

## INFORME TÉCNICO DARH N° 326 /

### EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS EN EL SECTOR ACUÍFERO MATAQUITO, REGION DEL MAULE.

Santiago, 26 de septiembre de 2016

#### 1. INTRODUCCIÓN.

Entre las atribuciones y funciones de la Dirección General de Aguas otorgadas por el Código de Aguas, se encuentra la planificación del desarrollo del recurso de las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento, es por esto, que la Dirección General de Aguas ha persistido en el estudio continuo de las fuentes de agua a fin de que sean aprovechadas de manera sustentable.

De acuerdo a lo anterior, este Servicio ha definido algunos criterios para la evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos, para lo cual, se debe evaluar y analizar la situación de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de todos los sectores acuíferos de aprovechamiento común definidos a lo largo del país.

Para dar cumplimiento al Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas, Decreto MOP N°203, 2014 artículo 20 c) y d), la Dirección General de Aguas necesita contar con estudios que permitan avanzar en la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de manera sustentable.

#### 2. OBJETIVO

El presente informe busca delimitar y definir el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Mataquito, así como también obtener valores de recarga y establecer la demanda de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, con el propósito de

El presente informe es propiedad de la Dirección General de Aguas y no debe ser distribuido ni reproducido sin el consentimiento expreso de la Dirección General de Aguas.

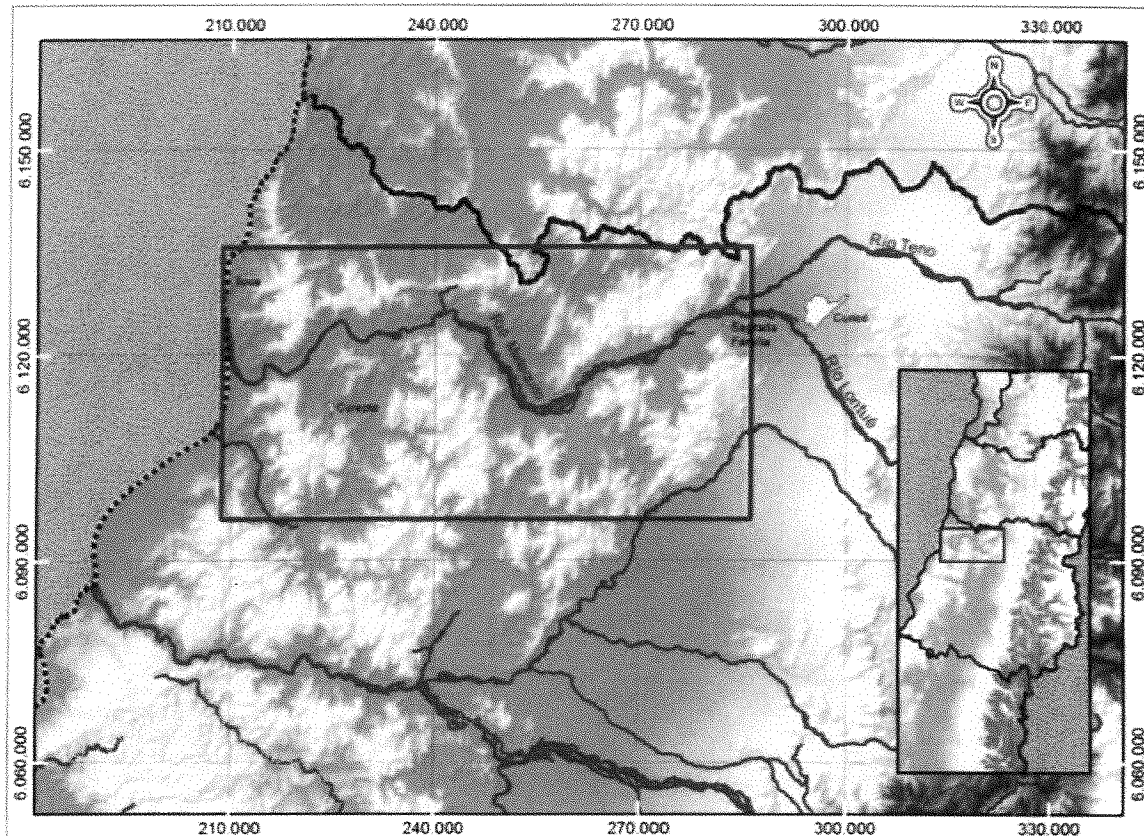


avanzar sustentablemente en la resolución de las solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas.

### 3. ÁREA DE ESTUDIO

El área en estudio corresponde a la hoya hidrográfica del río Mataquito, situada en el límite de las provincias de Curicó y Talca, en la región del Maule, cuyo cauce se origina de la confluencia del río Teno y el río Lontué, dicha afluencia se produce a 12 kilómetros al Oeste de Curicó; desde aquí el Mataquito serpentea por un valle en dirección Oeste hasta desembocando al mar al sur de la ciudad de Iloca.

Mapa N°1. Ubicación de la zona analizada en las cuencas del río Mataquito, región del Maule.



#### **4. ANTECEDENTES DISPONIBLES.**

##### **4.1. Estimación preliminar de las recargas de agua subterránea y determinación de los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común en las cuencas de las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, S.D.T. N°359 del 2014.**

Este estudio fue realizado por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas, para avanzar en la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de manera sustentable y, a partir de ello, dar cumplimiento al Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas, Decreto MOP N°203, 2014 artículo 20 c) y d) la Dirección General de Aguas.

El objetivo del estudio fue delimitar y definir los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) de las cuencas de las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos que a la fecha no se encontraban estudiadas por el Servicio. Además, de forma preliminar y genérica, se estimó la recarga de aguas subterráneas asociada a cada uno de los SHAC identificados, con el propósito de determinar el potencial de explotación sustentable. Finalmente, se desarrolló una metodología conservadora que permite la determinación de la recarga en aquellas cuencas del país con consideradas en el estudio y que, además, no contaban con estudios de disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.

Esta metodología señala que para la determinación de la sectorización, se delimita las cuenca hidrográficamente, primero por medio de la definición de grandes unidades diferenciales como la cordillera de los Andes, depresión intermedia y cordillera de la costa.

Realizada la delimitación y el cálculo de áreas de cada una de las cuencas se procede a estimar la precipitación media en dichas cuencas por medio de la información contenida en las isoyetas del Balance Hídrico de Chile, DGA 1987, todo esto se realizó mediante la extensión Spatial Analyst de ArcGIS 10.1 pues proporciona una amplia gama de potentes capacidades de modelado y análisis espacial, para luego aplicar un factor de infiltración a la precipitación, diferenciado en las grandes unidades ya mencionadas, lo que permitió representar

preliminarmente el porcentaje de la precipitación media anual que se lograría recargar en los distintos acuíferos de las cuencas individualizadas.

Posteriormente, se procede a aplicar el factor de infiltración a la precipitación, diferenciado en las grandes unidades ya mencionadas, lo que permite representar preliminarmente el porcentaje de la lluvia media anual que lograría recargar un determinado acuífero.

La expresión del cálculo de recarga es la siguiente:

$$\text{Recarga} = A * Pp * Ci$$

Donde A es el área de la cuenca en metros cuadrados, Pp es la precipitación en metros por año y Ci el coeficiente de infiltración adimensional, obteniendo de esta manera la recarga expresada en metros cúbicos por año.

#### **4.2. Estudio hidrogeológico de la cuenca del río Mataquito, (S.I.T. N° 296. DGA/AQUATERRA INGENIEROS LIMITADA, Diciembre 2012).**

Este estudio fue encargado por la Dirección General de Aguas a través de su División de Estudios y Planificación a Aquaterra Ingenieros Limitada.

El objetivo de dicho estudio fue realizar levantamiento de información hidrogeológica y, a partir de ello, el desarrollo de un modelo conceptual y numérico del acuífero de la cuenca del río Mataquito.

Para el estudio, según las características geológicas y morfológicas de la cuenca del río Mataquito, como también el nivel de información existente y las características de las herramientas de modelación, se estimó pertinente realizar 2 modelos numéricos complementarios en la cuenca, cada uno desarrollado y calibrado de manera independiente.

El primer modelo corresponde a los acuíferos asociados a los ríos Teno y Lontué, ubicados en la zona Este de la cuenca, cuyo límite hacia aguas abajo se definió en la localidad de Sagrada Familia. Este modelo se denominó "Teno-Lontué".

El segundo modelo corresponde al relleno fluvial asociado al valle del río Mataquito, desde la localidad de Sagrada Familia hasta su desembocadura en el mar. Este modelo se denominó "Mataquito".

El modelo hidrogeológico fue desarrollado mediante la Plataforma Modflow, el cual resuelve las ecuaciones que rigen el movimiento del agua subterránea en un medio poroso utilizando el método de diferencias finitas.

A continuación, en la Figuras N°1 y N°2 se muestran los dominios definidos en ambos modelos.

Figura N°2 Malla de Modelación obtenida desde Visual Modflow Modelo Mataquito.

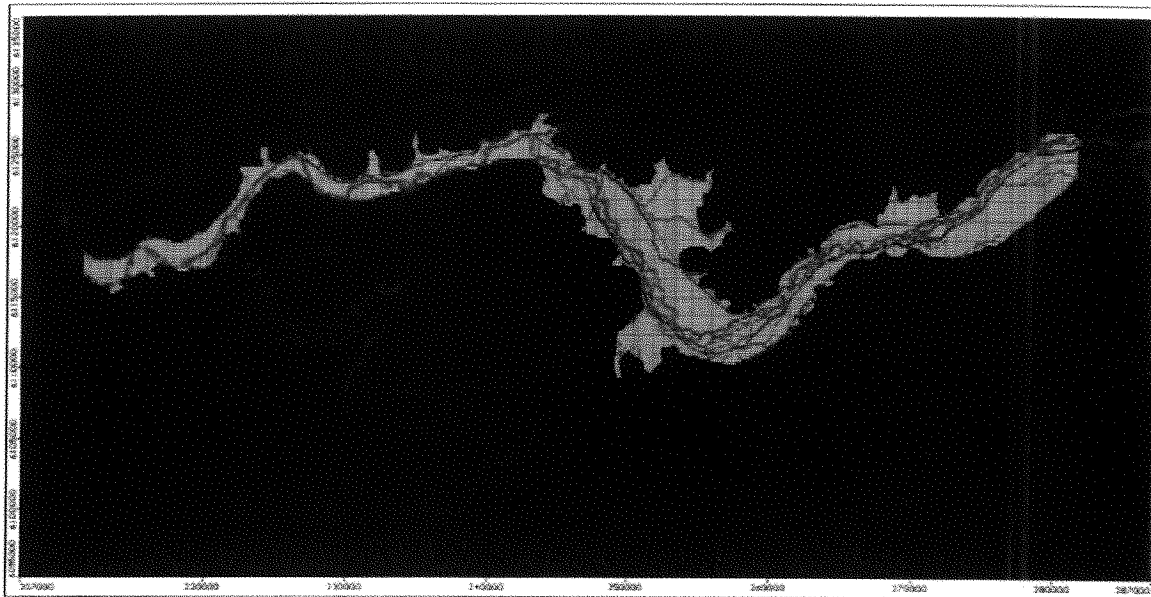


Figura N°1 Malla de Modelación obtenida desde Visual Modflow Modelo Teno Lontue.



Respecto de la operación del modelo, se evaluó la dinámica de la cuenca bajo escenarios que representan condiciones alternativas en su operación, respecto a las condiciones de recarga hidrológica por un lado, y a la demanda efectiva sobre el estrato acuífero por el otro. Específicamente, dichos escenarios son:

---

1. Escenario de recarga hidrológica constante y demanda efectiva constante.

\_\_\_\_\_

**Escenario 1:** Aumento de las recargas de 85% a 50% de probabilidad de excedencia.

**Escenario 2:** Incorporación de todas las captaciones catastradas, con y sin derechos asociados (y recarga de 85%).

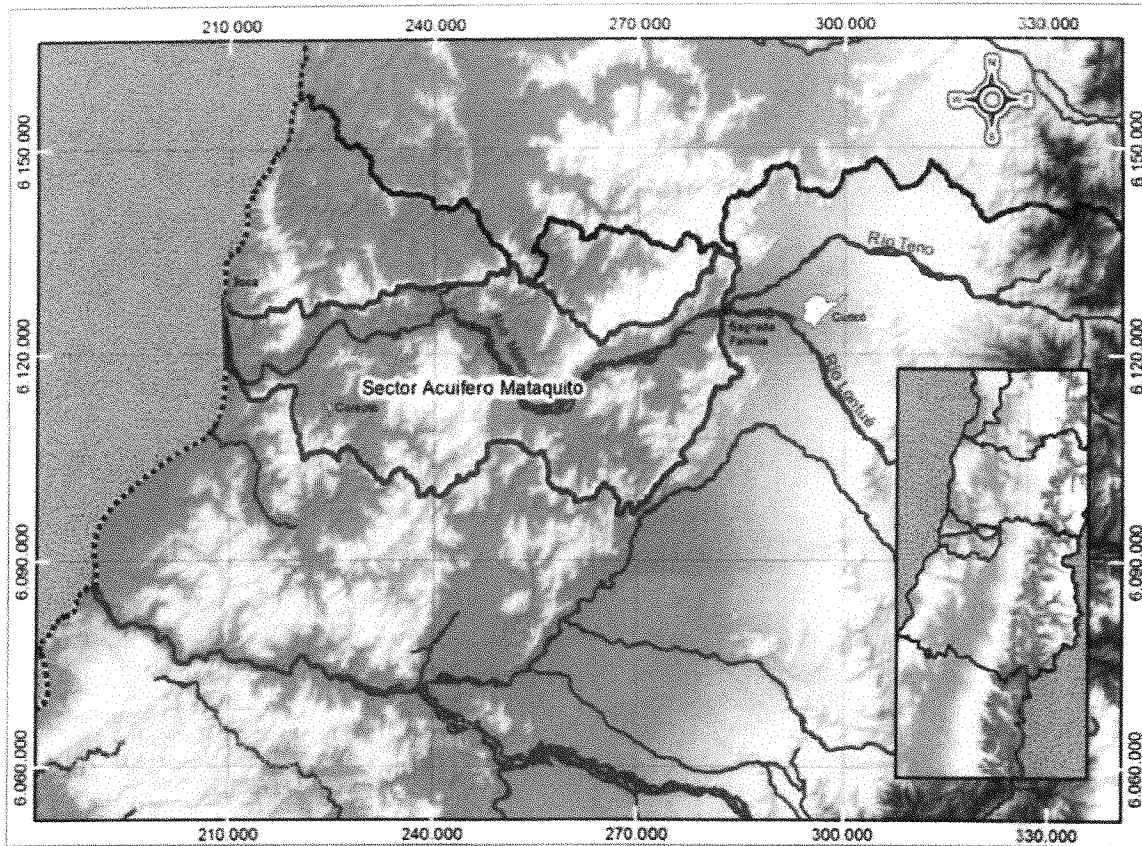
**Escenario 3:** Variación de Factores de Uso de Pozos de Bombeo, para ello se aumentaron los factores de uso considerados inicialmente, los cuales permitieron definir 3 sub escenarios: Escenario 3a que multiplica el factor de uso por 1,5; Escenario 3b que multiplica el factor de uso por 3,0; y finalmente el Escenario 3c que considera todos los factores equivalentes a 1,0.

Una vez operado el modelo con los escenarios anteriores, se obtuvieron resultados de curvas equipotenciales y balances hídricos, estos permitieron establecer una relación de tipo lineal entre caudal de explotación y descenso del nivel estático, estimando el volumen del acuífero, en dos escenarios extremos, escenario asociado a mayor recarga y escenario asociado a la mayor explotación factible, con el objetivo de establecer un rango de valores que permitieron conocer su fluctuación del volumen del acuífero y de este modo poder estimar un caudal de explotación asociado a una variación de volumen igual al 5%. El caudal de explotación obtenido corresponde, aproximadamente, a **3 metros cúbicos por segundo** para el acuífero de Mataquito.

## **5. DETERMINACIÓN DE LA RECARGA.**

Para determinar la oferta del recurso hídrico subterráneo en el sector acuífero Mataquito, se estima pertinente utilizar la metodología descrita en el Informe Técnico SDT N°359 DARH del 2014, cuyo método señala que para la determinación de la sectorización, se delimita las cuenca hidrográficamente, primero por medio de la definición de grandes unidades diferenciales como la cordillera de los Andes, depresión intermedia y cordillera de la costa. En este caso, la unidad geomorfológicas identificada en dicho informe, para el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Mataquito, corresponde asociarla a la cordillera de la costa:

Mapa N°2. Delimitación administrativa correspondiente al sector acuifero de aprovechamiento común denominado Mataquito.



Realizada la delimitación y el cálculo de área de la cuenca ( $A: 1.677 \text{ Km}^2$ ), se procede a estimar la precipitación media de dicha superficie por medio de los datos obtenidos del Balance Hídrico de Chile, DGA 1987 ( $P_m: 700 \text{ mm/año}$ ).

Posteriormente, se aplica el factor de infiltración a la precipitación, diferenciado en las grandes unidades ya mencionadas, lo que permite representar preliminarmente el porcentaje de la lluvia media anual que lograría recargar el acuífero:

Sin embargo, para el caso del valor de recarga obtenida mediante la metodología descrita en el Informe Técnico SDT N°359 DARH del 2014, debe tenerse en consideración que el sector acuifero Mataquito presenta en gran parte de su cuenca, un mayor desarrollo del relleno



sedimentario que cuencas localizadas en la zona de la cordillera de la costa, correspondiente a una zona más bien planas, como lo es el valle longitudinal o depresión intermedia, por lo tanto para estar concordancia con las condiciones del acuífero individualizado corresponde asociar un valor de coeficiente de infiltración de 5% al sector acuífero de Mataquito, por lo cual obtenemos una recarga de **1,86 metros cúbicos por segundo**.

De acuerdo con lo anterior, se dispone de dos valores de recarga renovable para el sector acuífero Mataquito.

Asimismo, el valor de recarga renovable obtenido mediante la modelación numérica realizada en el estudio denominado S.I.T. N° 296. DGA/Aquaterra 2012, corresponde a 3 metros cúbicos por segundo, lo que implicaría que el 8% de la precipitación que cae sobre la cuenca recarga el acuífero.

**Tabla 1.** Coeficiente de infiltración asociado a la recarga estimada con ambas metodologías.

	<b>Área Cuenca</b>	<b>Precipitación</b>	<b>Ci</b>	<b>Recarga</b>
	(Km <sup>2</sup> )	(mm/año)		(m <sup>3</sup> /s)
SDT N°359 DARH del 2014	1.677	700	5%	1,86
DGA/Aquaterra 2012	1.677	700	8%	3,00

Con estos resultados es posible establecer un rango de validez para la recarga del sector acuífero Mataquito. Además, se debe considerar que también la recarga obtenida por el coeficiente de infiltración del 5% es conservador en comparación a lo observado en cuencas con similares características, por lo tanto, se estima pertinente utilizar el límite inferior del rango de validez, es decir, una recarga renovable de 1,86 metros cúbicos por segundo.

## 6. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICO SUBTERRÁNEO EN EL SECTOR ACUÍFERO MATAQUITO.

### 6.1. Oferta de Recurso Hídrico para el Otorgamiento de Derechos Definitivos.

Para constituir derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en un sector acuífero, la Dirección General de Aguas establece la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo (Volumen Sustentable), como aquel volumen que permite un equilibrio de largo plazo del sistema, otorgando respaldo físico a los derechos de aprovechamiento constituidos de aguas subterráneas, no generando afección a derechos de terceros (tanto superficiales como subterráneos), y no produciendo impactos no deseados a la fuente y al medio ambiente.

Para establecer la oferta de recurso hídrico en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Mataquito, se empleó la metodología descrita en el Informe Técnico SDT N°359 DARH del 2014, tal como fue descrito precedentemente, para lo cual se estima una oferta de recurso hídrico de **1,86 metros cúbicos por segundo**, esto es, un volumen anual de 58.711.800 metros cúbicos por año.

**Tabla N°2.** Oferta del recurso hídrico en el sector acuífero Mataquito.

Oferta de Recursos Hídricos Subterráneos		
Sector Acuífero	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /año]
Mataquito	1,86	58.711.800

### 6.2. Demanda Comprometida de Recursos Hídricos

La demanda comprometida en este sector acuífero corresponde a todos los derechos otorgados, las solicitudes tramitadas conforme al artículo 2º Transitorio del Código de Aguas de 1981, las solicitudes tramitadas en virtud del artículo 4º Transitorio de la Ley 20.017 que modificó el Código de Aguas, que corresponden a aquellas presentadas por pequeños productores agrícolas y campesinos que se encuentran definidos en el artículo 13 de la Ley N° 18.910 y también aquellas solicitudes pendientes tramitadas de acuerdo a este mismo artículo 4º transitorio, las solicitudes tramitadas en virtud del artículo 3º Transitorio de la Ley 20.017

que modificó el Código de Aguas, y las solicitudes tramitadas por el artículo 6º transitorio de la Ley 20.017 que modificó el Código de Aguas.

La siguiente tabla presenta la demanda comprometida al 26 de septiembre de 2016, en el anexo N°2, se adjuntan el listado correspondiente.

**Tabla N°3.** Demanda comprometida de recursos hídricos subterráneos.

<b>Demanda de Agua Subterránea Comprometida</b>	
<b>Sector Acuífero</b>	<b>[m<sup>3</sup>/año]</b>
Mataquito	27.900.140

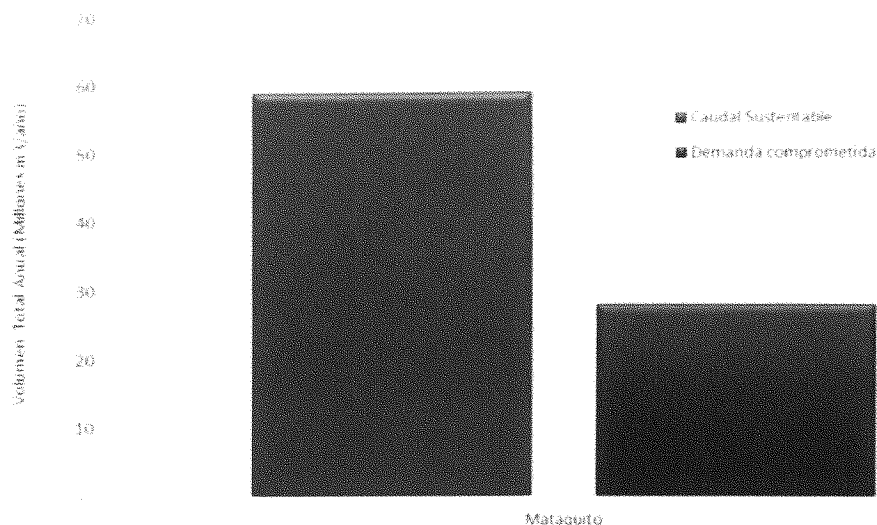
### **6.3. Situación de Disponibilidad Final para Derechos Definitivos.**

Del análisis de la oferta de recurso hídrico y la demanda comprometida, que se observa en la Tabla N°4, y gráficamente en la Figura N°3, es posible concluir que el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Mataquito presenta una demanda comprometida inferior a la oferta de recursos hídricos, por lo cual, permite seguir avanzando en la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas que al presente se encuentren pendiente, siempre y cuando, no se perjudiquen derechos de aprovechamiento de terceros que ya se encuentren constituidos, y las solicitudes cumplan con las exigencias definidas en el Código de Aguas.

**Tabla N°4.** Oferta de recursos hídricos v/s demanda comprometida.

<b>Sector Acuífero</b>	<b>Oferta (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Demanda Comprometida (m<sup>3</sup>/año)</b>
Mataquito	58.711.800	27.900.140

**Figura N°3:** Oferta de recursos hídricos v/s Demanda comprometida.



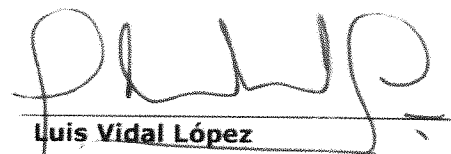
## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En el presente informe se ha delimitado el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Mataquito (Mapa N°3 del Anexo N°1), así como también determinado la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos, con el propósito de avanzar sustentablemente en la resolución de las solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas que se encuentran en la zona

El sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Mataquito se encuentra en una situación que su explotación actual y el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento de agua subterránea no generan riesgo a la sustentabilidad del acuífero, ni a derechos de aprovechamiento de agua de terceros, por cuanto la demanda comprometida no supera la oferta de recursos hídricos determinada; razón por la cual existe disponibilidad para avanzar en la constitución de nuevas solicitudes de derechos de aprovechamiento que se encuentran pendientes de resolución a la fecha del presente informe y que se muestran en Anexo 2.

Cabe señalar, que en la medida que se disponga de mayores estudios en las zonas analizadas, la disponibilidad calculada en el presente informe podría cambiar y ser actualizada con cargo a los nuevos antecedentes técnicos.

Los sectores acuíferos a que se refiere el presente análisis se encuentran representado geográficamente en el Mapa N°3 del Anexo N°1.



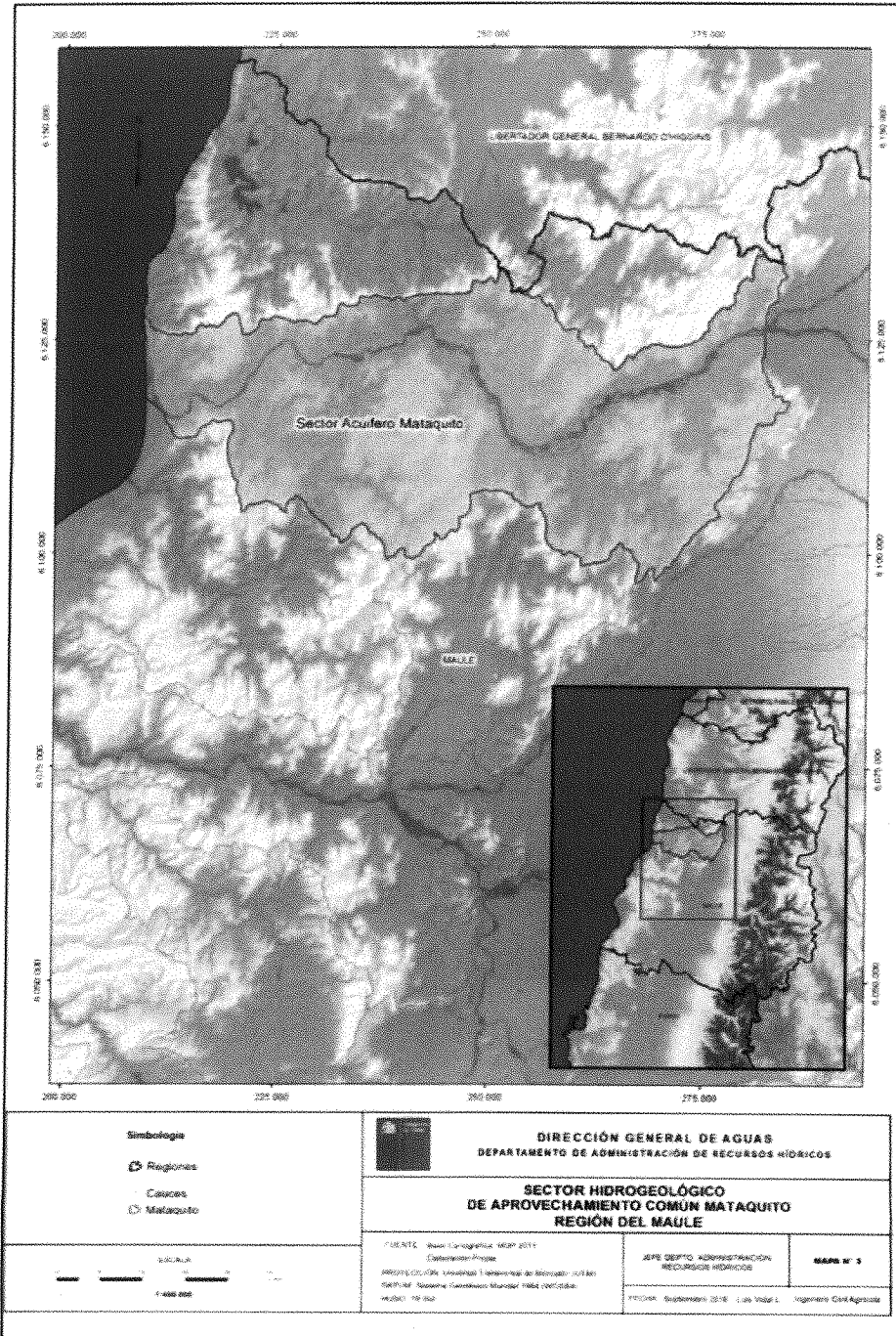
**Luis Vidal López**  
Ingeniero Civil Agrícola  
Dirección General de Aguas



LMR/CFF/LVL/IVI  
SSD N°: 10247102 /



**ANEXO N°1**  
**MAPA DE SECTORIZACIÓN**



Datos publicados en el presente documento son de carácter informativo y no constituyen un contrato ni una garantía. El usuario debe verificar la información antes de utilizarla.

**ANEXO N°2**

**DEMANDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS  
SECTORES HIDROGEOLÓGICOS DE APROVECHAMIENTO COMÚN  
MATAQUITO**







