988	279
CURICO	LONTUE	0,913	0,80	27-06-1978 - 28-06-1978, 01-07-1978 - 31-12-1978, 01-09-1979 - 30-09-1979, 01-11-1979 - 31-12-1979, 01-03-1986 - 31-03-1986, 12-04-1987, 21-06-2005	310
LONTUE	CURICO	0,880	0,80	01-01-1975 - 31-07-1976, 21-08-1986, 30-04-1987, 31-07-1987, 01-11-1989 - 30-11-1989, 16-04-1990, 01-04-1992, 03-04-1992, 21-04-1992, 28-04-1992, 23-06-1992 - 24-06-1992, 10-07-1992, 29-05-2001, 21-07-2006, 19-08-2008, 21-07-2010, 15-07-2011, 17-07-2011, 01-10-2011 - 31-10-2011	3039
VILLA PRAT	EL GUINDO	0,706	0,60	09-05-1975, 26-06-1975, 02-07-1975, 28-07-1975,	436

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
				01-09-1975 - 30-11-1975, 23-06-1976, 01-01-1977 - 31-01-1977, 13-06-1977, 01-09-1977 - 30-09-1977, 01-11-1977 - 30-11-1977, 21-07-1978, 27-08-1978, 01-10-1978 - 31-10-1978, 01-06-1979 - 30-06-1979, 29-07-1979 - 30-07-1979, 01-02-1980 - 31-03-1980, 23-06-1980 - 24-06-1980, 06-07-1980, 01-11-1980 - 30-11-1980, 01-01-1981 - 31-03-1981	
VILLA PRAT	NILAHUE BARAHONA	0,815	0,61	01-01-1975 - 08-05-1975, 10-05-1975 - 25-06-1975, 27-06-1975 - 01-07-1975, 03-07-1975 - 27-07-1975, 29-07-1975 - 31-08-1975, 01-12-1975 - 22-06-1976, 24-06-1976 - 31-12-1976, 01-02-1977 - 12-06-1977, 14-06-1977 - 31-08-1977, 01-10-1977 - 31-10-1977, 01-12-1977 - 20-07-1978, 22-07-1978 - 26-08-1978, 28-08-1978 - 30-09-1978, 01-11-1978 - 31-05-1979, 01-07-1979 - 28-07-1979, 31-07-1979 - 31-01-1980, 01-04-1980 - 22-06-1980, 25-06-1980 - 05-07-1980, 07-07-1980 - 31-10-1980, 01-12-1980 - 31-12-1980, 01-04-1981 - 30-04-1981	1936
VILLA PRAT	RANGUILI	0,699	0,65	01-05-1981 - 31-05-1992, 07-07-2003, 13-07-2003, 02-08-2004, 01-07-2005, 31-07-2008, 04-09-2009 - 05-09-2009, 01-03-2010 - 31-03-2010, 11-08-2011, 17-08-2011	4089
RIO MATAQUITO EN LICANTEN	GUALLECO	0,905	0,82	01-01-1975 - 30-06-1976, 01-09-1976 - 30-09-1977, 01-05-1978 - 31-05-1978, 01-08-1978 - 31-12-1978, 01-03-1979 - 31-03-1979, 01-02-1980 - 29-02-1980, 01-04-1981 - 30-04-1981	1351
RIO MATAQUITO EN LICANTEN	PENCAHUE	1,137	0,84	01-07-1976 - 31-08-1976, 01-10-1977 - 30-04-1978, 01-06-1978 - 31-07-1978, 01-01-1979 - 28-02-1979, 01-04-1979 - 31-01-1980, 01-03-1980 - 31-03-1981, 15-06-1998, 29-02-2000	1098

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
RIO MATAQUITO EN LICANTEN	RANGUILI	1,034	0,84	01-05-1981 - 14-06-1998, 16-06-1998 - 28-02-2000, 01-03-2000 - 30-04-2001, 15-09-2002, 01-05-2005 - 31-05-2005, 20-12-2008, 01-06-2009 - 30-06-2009, 01-10-2009 - 30-11-2009, 27-10-2010 - 28-10-2010, 02-09-2011, 08-09-2011	7431
GUALLECO	RIO CLARO EN RAUQUEN	1,195	0,84	01-09-2011 - 30-09-2011	30
PUTU	GUALLECO	0,846	0,74	01-01-1975 - 30-06-1976, 01-09-1976 - 30-09-1977, 01-05-1978 - 31-05-1978, 01-08-1978 - 31-12-1978, 01-03-1979 - 31-03-1979, 01-02-1980 - 29-02-1980, 01-04-1981 - 30-04-1981, 01-07-1981 - 30-09-1981, 01-06-1983 - 31-05-1986, 01-07-1986 - 31-07-1986, 01-04-1987 - 07-04-1987, 27-05-1987, 31-05-1987, 31-05-1988, 01-02-1989, 01-04-1989 - 30-04-1989, 01-07-1989 - 31-08-1989	2629
PUTU	PENCAHUE	1,050	0,75	01-07-1976 - 31-08-1976, 01-10-1977 - 30-04-1978, 01-06-1978 - 31-07-1978, 01-01-1979 - 28-02-1979, 01-04-1979 - 31-01-1980, 01-03-1980 - 31-03-1981, 01-05-1981 - 30-06-1981, 01-10-1981 - 31-05-1983, 01-06-1986 - 30-06-1986, 01-08-1986 - 31-03-1987, 08-04-1987 - 26-05-1987, 28-05-1987 - 30-05-1987, 01-06-1987 - 30-05-1988, 01-06-1988 - 31-01-1989, 02-02-1989 - 31-03-1989, 01-05-1989 - 30-06-1989, 01-09-1989 - 30-06-1992	3853
QUELLA	LA ESTRELLA	0,809	0,72	05-05-2001 - 06-05-2001, 12-06-2001, 04-09-2003, 26-09-2003, 30-09-2003, 08-06-2004, 28-06-2004, 12-07-2007, 04-09-2009, 01-01-2010 - 31-01-2010, 12-04-2011, 18-06-2011, 28-06-2011 - 29-06-2011	45
EL ALAMO	CHILLAN VIEJO	0,788	0,77	01-09-1977 - 31-12-1977, 02-05-1987 - 04-05-1987, 07-05-1987 - 15-05-1987, 17-05-1987 - 23-05-1987,	149

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
				26-05-1987 - 27-05-1987, 30-05-1987 - 31-05-1987, 25-08-1987, 31-03-1988, 30-04-1988, 31-05-1988	
EL ALAMO	MANGARRAL	0,897	0,82	01-01-1992 - 02-05-1992, 05-05-1992 - 23-05-1992, 26-05-1992 - 30-04-1994	847
EL ALAMO	PARRAL	0,835	0,74	01-01-1975 - 30-04-1975, 01-01-1976 - 30-04-1976, 01-06-1976 - 31-12-1976	639
EL ALAMO	TUTUVEN EMBALSE	0,837	0,79	01-05-1975 - 31-12-1975, 01-05-1976 - 31-05-1976, 01-01-1977 - 31-08-1977, 01-01-1978 - 01-05-1987, 05-05-1987 - 06-05-1987, 16-05-1987, 24-05-1987 - 25-05-1987, 28-05-1987 - 29-05-1987, 01-06-1987 - 24-08-1987, 26-08-1987 - 30-03-1988, 01-04-1988 - 29-04-1988, 01-05-1988 - 30-05-1988, 01-06-1988 - 31-12-1991, 03-05-1992 - 04-05-1992, 24-05-1992 - 25-05-1992	5609
TUTUVEN EMBALSE	EL ALAMO	0,948	0,79	30-07-1995, 24-09-1995 - 25-09-1995, 05-09-1997, 30-09-1999, 29-02-2000, 01-03-2009 - 31-03-2009, 07-11-2010	38
TUTUVEN EMBALSE	PARRAL	0,880	0,74	01-01-1975 - 30-04-1975, 01-01-1976 - 30-04-1976, 01-06-1976 - 31-12-1976, 01-09-1977 - 31-12-1977, 02-05-1987 - 04-05-1987, 07-05-1987 - 15-05-1987, 17-05-1987 - 23-05-1987, 26-05-1987 - 27-05-1987, 30-05-1987 - 31-05-1987, 25-08-1987, 31-03-1988, 30-04-1988, 31-05-1988	7057
LA ESTRELLA	EL ALAMO	0,732	0,76	01-09-1996 - 30-09-1996	30
LA ESTRELLA	PARRAL	0,684	0,74	01-01-1975 - 30-04-1975, 01-01-1976 - 30-04-1976, 01-06-1976 - 31-12-1976, 01-09-1977 - 31-12-1977, 02-05-1987 - 04-05-1987, 07-05-1987 - 15-05-1987, 17-05-1987 - 23-05-1987, 26-05-1987 - 27-05-1987, 30-05-1987 - 31-05-1987, 25-08-1987, 31-03-1988, 30-04-1988, 31-05-1988	1022

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
LA ESTRELLA	RIO MAULE EN FOREL	0,560	0,80	31-05-2002, 01-06-2008 - 30-06-2008	31
LA ESTRELLA	TUTUVEN EMBALSE	0,675	0,75	01-05-1975 - 31-12-1975, 01-05-1976 - 31-05-1976, 01-01-1977 - 31-08-1977, 01-01-1978 - 01-05-1987, 05-05-1987 - 06-05-1987, 16-05-1987, 24-05-1987 - 25-05-1987, 28-05-1987 - 29-05-1987, 01-06-1987 - 24-08-1987, 26-08-1987 - 30-03-1988, 01-04-1988 - 29-04-1988, 01-05-1988 - 30-05-1988, 01-06-1988 - 31-05-1992	5757
LOS HUINGANES EN CURIPEUMO	DIGUA EMBALSE	0,444	0,68	13-05-1984	1
LOS HUINGANES EN CURIPEUMO	PARRAL	0,685	0,77	01-01-1975 - 12-05-1984, 14-05-1984 - 31-05-1994, 01-11-1998 - 30-11-1998, 01-01-2002 - 31-01-2002, 01-06-2002 - 30-06-2002, 09-07-2004, 11-07-2004 - 13-07-2004, 11-03-2005, 07-06-2005, 09-06-2005, 14-06-2005 - 15-06-2005, 13-10-2006, 16-12-2006, 24-12-2006, 06-12-2007, 27-12-2007, 01-05-2008 - 31-05-2008, 01-09-2008, 01-12-2009 - 30-06-2010, 04-07-2010 - 08-07-2010, 10-07-2010	8723
SANTA SUSANA	CURICO	1,069	0,75	01-01-1975 - 26-06-1978, 29-06-1978 - 30-06-1978, 01-01-1979 - 31-08-1979, 01-10-1979 - 31-10-1979, 01-01-1980 - 30-06-1981, 01-08-1981 - 30-09-1981, 01-01-1982 - 31-12-1984, 31-05-1987, 01-12-1988 - 31-12-1988, 01-10-1989 - 31-10-1989	12811
SANTA SUSANA	LA CANDELARIA	0,825	0,71	27-06-1978 - 28-06-1978, 01-07-1978 - 31-12-1978, 01-09-1979 - 30-09-1979, 01-11-1979 - 31-12-1979	277
DIGUA EMBALSE	LA SEXTA DE LONGAVI	1,110	0,86	29-02-2000, 01-11-2011 - 30-11-2011	31
DIGUA EMBALSE	PARRAL	1,271	0,81	01-01-1975 - 31-01-1975, 01-11-1976 - 30-11-1976, 01-07-1979 - 31-12-1979, 10-06-1986	359
HUERTA DEL MAULE	LINARES	0,698	0,61	01-01-1979 - 31-12-1979	365
HUERTA DEL MAULE	MELOZAL	0,795	0,65	01-01-1975 - 31-12-1978, 01-01-1980 - 31-05-1992	6534

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
HUERTA DEL MAULE	RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	0,835	0,80	17-06-2005	1
PARRAL	DIGUA EMBALSE	0,634	0,81	13-05-1984, 11-07-1997	2
PARRAL	LA SEXTA DE LONGAVI	0,737	0,78	29-02-2000	1
LA SEXTA DE LONGAVI	DIGUA EMBALSE	0,776	0,86	01-02-1975 - 31-10-1976, 01-12-1976 - 30-06-1979, 01-01-1980 - 09-06-1986, 11-06-1986 - 31-05-1992, 01-06-2000 - 30-06-2000, 28-08-2005 - 31-08-2005, 01-10-2005 - 31-10-2005, 17-06-2006 - 18-06-2006	6182
LA SEXTA DE LONGAVI	PARRAL	1,061	0,78	01-01-1975 - 31-01-1975, 01-11-1976 - 30-11-1976, 01-07-1979 - 31-12-1979, 10-06-1986	4568
LIGUAY	DIGUA EMBALSE	0,593	0,76	01-02-1975 - 30-09-1975, 30-07-1995, 31-12-1995, 01-08-2000, 01-09-2006 - 30-09-2006	275
LIGUAY	LA SEXTA DE LONGAVI	0,700	0,76	29-02-2000	1
LIGUAY	MELOZAL	0,995	0,76	01-01-1975 - 31-01-1975	2052
MELOZAL	RIO CLARO EN RAUQUEN	0,972	0,82	29-02-2000	1
MELOZAL	RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	0,859	0,87	07-11-2006	1
MELOZAL	SAN JAVIER	0,867	0,79	01-01-1979 - 31-12-1979, 30-09-1995, 31-10-1995, 31-12-1995	368
SANTA BARBARA (LINARES)	LINARES	0,649	0,61	01-01-1975 - 30-09-1976, 01-11-1976 - 30-11-1976, 01-04-1977 - 31-07-1977, 01-11-1977 - 30-11-1977, 01-01-1978 - 30-04-1978, 01-01-1979 - 30-06-1979, 01-01-1981 - 30-09-1981, 01-03-1983 - 30-04-1983, 01-11-1983 - 31-08-1996, 01-10-1996 - 31-08-2008	12495
LINARES	LIGUAY	0,850	0,75	08-08-1977, 01-10-1977 - 31-10-1977	32
LINARES	RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	1,004	0,87	01-09-2008 - 30-09-2008	30
LINARES	SAN JAVIER	0,948	0,78	01-10-1976 - 31-10-1976, 01-12-1976 - 31-03-1977, 01-08-1977 - 07-08-1977, 09-08-1977 - 30-09-1977,	518

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
				01-12-1977 - 31-12-1977, 01-05-1978 - 31-12-1978, 01-09-1996 - 30-09-1996	
RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	LINARES	0,870	0,87	01-01-1975 - 30-09-1976, 01-11-1976 - 30-11-1976, 01-04-1977 - 31-07-1977, 01-11-1977 - 30-11-1977, 01-01-1978 - 30-04-1978, 01-01-1979 - 31-08-1996, 01-10-1996 - 31-01-1999, 10-06-1999 - 11-06-1999, 23-06-1999, 28-06-1999, 23-06-2000 - 25-06-2000, 27-06-2000 - 30-06-2000	9444
RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	MELOZAL	1,008	0,87	08-08-1977, 01-10-1977 - 31-10-1977	32
RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	RIO CLARO EN RAUQUEN	1,103	0,90	01-02-1999 - 09-06-1999, 12-06-1999 - 22-06-1999, 24-06-1999 - 27-06-1999, 29-06-1999 - 22-06-2000, 26-06-2000, 01-07-2000 - 30-04-2001, 05-05-2001 - 07-05-2001, 14-05-2001, 06-06-2005, 27-04-2008, 01-05-2008 - 21-07-2008, 14-06-2010, 04-07-2010, 10-07-2010 - 11-07-2010, 27-07-2010, 29-07-2010 - 30-07-2010	904
RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	SAN JAVIER	0,977	0,87	01-10-1976 - 31-10-1976, 01-12-1976 - 31-03-1977, 01-08-1977 - 07-08-1977, 09-08-1977 - 30-09-1977, 01-12-1977 - 31-12-1977, 01-05-1978 - 31-12-1978, 01-09-1996 - 30-09-1996	518
SAN JAVIER	RIO CLARO EN RAUQUEN	1,057	0,87	01-07-2001 - 31-07-2001, 01-12-2005 - 31-01-2006, 01-12-2006 - 31-12-2006, 23-07-2010	125
SAN JAVIER	TALCA	1,011	0,79	08-08-1977, 01-10-1977 - 31-10-1977, 15-05-1981	33
SAN JAVIER	TALCA U.C.	1,069	0,85	04-04-1987, 13-04-1987, 21-04-1987, 01-12-1989 - 31-12-1989, 10-07-1992	35
EL GUINDO	HUAPI	0,651	0,76	30-04-1987, 31-05-1987	2
EL GUINDO	RIO CLARO EN RAUQUEN	0,998	0,77	25-07-2006, 03-10-2006, 22-06-2007	3
SAN RAFAEL	HUAPI	0,647	0,69	01-01-1975 - 30-06-1976, 01-09-1976 - 30-09-1977,	2960

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
				01-05-1978 - 31-05-1978, 01-08-1978 - 31-12-1978, 01-03-1979 - 31-03-1979, 01-02-1980 - 29-02-1980, 01-04-1981 - 30-04-1981, 01-07-1981 - 30-09-1981	
SAN RAFAEL	PENCAHUE	0,874	0,70	01-07-1976 - 31-08-1976, 01-10-1977 - 30-04-1978, 01-06-1978 - 31-07-1978, 01-01-1979 - 28-02-1979, 01-04-1979 - 31-01-1980, 01-03-1980 - 31-03-1981, 01-05-1981 - 30-06-1981, 01-10-1981 - 28-02-1982	1308
SAN RAFAEL	RIO CLARO EN RAUQUEN	0,988	0,76	14-08-2004, 02-09-2005	2
SAN RAFAEL	TALCA U.C.	0,992	0,74	01-03-1982 - 31-05-1992	3745
HUAPI	EL DURAZNO	0,927	0,78	01-09-2001 - 30-09-2001, 01-07-2006 - 31-07-2006, 03-09-2007	62
HUAPI	EL GUINDO	1,163	0,76	01-05-1992 - 31-05-1992	31
EL DURAZNO	EL GUINDO	1,060	0,74	01-05-1992 - 31-05-1992	31
EL DURAZNO	HUAPI	0,843	0,78	01-01-1975 - 30-04-1992, 01-05-1995 - 06-05-1995, 19-07-2003, 16-11-2003, 28-06-2004, 26-07-2004 - 27-07-2004, 03-08-2004, 09-05-2005, 01-08-2006 - 31-08-2006, 12-09-2010	7954
TALCA U.C.	RIO CLARO EN RAUQUEN	0,936	0,92	01-07-2011 - 31-07-2011	31
TALCA U.C.	TALCA	1,011	0,98	01-01-1975 - 28-02-1982	3090
TALCA	SAN JAVIER	0,786	0,79	01-07-2011 - 31-07-2011	31
TALCA	TALCA U.C.	0,972	0,98	01-01-1983 - 30-06-2011	10408
RIO CLARO EN RAUQUEN	GUALLECO	0,701	0,84	08-08-1977	1
RIO CLARO EN RAUQUEN	PENCAHUE	0,897	0,91	01-07-1976 - 31-08-1976, 01-10-1977 - 30-04-1978, 01-06-1978 - 31-07-1978, 01-01-1979 - 28-02-1979, 01-04-1979 - 31-01-1980, 01-03-1980 - 31-03-1981, 01-05-1981 - 30-06-1981, 01-10-1981 - 28-02-1982	1308
RIO CLARO EN	SAN JAVIER	0,823	0,87	01-01-1975 - 30-06-1976, 01-09-1976 - 07-08-1977,	1459

Estación	Regresión	Regresión Factor	R2	Fechas Aplicadas	Días Aplicados
RAUQUEN				09-08-1977 - 30-09-1977, 01-05-1978 - 31-05-1978, 01-08-1978 - 31-12-1978, 01-03-1979 - 31-03-1979, 01-02-1980 - 29-02-1980, 01-04-1981 - 30-04-1981, 01-07-1981 - 30-09-1981	
RIO CLARO EN RAUQUEN	TALCA U.C.	0,986	0,92	01-03-1982 - 31-01-1999, 10-06-1999 - 11-06-1999, 23-06-1999, 28-06-1999, 23-06-2000 - 25-06-2000, 27-06-2000 - 30-06-2000	6192
PENCAHUE	GUALLECO	0,661	0,75	01-01-1975 - 30-06-1976, 01-09-1976 - 30-09-1977, 01-05-1978 - 31-05-1978, 01-08-1978 - 31-12-1978, 01-03-1979 - 31-03-1979, 01-02-1980 - 29-02-1980, 01-04-1981 - 30-04-1981, 01-07-1981 - 30-09-1981	5508
PENCAHUE	RIO CLARO EN RAUQUEN	1,009	0,91	20-01-2003, 01-06-2011 - 30-06-2011	31
PENCAHUE	TALCA U.C.	0,965	0,80	01-06-1983 - 31-05-1986, 01-07-1986 - 31-07-1986, 01-04-1987 - 07-04-1987, 27-05-1987, 31-05-1987, 31-05-1988, 01-02-1989, 01-04-1989 - 30-04-1989, 01-07-1989 - 31-08-1989, 22-07-1995	1231
RIO MAULE EN FOREL	GUALLECO	1,201	0,81	01-01-1975 - 30-04-2001, 06-05-2001 - 07-05-2001, 14-05-2001 - 15-05-2001, 01-06-2002 - 25-06-2002, 20-07-2002, 22-07-2002, 29-07-2002, 05-08-2002 - 06-08-2002, 23-08-2002 - 25-08-2002, 15-09-2002 - 16-09-2002, 21-05-2003, 04-06-2003 - 05-06-2003, 08-06-2003 - 12-06-2003, 14-06-2003, 18-06-2003 - 20-06-2003, 09-07-2003 - 31-08-2003, 04-09-2003 - 05-09-2003, 01-08-2011 - 25-08-2011	9932
CONSTITUCION	LA ESTRELLA	0,919	0,67	01-06-1992 - 30-06-1992	30
CONSTITUCION	MELOZAL	0,885	0,62	01-01-1975 - 31-12-1978, 01-01-1980 - 31-05-1992	6123
CONSTITUCION	PARRAL	0,704	0,61	01-01-1979 - 31-12-1979	365
CONSTITUCION	PUTU	0,806	0,74	01-04-1997 - 31-08-1997, 01-04-2008 - 30-04-2008, 25-05-2008 - 26-05-2008, 01-09-2008 - 31-10-2008	246

ANEXO 2 Curvas de Doble Masa

