

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**ESTUDIO DE LA PROPIEDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA  
CORRESPONDIENTE AL ACUÍFERO DEL RÍO LA LIGUA, REGIÓN DE  
VALPARAÍSO, CHILE**

**MARÍA VICTORIA AEDO AEDO**

**Santiago, Chile**

**2015**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**ESTUDIO DE LA PROPIEDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA  
CORRESPONDIENTE AL ACUÍFERO DEL RÍO LA LIGUA, REGIÓN DE  
VALPARAÍSO, CHILE**

**STUDY OF GROUNDWATER PROPERTY IN LA LIGUA AQUIFER,  
VALPARAISO REGION, CHILE**

**MARÍA VICTORIA AEDO AEDO**

**Santiago, Chile**

**2015**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**ESTUDIO DE LA PROPIEDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA  
CORRESPONDIENTE AL ACUÍFERO DEL RÍO LA LIGUA, REGIÓN DE  
VALPARAÍSO, CHILE**

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables.

**MARÍA VICTORIA AEDO AEDO**

<b>Profesor Guía</b>	<b>Calificaciones</b>
Rodrigo Fuster G. Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Dr.	7,0
<b>Profesores Evaluadores</b>	
Gerardo Soto M. Ingeniero Forestal, M.Sc., Dr.	6,9
Víctor García de Cortázar G. de C Ingeniero Agrónomo, Dr. Ing.	7,0
<b>Colaborador</b>	
Andrés de la Fuente D. Ingeniero Agrónomo	

**Santiago, Chile**

**2015**



## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer por sobre todo a mi familia, ya que sin su apoyo nada de mis logros y de lo que soy hoy en día sería posible.

En primer lugar debo agradecer con todo mi corazón a mi mamá, por demostrarme durante toda nuestra vida su apoyo incondicional y amor infinito, y por sobre todo por confiar en mí y apoyarme sin “peros” cuando decidí dejar la comodidad de la casa y emprender el sueño de estudiar en la Universidad de Chile.

A mi hermana Rocío, quien fue una compañía fundamental cuando vivimos juntas en Santiago, y que me aguantó y ayudó durante muchas noches de estudio. También por ser un gran apoyo desde Talca, especialmente al acompañar a nuestra mamá en la casa y darme la tranquilidad de que estaba bien.

Quiero agradecer también especialmente a mis abuelitos Maruja y Agustín y a mi tía Marta, por siempre estar preocupados de mí y de que no necesitara nada, y por esperarme cada fin de semana con un gran abrazo y mucho cariño, que me recargaban de ánimo para seguir los estudios en Santiago.

Agradezco a Edgardo por todo su amor, confianza, comprensión y paciencia, y por acompañarme siempre durante todos estos años, a pesar de la distancia.

Debo agradecer a toda la gente linda que conocí en este periodo y que de una u otra forma es parte de esta hermosa etapa y este tan esperado cierre, especialmente la gente linda que conocí en la U: Nicole y Andy por ser mis compañeras de estudio y amigas durante todos estos años; a Paula por apoyarme especialmente durante la realización de esta memoria cada vez que lo necesité; a Jacque y Socri por ser mis compañeros de práctica y de tesis, y que fueron una gran ayuda para hacer este trabajo; y a mis compañeros de generación que hicieron mucho más fácil estar lejos de la casa.

Finalmente, agradezco a mi profesor Rodrigo Fuster por sus comentarios y ayuda para hacer de este un mejor trabajo, por convencerme de que este era un buen tema, por la paciencia al esperar todo este tiempo, y por aplicar presión, o sino aún no terminaría esta memoria.

A todos los quiero mucho y siempre los llevaré en mis mejores recuerdos y en mi corazón.





## ÍNDICE

ACRÓNIMOS.....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Objetivos.....	12
1.1.1. Objetivo general.....	12
1.1.2. Objetivos específicos.....	12
2. MATERIALES Y MÉTODO.....	13
2.1. Área de estudio.....	13
2.1.1. Clima.....	13
2.1.2. Hidrografía.....	14
2.1.3. Actividades productivas.....	15
2.2. Materiales.....	16
2.3. Recopilación de la información.....	16
2.4. Procesamiento de la información.....	17
2.4.1. Análisis según tipo de inscripción.....	17
2.4.2. Análisis temporal de las inscripciones de DAA.....	18
2.4.3. Análisis según caudal de extracción.....	18
2.4.4. Análisis según titular y uso del DAA.....	19
2.4.5. Inscripciones y artículos transitorios.....	19
2.5. Análisis espacial.....	19
2.5.1. Autocorrelación espacial global.....	20
2.5.2. Autocorrelación espacial local ( <i>clusters</i> ).....	21
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
3.1. Descripción de la propiedad del agua subterránea.....	24
3.1.1. Análisis según tipo de Inscripción.....	24
3.1.2. Análisis temporal de DAA inscritos y mecanismos de asignación.....	28
3.1.3. Análisis según caudales de extracción.....	39
3.1.4. Análisis según titular y uso de los DAA.....	41
3.1.5. Análisis complementarios.....	44
3.1.6. Inscripciones y artículos transitorios.....	45
3.2. Análisis espacial.....	46
4. CONCLUSIONES.....	49
5. BIBLIOGRAFÍA.....	51
6. GLOSARIO.....	56

7. APÉNDICES .....	61
Apéndice I . Segmento de la Base de Datos y la información de DAA contenida .....	61
Apéndice II. Cambios de punto de captación.....	64
Apéndice III. Tabla de frecuencias de acuerdo a Quiebres Naturales de Jenks. ....	64
Apéndice IV. Relación entre titulares y caudal per cápita .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de inscripciones de DAA .....	25
Tabla 2. Participación de los mecanismos de transferencia y transmisión por número de inscripciones y caudal .....	38
Tabla 3. Información de caudales en DAA .....	39
Tabla 4. Parámetros estadísticos de caudales.....	40
Tabla 4. Análisis de titulares y número de DAA per cápita.....	43
Tabla 6. Análisis de titulares y caudales per cápita .....	43
Tabla 7. Análisis de titulares y caudal per cápita de acuerdo a Quiebres Naturales de Jenks .....	44
Tabla 8. Artículos transitorios.....	45
Tabla 9. Intervalos de Frecuencias de acuerdo a Quiebres Naturales (Jenks) .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del acuífero del río La Ligua .....	13
Figura 2 . Proceso del análisis espacial.....	23
Figura 3. Categorías y mecanismos de asignación/reasignación de DAA en el acuífero La Ligua. ....	24
Figura 4. Representación gráfica de la participación de las categorías No Mercado y Mercado de acuerdo a: a) cantidad de DAA y b) caudal en L/s en el acuífero.....	26
Figura 5. Representación gráfica de los tipos de inscripciones en a) No mercado y b) Mercado de agua .....	26
Figura 6. Número de inscripciones de DAA subterráneas vigentes por año .....	28
Figura 7. Gráfico de inscripciones y caudal por año.....	30
Figura 8 . Gráfico de caudal promedio por DAA subterráneas inscritos por año.....	30
Figura 9. Representación gráfica de los principales mecanismos de transacción en los años con mayor número de inscripciones: a) 1988, b) 2006, c) 2007 y d) 2011.....	33
Figura 10. Participación de los mecanismos de obtención de DAA de acuerdo al porcentaje de inscripciones. ....	34
Figura 11. Participación de los principales mecanismos de asignación de DAA de acuerdo al porcentaje de caudal. ....	34
Figura 12. Número de regularizaciones y caudales inscritos por año.....	35
Figura 13. Número de compra-ventas y caudales inscritos por año .....	36

Figura 14. Número de constituciones de DAA y caudales inscritos por año.....	37
Figura 15 . Mecanismos de obtención y porcentaje del caudal del acuífero que representan .....	39
Figura 16. Histograma de acuerdo a Quiebres Naturales de Jenks .....	41
Figura 17 . Resultado prueba I de Moran Global.....	46
Figura 18. Mapa de <i>clusters</i> de acuerdo al índice I Anselin Local de Moran .....	47
Figura 19 . Zonas calientes ( <i>hot spots</i> ) y zonas frías ( <i>cold spots</i> ) de acuerdo a Anselin Local de Moran .....	48
Figura 20. Número de cambios de punto de captación y caudales inscritos por año.....	64
Figura 21. Cantidad de titulares de acuerdo a caudales per cápita .....	65

**ACRÓNIMOS**

DAA: Derechos de Aprovechamiento de Aguas

DGA: Dirección General de Aguas

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero

CPC: Cambio de Punto de Captación

AE: Autocorrelación espacial

CA: Código de Aguas

INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario

## RESUMEN

La gestión del agua en Chile se rige por el Código de Aguas de 1981, donde se establece la entrega de Derechos de Aprovechamiento de Aguas de forma gratuita y a perpetuidad, ejercidos en la práctica como derechos de propiedad, transables por privados a través del Mercado del Agua. El acuífero del río La Ligua, región de Valparaíso, se encuentra declarado como Zona de Restricción desde 2004. Se emplaza en un área declarada crítica ante eventos de variabilidad hidrológica, afectada desde 2007 por una extensa sequía. Las principales actividades productivas son la minería y la agricultura, habiendo la última transitado desde una agricultura campesina hacia una de exportación, cumpliendo el agua subterránea un rol fundamental para la economía local. En este contexto, es importante describir la propiedad del agua del acuífero, para lo que se establecieron como objetivos específicos determinar i) el rol del mercado en la asignación actual del recurso, ii) los principales mecanismos de asignación de DAA y iii) la existencia de patrones espaciales en la distribución de los DAA del acuífero. La metodología consideró el análisis descriptivo y estadístico de la información según “tipo de inscripción” (mecanismo de obtención de DAA), “año del registro”, “caudal”, “titular” y “artículo transitorio”. Los mecanismos de asignación se clasificaron en dos categorías: Mercado y No Mercado. La existencia de patrones espaciales con respecto a la variable caudal se determinó utilizando los índices I de Moral Global y I Anselin Local de Moran. Los resultados revelaron que el mecanismo de obtención de DAA más utilizado es la Regularización, principalmente por medio del artículo 5° transitorio. Le siguen la Constitución y la Compra-venta. El Mercado del agua explica el 25% de las inscripciones totales, alcanzando niveles de participación cada vez mayores en los años más recientes. Su principal mecanismo es la Compra-venta. El análisis espacial determinó la existencia de un patrón de distribución y la presencia de *clusters* de caudales bajos en la zona baja y en el estero Los Ángeles, y uno de caudales altos en la zona media-baja de la cuenca. La propiedad del agua está vinculada principalmente a la agricultura y a caudales de extracción bajos.

En conclusión, la vía administrativa (No Mercado) ha sido la principal forma de acceso a DAA subterránea, siendo el principal mecanismo la Regularización. Sin embargo, la escasez del recurso, tanto legal como por factores hidroclimáticos, ha transformado al Mercado del agua en la vía alternativa para la obtención de DAA en el acuífero, alcanzando en los últimos años un rol cada vez más relevante en el número de DAA y caudal inscritos.

**Palabras clave:** Derechos de Aprovechamiento de Aguas subterráneas, Mercado del agua, Mecanismos de Obtención.

## ABSTRACT

The water management in Chile is ruled by the Water Code of 1981, where it's established that the Water Use Rights are given freely and in perpetuity, used in practice as property rights, traded by private through the Market Water. The groundwater of La Ligua's river, Valparaiso region, is declared as a Restriction Zone since 2004. It's located in a critical zone in terms of hydrological variability, affected since 2007 by an extended dry period. The main productive activities are mining and agriculture, which has moved from a peasant agriculture to an exportation one, where groundwater plays a fundamental role in the local economy. In this context, it's important to describe the property of groundwater through the specific objectives to determine i) the role of the market in the actual designation of the resource, ii) the main mechanisms of the DAA assignment and iii) the existence of spatial patterns in the distribution of the DAA of the aquifer. The methodology considers the descriptive and statistical analysis of the information according to the "type of inscription" (procurement mechanisms of DAA), "register year", "flow", "owner" and "transitory article". The assignment mechanisms were classified into two categories: Market and Non-Market. Spatial patterns exist with regards to the flow variable where determined using "*I de Moral Global*" and "*I Anselin Local de Moran*" index. The results showed that the main mechanism for obtaining the DAA in the aquifer is the Regularization, mainly through Article 5° transient. Next is the Constitution and Buy sell. The water market gathers 25% of total enrollment, reaching levels of increasing participation in the latest years. Its main mechanism is the purchase and sale. Spatial analysis determined the existence of a distribution pattern and the presence of clusters of low flows in the lower areas and in Los Angeles's estuary, and one of high flows in the lower middle part of the basin. Water ownership is linked mainly to agriculture and low-flow extraction. In conclusion, the administrative pathway (Non-Market) has been the main form of access to underground DAA, being the main mechanism regularization. However, resource scarcity, both legally and by hydroclimatic factors has transformed the Water Market in the alternative pathway for obtaining DAA in the aquifer, reaching a role increasingly important every year in both, number of registered DAA and flow.

**Keywords:** Groundwater Rights, Water market, Procurement Mechanisms.

## 1. INTRODUCCIÓN

La gestión del agua en Chile se ha regido a lo largo de su historia por distintos Códigos de Aguas. Ha pasado desde una administración con fuerte participación del Estado, quien otorgaba concesiones administrativas y expropiables a privados (Código de 1967), a un Estado con menor participación en la gestión del recurso, quien concede Derechos de Aprovechamiento de Aguas (en adelante DAA) en forma de derecho de propiedad, transables entre privados (Códigos de 1951 y 1981) (Orrego, 2002a; Bauer, 1998).

El actual Código de Aguas (en adelante CA), publicado en 1981 y modificado en 2005, declara al recurso hídrico como un “bien nacional de uso público”, el cual es concedido a privados a través de la entrega de DAA susceptibles de ser transados entre privados a través de negociaciones de mercado. Este derecho es otorgado por el Estado de forma gratuita y a perpetuidad, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 5° del CA, lo que lo transforma en la práctica en un derecho de propiedad privada, regido por el derecho civil y amparado constitucionalmente por el artículo 24 de la Constitución Política de Chile (Orrego, 2002a; Dourojeanni y Jouravlev, 1999). Además, hasta 2005, la asignación inicial de un DAA no estaba condicionada, por ejemplo, a un uso efectivo y beneficioso del agua, o a la existencia de obras físicas para su uso.

El organismo del Estado a cargo de la asignación de nuevos DAA es la Dirección General de Aguas (DGA), organismo que debe, mediante resolución, otorgar los DAA en los casos en que la solicitud sea legalmente procedente, exista la disponibilidad física y jurídica de agua en la zona en que se solicita el derecho, y no se afecte los derechos de terceros (Orrego, 2002a; Lewin, 2003; Barrientos, 2007). Además de este organismo, también están facultados para la entrega de DAA por medio de regularizaciones el Servicio Agrícola y Ganadero y los Juzgados de Letras en lo Civil, según lo indicado en los artículos 5° y 2° transitorios, respectivamente<sup>1</sup>.

En el actual CA, el agua es considerada fundamentalmente como un bien económico, estableciendo como principal instrumento económico el mercado del agua (Dourojeanni y Jouravlev, 1999). Este CA se creó bajo la lógica de que el recurso se asignará a los usuarios que le den una mayor rentabilidad a su uso, con el fin de lograr su mayor eficiencia (CEPAL, 1999; Donoso, 2003; Banco Mundial, 2011).

El mercado de DAA ha alcanzado mayor importancia en zonas en las cuales el recurso es escaso, producto de la mayor competencia por acceder a este, lo que ha llevado a un aumento en su valor económico (Donoso, 2003). Por este motivo, la actividad del mercado ha aumentado en algunas zonas debido a que la escasez de agua se ha acentuado, por ejemplo, por el aumento de la población y de su consumo per cápita, la mayor competencia

---

<sup>1</sup> D.F.L. 1.122, 1981



entre usos y el efecto de sequías prolongadas (Donoso *et al.* citado por Barrientos, 2007; Hadjigeorgalis, 2005, Banco Mundial, 2011).

El incremento de la demanda de agua a nivel nacional se ha visto potenciado por las políticas macroeconómicas del país orientadas a la exportación de bienes y productos (principalmente en base a recursos naturales) que utilizan cantidades importantes de agua en su producción (Banco Mundial, 2011). Algunas de estas actividades, como la agricultura y minería, se han desarrollado con particular fuerza en las macrozonas norte y centro del país, producto de sus ventajas naturales como el clima y los recursos naturales minerales que poseen. Sin embargo, en estas macrozonas las cuencas también presentan déficit en la disponibilidad de agua superficial y los acuíferos se encuentran sobreexplotados, lo que aumenta la competencia y presión por el recurso y, en consecuencia, la conflictividad entre usuarios (Banco Mundial, 2011).

Una de las zonas en la cual la presión por el uso del agua ha aumentado significativamente en las últimas décadas es la región de Valparaíso. En esta región las nuevas extracciones de aguas subterráneas aumentaron de 1 m<sup>3</sup>/s en 1995, a 10 m<sup>3</sup>/s entre 1999 y 2000, existiendo un caudal solicitado a la DGA mayor que el disponible (Orrego, 2002b; Salazar, 2003). Además, producto de la variabilidad climática en la zona, se presentan episodios de sequía y escasez hídrica (Orrego, 2002b), como el ocurrido durante 2012, especialmente en las comunas de Cabildo, La Ligua y Petorca, todas ubicadas en la Provincia de Petorca, la más septentrional de la región. Estas comunas fueron declaradas como zona de catástrofe por sequía por el Presidente de la República en 2012 (BCN, 2012), además de ser declaradas como zonas de escasez hídrica por el Ministerio de Obras Públicas (DGA, 2012)

En la provincia de Petorca existen dos acuíferos: acuífero del río Petorca y acuífero del río La Ligua. Este último abarca parte de las comunas de Cabildo, La Ligua y Papudo, y se ubica en una zona geográfica considerada crítica ante eventos de variabilidad hidrológica (DGA, 2006). Fue declarado como zona de restricción para la entrega de nuevos DAA en 2004<sup>2</sup>, y actualmente presenta una situación de sobreotorgamiento de DAA (DGA, 2004b; MOP, 2013). A esto se suma la escasez del recurso hídrico superficial en la cuenca del río, que durante la época de estiaje presenta caudal sólo en ciertos tramos producto de afloramientos de aguas subterráneas (DGA, 1996). Debido a esto, la cuenca se encuentra cerrada para la entrega de nuevos DAA superficiales permanentes (DGA, 2006; DGA, 2013).

Bajo este contexto es importante describir la propiedad del agua subterránea de este acuífero, tanto en relación con los distintos usos, usuarios y sus caudales asociados, como con la distribución espacial en el territorio. Ello se realizará a través de un estudio de los mecanismos de transferencia (transacciones y otorgamientos) y transmisión de DAA que han ocurrido desde la creación del CA, por medio del análisis de los tipos y cantidad de inscripciones en el tiempo y su distribución actual en el espacio.

---

<sup>2</sup> Resolución DGA N°204 de 14 de mayo de 2014

La realización de esta memoria tiene como propósito y justificación conocer la forma en que se configura actualmente la propiedad del agua subterránea en este acuífero y el rol que ha cumplido el Mercado de Aguas.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Describir la propiedad actual del agua subterránea en la cuenca del Río La Ligua en función de los mecanismos de obtención de Derechos de Aprovechamiento de Aguas y de su distribución espacial.

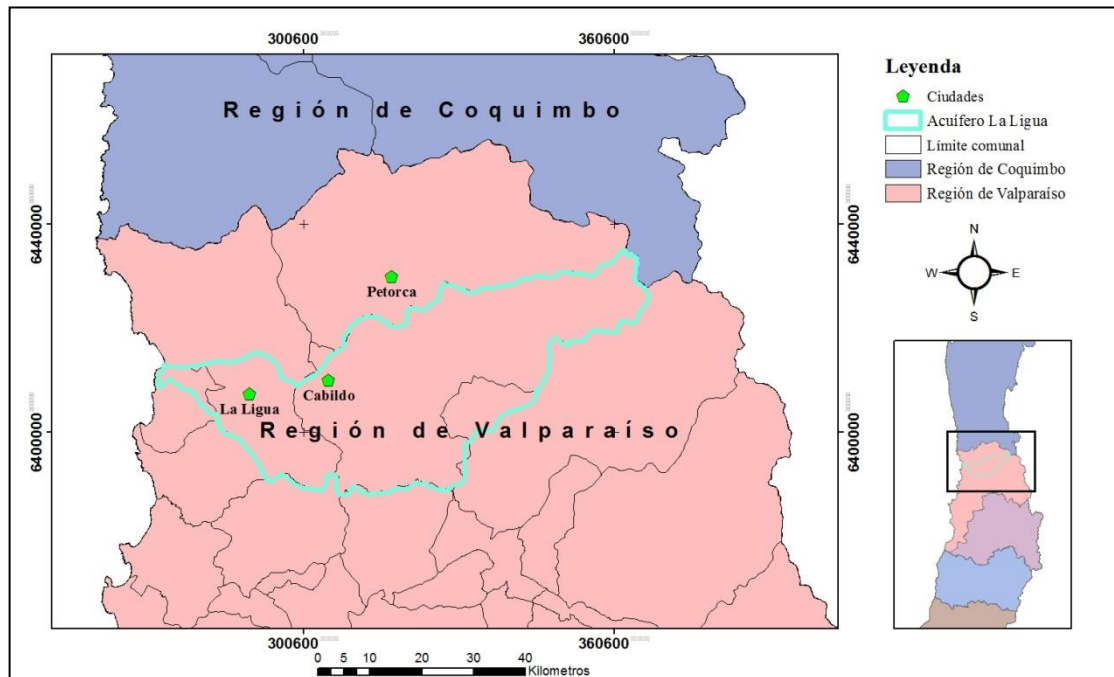
### **1.1.2. Objetivos específicos**

1. Determinar el rol del mercado de aguas en la asignación actual del recurso hídrico en el acuífero de La Ligua.
2. Determinar los principales mecanismos de asignación de Derechos de Aprovechamiento de Aguas subterráneas por parte del Estado en el área de este acuífero.
3. Determinar la existencia de patrones espaciales en la distribución de los DAA subterráneas en la cuenca del Río la Ligua.

## 2. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Área de estudio

El acuífero del Río La Ligua se sitúa en la Provincia de Petorca, en el norte de la región de Valparaíso, entre los paralelos 32°10' y 32°40' de latitud sur, en la macrozona centro de Chile. Abarca una superficie de 1980 km<sup>2</sup> correspondiente a la comuna de Cabildo y parte de las comunas La Ligua y Papudo. Su delimitación coincide con la cuenca del río La Ligua, la que tiene una extensión aproximada de 20 km de norte a sur y 100 km de este a oeste, alcanzando su máxima extensión en dirección NE-SW (Figura 1) (DGA, 2002; DGA, 2004a; Budds, 2012).



**Figura 1.** Ubicación del acuífero del río La Ligua

#### 2.1.1. Clima

La cuenca del río la Ligua, por su extensión, posee una variación climática desde la costa hacia la Cordillera de Los Andes. De acuerdo a la clasificación de Köppen, la zona costera presenta un clima templado cálido con lluvias invernales y gran nubosidad, con una mayor homogeneidad térmica producto de la influencia del mar (amplitud térmica de 5 a 7°C), registrando 15°C de temperatura media anual y precipitaciones que alcanzan los 300 mm anuales, las que se concentran en los 4 meses lluviosos. Hacia el interior del valle del río La

Ligua, y en la mayor parte del área de la cuenca, predomina un clima de estepa cálido. Se presentan niveles de precipitación anual que están en promedio entre los 150 y 200 mm. Las precipitaciones son escasas e irregulares, por lo que se presenta de forma frecuente sequías en el valle de la cuenca. En esta zona además se presentan los mayores niveles de evaporación potencial, alcanzando los 1750 mm/año. Existe una fuerte oscilación térmica diaria, temperaturas medias en invierno de 15°C y en verano de 22°C, y un aumento de la temperatura con la altura. En la parte alta de la cuenca, se presenta un clima frío de altura, que se caracteriza por bajas temperaturas, precipitaciones en forma de nieve y fuertes heladas durante el invierno. Esto permite la acumulación de nieve en quebradas y cumbres de la Cordillera de Los Andes, que sirven como reserva hídrica (DGA, 2002; DGA, 2004a; METEOCHILE, 2013)

De acuerdo a la clasificación de bioclimas de Luebert y Pliscoff (2012) existe en la mayor parte del área que abarca el acuífero un bioclima interior, el que se caracteriza por temperaturas medias de 14,9°C, amplitud térmica de 8,6°C y las menores precipitaciones de los 5 bioclimas presentes en la región de Valparaíso, producto del efecto sombra de lluvia que origina la cordillera de la costa, principalmente en las zonas bajas y planos. En las zonas montañosas interiores tanto de la cordillera de la Costa como de Los Andes, hasta los 2000 m. de altura, se presenta el bioclima de serranías interiores que presenta una temperatura promedio de 12,1°C, amplitud térmica de 8,9°C y precipitaciones moderadas que en promedio llegan a 377 mm anuales. En la parte alta de la cuenca, en la zona media y alta de la cordillera de Los Andes, se presentan los bioclimas preandino y andino, con temperaturas medias anuales bajo los 10°C y amplitud térmica en torno a los 10°C. Las precipitaciones son mayores que en el bioclima interior, y se incrementan con la altitud.

En toda el área de estudio las precipitaciones se concentran en los meses de invierno (mayo, junio, julio y agosto) y son prácticamente nulas durante los meses de verano. La temperatura media anual de la cuenca es de 14,6°C (DGA, 2004a).

### **2.1.2. Hidrografía**

Dentro del acuífero del río La Ligua se pueden distinguir dos áreas. La primera, que abarca la mayor parte del área del acuífero y que alcanza profundidades que van desde los 10 a los 30 metros, se caracteriza como un acuífero libre o no confinado, más superficial, lo que genera una mayor interacción con los flujos superficiales, por lo que existe una fuerte relación entre las aguas superficiales y subterráneas. La segunda área, más acotada, va desde la localidad de La Ligua hacia la carretera Panamericana. Corresponde a una zona de acuífero confinado que se ubica desde los 25 a 30 metros de profundidad, y que presenta esta condición producto de estratos de arcilla y limo (DGA, 2004a).

El río La Ligua nace en la Cordillera de los Andes cerca de los 4.000 m.s.n.m. con el nombre de estero Alicahue. La parte alta de la cuenca (estero Alicahue) tiene una alimentación nival. En años húmedos los mayores caudales se presentan entre octubre y

diciembre, producto de los deshielos, mientras que los menores ocurren entre febrero y junio. Durante los años secos la distribución de los caudales es más uniforme, presentándose los mayores entre julio y octubre, y los menores entre diciembre y mayo (DGA, 2004a).

En la parte baja, más cercana a la desembocadura (río La Ligua), su alimentación es mixta (pluvio-nival). En años húmedos los caudales mayores se presentan entre los meses de julio y noviembre, producto de las lluvias en los meses de invierno y por los deshielos en primavera. Entre enero y mayo se presentan el periodo de estiaje. (DGA, 2004b; DGA, 2004a)

Las características climáticas e hidrológicas de la zona han llevado a considerar esta cuenca como crítica ante eventos de variabilidad hidrológica (DGA, 2006). Desde el año 2007 la zona en que se ubica la cuenca es afectada por una sequía meteorológica producto de la presencia del fenómeno de La Niña (GORE Valparaíso, 2013), lo que ha llevado a declarar a las comunas pertenecientes a ella como zonas de catástrofe por sequía por el Presidente de la República (Intendencia de Valparaíso, 2012). Además, se proyectan efectos del cambio climático en la cuenca, como el aumento de la altura de la isoterma 0°C, reduciéndose el área de reserva de nieve y, por ende, de reserva hídrica, y una disminución de las precipitaciones durante los meses de invierno, que afectarían principalmente a la zona media y baja de la cuenca, zonas donde el caudal de los cauces superficiales dependen de forma importante de las precipitaciones (CONAMA, 2006, Vicuña *et al.*, 2013; Luebert y Plissock, 2012). Esto ha llevado a que las aguas subterráneas tomen un rol fundamental para el mantenimiento de las actividades productivas que se desarrollan en la cuenca, las que han experimentado un vuelco desde la agricultura campesina y pequeña minería hacia una fruticultura industrial de exportación. Esto, además de generar cambios en el territorio, ha aumentado la demanda por el recurso hídrico (DGA, 2006).

De acuerdo a la evaluación de la DGA (2013) en la cuenca ya no se pueden otorgar más DAA permanentes dado que estos se encuentran comprometidos en los usos actuales. Sin embargo, no se ha declarado oficialmente como agotada. Además, el acuífero se encuentra declarado como zona de restricción para la entrega de nuevos DAA subterránea. (DGA, 2004b; DGA, 2013)

### **2.1.3. Actividades productivas**

La principal actividad productiva que se desarrolla en la cuenca es la agricultura, enfocada mayoritariamente a las plantaciones de frutales para exportación, siendo dominante el cultivo de palto, representando el uso de suelo más importante dentro de la cuenca (Gil, 2006). Además de la agricultura, existe actividad minera industrial ligada a la explotación del cobre. Ésta es la principal actividad económica de la cuenca (DGA, 2004a). Las principales empresas mineras (compañías mineras Cerro Negro y Las Cenizas) se ubican en la ciudad de Cabildo (DGA, 2004a; Budds, 2012).

## 2.2. Materiales

Para la realización de este estudio se requirió de los registros de DAA constituidos sobre aguas subterráneas del acuífero del río La Ligua que estuviesen vigentes a Octubre de 2012. Esta información se recopiló desde los Registros de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de la Ligua, Región de Valparaíso.

Además, se utilizó cartografía digital de la zona de estudio, la que fue procesada con el software ArcMap™ versión 10.1.

## 2.3. Recopilación de la información

Se recopilaron datos de inscripciones de DAA subterráneas desde los libros de Registros de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de La Ligua, organismo donde se realiza el procedimiento que permite la posesión efectiva de un DAA. La información fue levantada en el marco del proyecto “Diagnóstico de Titulares de Derechos de Aprovechamiento de Aguas de los Acuíferos de río La Ligua y Petorca” ejecutado por el Laboratorio de Análisis Territorial de la Universidad de Chile y mandatado por la Dirección General de Aguas. El levantamiento de esta información se realizó entre los meses de Agosto y Octubre de 2012.

De la información levantada se seleccionaron sólo aquellas inscripciones de DAA subterráneas que se encontraban vigentes hasta el mes de Octubre de 2012 y desde 1981, año en que entró en vigencia el actual CA. Para esto, se revisaron los libros de Propiedad de Aguas desde el registro más actual (libro del 2012) hacia el pasado, hasta encontrar el último registro vigente. Cabe señalar que una inscripción corresponde a un DAA inscrito.

La información se organizó en una base de datos (ver Apéndice I) que contenía, entre otros, los siguientes campos:

- Año del registro
- Fecha del registro
- Tipo de inscripción
- Nombre del titular actual
- Entidad que otorga el DAA
- Artículo Transitorio
- Tipo de DAA
- Ejercicio del DAA
- Tipo de Captación
- Acuífero (La Ligua o Petorca)
- Caudal

- Unidad de caudal
- Uso DAA
- Coordenadas geográficas
- Huso
- Datum
- Comuna
- Nombre del titular histórico (anterior)
- Transacción (Fecha, Notario, Valor),

## **2.4. Procesamiento de la información**

### **2.4.1. Análisis según tipo de inscripción**

Como primer paso para el procesamiento de los datos, se filtró la base de datos seleccionando sólo aquellos registros de propiedad de aguas subterráneas inscritos en el acuífero del río La Ligua. Posteriormente, se analizaron las inscripciones de acuerdo al campo “tipo de inscripción”, que corresponde a los mecanismos mediante los cuales fueron obtenidos los DAA, y se clasificaron en dos categorías: Mercado y No Mercado. Para determinar la categoría a la cual pertenece cada mecanismo de transferencia o transmisión<sup>3</sup>, se consideró la forma en que se obtuvo el DAA: si existió intercambio o transacción de dinero entre privados, este se clasificó dentro de la categoría Mercado. En cambio, si fue otorgado a partir de la vía administrativa, por parte de un organismo del Estado (SAG, DGA) o algún Juzgado de Letras, sin transacción de dinero entre privados, se encasilló en la categoría No mercado. En esta categoría también se incluyeron las transmisiones (herencias), debido a la no existencia de intercambio monetaria de por medio.

Posteriormente, se utilizó la herramienta Tabla Dinámica de Excel 2010. A través de esta herramienta se obtuvo información de la variable “Tipo de inscripción” comparándola con la variable “Caudal”, considerando todos aquellos DAA que tuviesen información otorgada en litros por segundo (L/s), unidad que define el CA para inscribir los DAA perfeccionados, o en alguna unidad de caudal comparable, para determinar el rol de cada mecanismo en el caudal de agua transferido en el acuífero. Esta información se analizó de acuerdo a las categorías Mercado y No Mercado, para determinar su rol en la distribución actual de la propiedad del agua del acuífero, y cuáles son los tipos de transferencias que cumplen un rol más relevante dentro de cada categoría.

---

<sup>3</sup> Se clasifican como transferencias aquellos mecanismos en los que existe transacción y, además, aquellos que corresponden a otorgamientos de DAA por parte del Estado. Se diferencian de las transmisiones (herencias) por lo señalado en el Art. 773 del Código Civil, que indica que “La nuda propiedad puede transferirse por acto entre vivos, y transmitirse por causa de muerte”.

### 2.4.2. Análisis temporal de las inscripciones de DAA

A continuación, se analizó la información tomando como variable principal el campo “Año del registro” para obtener la distribución temporal de los DAA subterráneos inscritos. Para esto se determinó anualmente la cantidad de inscripciones vigentes (totales y con información de caudal) y el caudal total inscrito.

La información anual fue posteriormente cruzada y analizada con los datos del campo “tipo de inscripción”, con el fin de identificar el rol de los mecanismos de asignación en cada año y en el periodo en estudio, y así identificar el rol de las categorías Mercado y No Mercado en el acuífero de acuerdo al número de DAA y al caudal inscritos en cada una de ellas. A partir de esta información se identificaron los años con mayor número de inscripciones de DAA vigentes y los principales mecanismos de transacción utilizados en ellos.

La información obtenida fue relacionada con hechos históricos en la gestión del agua a nivel nacional o local, identificándose posibles causas de los comportamientos reconocidos con base en información bibliográfica secundaria.

### 2.4.3. Análisis según caudal de extracción

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de la información de caudales con base en los DAA inscritos que contenían esta información. Este análisis incluyó medidas de tendencia central (media, mediana, moda), de dispersión (desviación estándar, rango) y de posición relativa, además de histogramas y tablas de frecuencia.

Por la naturaleza de la información de caudales se utilizó el método de Umbrales Naturales de Jenks (natural breaks). Este método se aplica en datos que presentan discontinuidades observables. Agrupa los datos de acuerdo a los saltos presentes en la serie, buscando las zonas donde los valores de las discontinuidades, al ordenar los datos de forma creciente, se hacen más notorios y adquieren valores más altos, utilizándolas como límites de los intervalos de clase. (CEPAL, 2012)

En el caso de existir inscripciones sin información de caudal o con información que no permitiese llevarlo al equivalente en L/s, se procedió a realizar una estimación simple del caudal total entregado en el acuífero, utilizando la información obtenida de los estadísticos de tendencia central y del número de inscripciones, como se muestra en la Ecuación 1:

$$Q_e = Q_c + (Q_p * I_{si})$$

**Ecuación 1.** Estimación de caudal total otorgado en el acuífero

$Q_e$  = Caudal estimado en el acuífero (L/s)

$Q_c$  = Caudal calculado en base a DAA inscritos con información en unidad de caudal (L/s)

$Q_p$  = Caudal en base a estadístico de tendencia central (media o mediana) (L/s)



$I_{si}$  = DAA inscritos sin información en unidad de caudal

#### **2.4.4. Análisis según titular y uso del DAA**

Se analizaron las características de los titulares de los DAA del acuífero a partir de la información de la base de datos. Para esto, se observó el campo “nombre del titular actual” con el fin de determinar la existencia de alguna relación entre este y las actividades productivas desarrolladas en la zona. Por otra parte, se analizó la variable “uso” del DAA, para relacionarla con alguna de estas actividades y así determinar el número de titulares por cada una de ellas. Los resultados fueron cruzados con la información de caudales, para realizar una comparación entre cantidad de DAA y caudal inscrito por tipo de titular.

Por otra parte, se determinó el número de DAA inscritos por titular, con el fin de establecer el número promedio de inscripciones per cápita, y el grado de acumulación de DAA en el acuífero. Además, se analizó el campo “titular” con el caudal inscrito per cápita, estableciendo rangos de caudales per cápita para determinar el número titulares (frecuencia) por cada uno de ellos. Estos rangos se establecieron de acuerdo a las medidas de tendencia central (media, moda y mediana), al rango de caudales otorgados en el acuífero y a los rangos de clase establecidos por el método Quiebres Naturales de Jenks.

#### **2.4.5. Inscripciones y artículos transitorios**

Se analizó el rol de los artículos transitorios del CA en el otorgamiento de DAA por parte del Estado, para lo cual se identificaron los artículos transitorios utilizados en el acuífero, contabilizando el número de DAA vigentes que fueron otorgados mediante ellos. A partir de estos resultados se estableció el rol de cada organismo estatal con las facultades para el otorgamiento de DAA.

### **2.5. Análisis espacial**

El análisis espacial tiene como objetivo medir el grado de agrupamiento de las unidades espaciales, que en el caso de este estudio corresponden a las captaciones de aguas subterráneas (pozos, norias o punteras) de acuerdo a un atributo **-el caudal-**. El presente análisis es fundamentalmente exploratorio y busca caracterizar la forma en que se distribuye o agrupa espacialmente la propiedad actual del agua en el área de estudio.

Para llevarlo a cabo, se utilizaron Sistemas de Información Geográfica (SIG) y cartografía del acuífero del río la Ligua, a la que se superpuso la red hidrográfica de la cuenca de este río. La cartografía del acuífero y la red hídrica se encuentran en sistema de coordenadas proyectadas UTM huso 19S y datum WGS 1984.

Desde la base de datos se seleccionaron aquellos registros que cumplieren con dos requisitos: 1) que tuviesen su localización en algún sistema de coordenadas y 2) que tuviesen su caudal expresado en L/s. A partir de esto se creó una nueva base de datos.

Los registros que poseían sus coordenadas en sistema de coordenadas geográficas fueron proyectados al sistema de coordenadas proyectadas de la cartografía, y transformados al datum WGS 1984, en caso de que la información se encontrase en un datum distinto a este. Luego, se realizó la espacialización de los registros (ubicación de las captaciones) desde la nueva base de datos utilizando el software ArcMap™ versión 10.1, definiéndose de esta forma como unidades espaciales de observación<sup>4</sup>.

Para la realización de este análisis espacial se utilizaron métodos del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA, por sus siglas en inglés; ver GLOSARIO).

Para determinar la existencia de alguna distribución o estructura espacial de los puntos de captación que pudiesen formar *clusters* (también llamados agrupaciones o conglomerados) se utilizaron los valores del atributo de interés, en este caso el caudal. Para esto se recurrió a índices utilizados en estadística espacial, que se basan en el concepto de Autocorrelación Espacial (AE; ver GLOSARIO).

Estos índices se basan en la existencia de una distribución estándar o normal, por lo que se probó en primer lugar, que los datos a utilizar presentasen este tipo de distribución. En caso de que esto no ocurriese, se requirió la normalización de la información. Para esto, se recurrió a dos métodos: tipificación (o z-score) y normalización mediante logaritmo. Se seleccionó el método que mejor ajustase la información a una distribución normal.

### **2.5.1. Autocorrelación espacial global**

El análisis global de los datos permite determinar la existencia de patrones espaciales en la zona de estudio. Para esto se verificó si los valores del atributo de cada unidad espacial forman un patrón espacial aleatorio o si se agrupan espacialmente.

Se utilizó el índice de Moran (I de Moran Global), el que es análogo al coeficiente de correlación de Pearson, pero agrega como variable la ubicación espacial de las unidades y su dependencia espacial, por lo que es una medida de la autocorrelación espacial. Permite un análisis de la AE global, dado que considera los valores de todas las unidades espaciales en el área de estudio, y se basa en la homogeneidad espacial. Expresa si existe asociación lineal entre los valores y si esta es positiva (valores similares) o negativa (valores disímiles), con valores entre -1 y 1, que corresponden a perfecta desconcentración y perfecta concentración, respectivamente. Mientras que el valor 0 corresponde a un patrón

---

<sup>4</sup> Se refiere al espacio geográfico donde una variable muestra ciertas características o valores en función de una escala geográfica definida (Góngora, 2007)

espacial aleatorio. Se aplica a variables del tipo cuantitativas (Ordóñez *et al*, 2011; Góngora, 2007).

$$I = \frac{N \sum_{i,j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad i \neq j$$

**Ecuación 2.** Fórmula estadístico Moran Global (I)

Donde,

N = tamaño muestral

$x_i$  = valor de la variable cuantitativa x en la región i

$x_j$  = valor de la variable cuantitativa x en la región j

$w_{ij}$  = Pesos de la matriz W

$$S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$$

Este índice funciona en base a la ubicación espacial de las unidades y al valor de alguno de sus atributos, en este caso el caudal. Se basa en una prueba de hipótesis, donde la hipótesis nula corresponde a la aleatoriedad espacial, es decir, no existe AE. El I de Moran Global calcula una puntuación z (*z-score*), que corresponde a una determinada desviación estándar en una distribución normal, y un valor p (*p-value*), que indica la probabilidad de que el *clustering* o agrupamiento se deba a un proceso aleatorio. Los valores p muy pequeños (baja probabilidad) asociados a una puntuación z muy alta o muy baja (negativa) indican que se rechaza la hipótesis nula<sup>5</sup> (ESRI, 2012a; Góngora, 2007).

### 2.5.2. Autocorrelación espacial local (*clusters*)

La autocorrelación espacial local, según Góngora (2007) “*considera la autocorrelación entre los valores de las unidades espaciales y sus vecinos...comparando la diferencia de la media de cada observación con la media de todo el conjunto de las observaciones, así como la diferencia de la media de las observaciones vecinas*”.

Si la aplicación del índice I de Moran Global resulta en el rechazo de la hipótesis nula, es decir, en la existencia de AE entre las unidades espaciales a partir del atributo caudal, entonces se debía proceder a la identificación de los *clusters* o zonas de agrupamientos dentro del área de estudio. Para esto, se recurrió a la utilización del índice I Anselin local de Moran (I). Este índice permite la identificación de zonas de valores altos y bajos estadísticamente significativos, dentro de un conjunto de datos georreferenciados (ESRI, 2012b).

<sup>5</sup> Se determinó para todos los índices un nivel de confianza del 95% (p-valor = 0,05).

El índice I Anselin Local de Moran es un tipo de Indicador Local de Asociación Espacial (LISA en inglés), el cual indica la extensión de una agrupación o *cluster* espacial significativo de valores similares alrededor de la observación (Anselin, 1995). Permite identificar *clusters* espaciales de valores altos (puntos calientes o *hot spots*) y de valores bajos (puntos fríos o *cold spots*), así como también valores atípicos (*outlier*) (ESRI, 2012b).

Este índice puede arrojar cinco tipos de conglomerados (CEPAL, 2012; ESRI, 2012b):

- i) alto-alto (HH): una unidad espacial que tiene un valor significativamente similar a los valores de las unidades espaciales vecinas, valores que se encuentran sobre la media de los valores de la variable de interés. Estas unidades territoriales corresponden a los denominados *hot spots*;
- ii) bajo-bajo (LL): una unidad espacial con un valor inferior al promedio de la variable de interés, rodeada por unidades espaciales vecinas que también se encuentran bajo la media de esta variable. Estas unidades territoriales corresponden a los denominados *cold spots*;
- iii) bajo-alto (LH): presencia de una unidad espacial con un valor de la variable de interés bajo, rodeada significativamente por unidades vecinas con valores sobre la media de la variable de interés;
- iv) alto-bajo (HL): presencia de una unidad espacial con un valor de la variable de interés alto, rodeada significativamente por unidades vecinas con valores bajo la media de la variable de interés;
- v) relación no significativa: presencia de unidades espaciales donde el valor de la variable de interés no presenta una relación estadísticamente significativa con los valores que presentan sus vecinos.

Este índice también calcula un p-valor y una puntuación z, los que arrojan la significancia estadística de los valores del índice (ESRI, 2012b).

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{s_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X})^2$$

**Ecuación 3.** Fórmula estadístico Anselin local de Moran ( $I_i$ )

Donde,

n = tamaño muestral

$x_i$  = valor de la variable cuantitativa x en la región i

$x_j$  = valor de la variable cuantitativa x en la región j

$w_{i,j}$  = Pesos de la matriz W

$$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n (x_j - \bar{X})^2}{n - 1} - \bar{X}^2$$



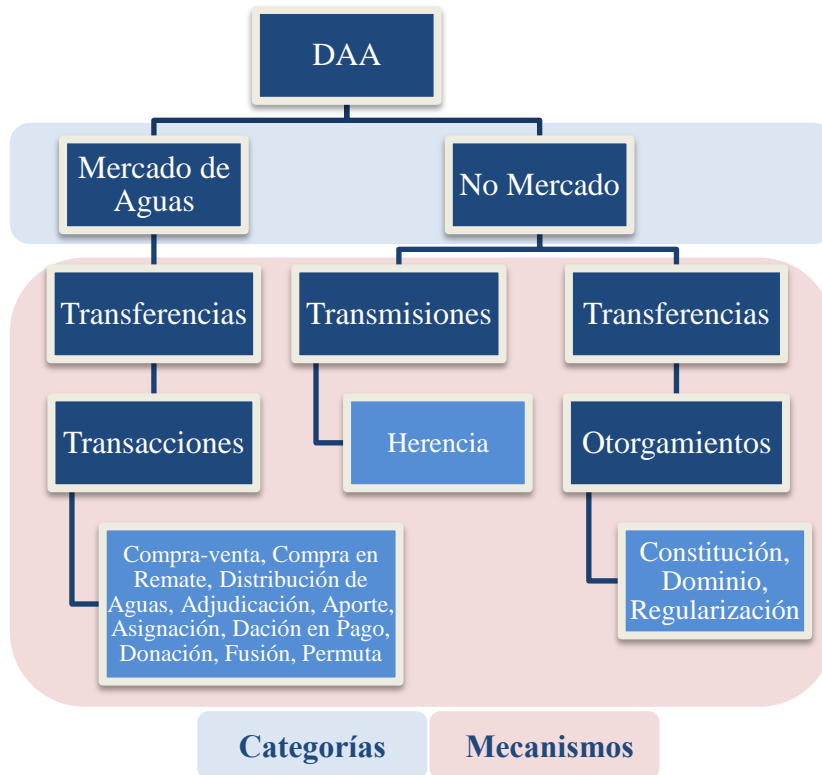
**Figura 2 .** Proceso del análisis espacial

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Descripción de la propiedad del agua subterránea

##### 3.1.1. Análisis según tipo de Inscripción

Al filtrar la base de datos y dejar solo aquellos registros correspondientes al acuífero La Ligua, se identificaron 1366 registros de DAA vigentes. De estos registros algunos poseen más de un DAA inscrito (inscripción), debido a que corresponden a distintos puntos de captación de aguas asociados a distintos DAA, pero siempre manteniendo el mismo titular. En consecuencia, el total de DAA subterráneas inscritos se eleva a los 2080, y corresponden a inscripciones vigentes desde 1981 hasta Octubre de 2012. Dentro de estos DAA se distinguen 16 “tipos de inscripciones” bajo las cuales fueron registrados en los libros de Registro de Propiedad de Aguas del CBR de La Ligua.



**Figura 3.** Categorías y mecanismos de asignación/reasignación de DAA en el acuífero La Ligua.

Los distintos “tipos de inscripciones” se definen como mecanismos por medio de los cuales se asigna o reasigna un DAA. Pueden clasificarse como transacciones u otorgamientos, dos

tipos de transferencias entre titulares vivos; o como transmisiones en el caso de que el traspaso de la propiedad se produzca por la muerte del titular. A su vez, estos términos se organizan en dos categorías: Mercado y No Mercado. La organización de estos términos puede visualizarse en la Figura 3.

De los 16 tipos de inscripciones identificadas, 2 no corresponden a mecanismos de transferencia o transmisión de DAA, ya que no existe cambio en el titular del DAA ni en la propiedad. Estos tipos de inscripciones corresponden a los procedimientos de Cambio de Punto de Captación (CPC) y Perfeccionamiento, los que no fueron clasificados dentro de las categorías Mercado y No mercado. Los restantes 14 tipos de inscripciones se clasificaron como se muestra en la Tabla 1, y corresponden a la base de datos sobre la que se realizó el presente estudio.

**Tabla 1.** Clasificación de inscripciones de DAA

<b>Categoría</b>	
<b>Mercado</b>	<b>No Mercado</b>
Aporte	Constitución
Adjudicación	Dominio
Asignación	Herencia
Compra en Remate	Regularización
Compra Venta	
Dación en Pago	
Distribución de Aguas	
Donación	
Fusión	
Permuta	

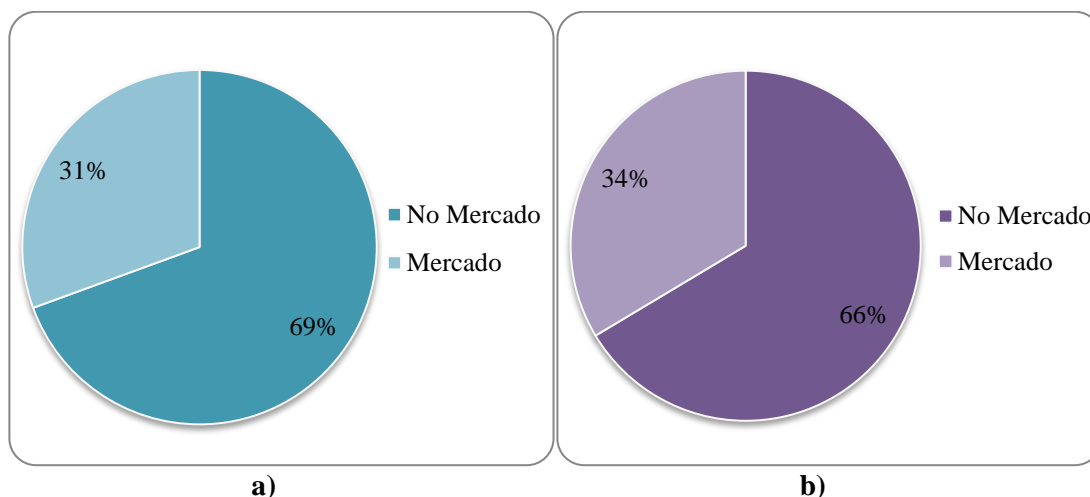
Al restar del universo de estudio las inscripciones correspondientes a CPC (152) y Perfeccionamiento (1), el número de DAA inscritos a estudiar se reduce a 1927.

La participación de cada categoría en el acuífero, de acuerdo al número de DAA inscritos, muestra que el No Mercado tiene una mayor participación dentro del acuífero al momento de la obtención de un DAA, con un 69% del total de las inscripciones (1338). Mientras, el Mercado alcanzan el 31% de las inscripciones de los DAA vigentes a 2012 (589), como se muestra en la Figura 4.a

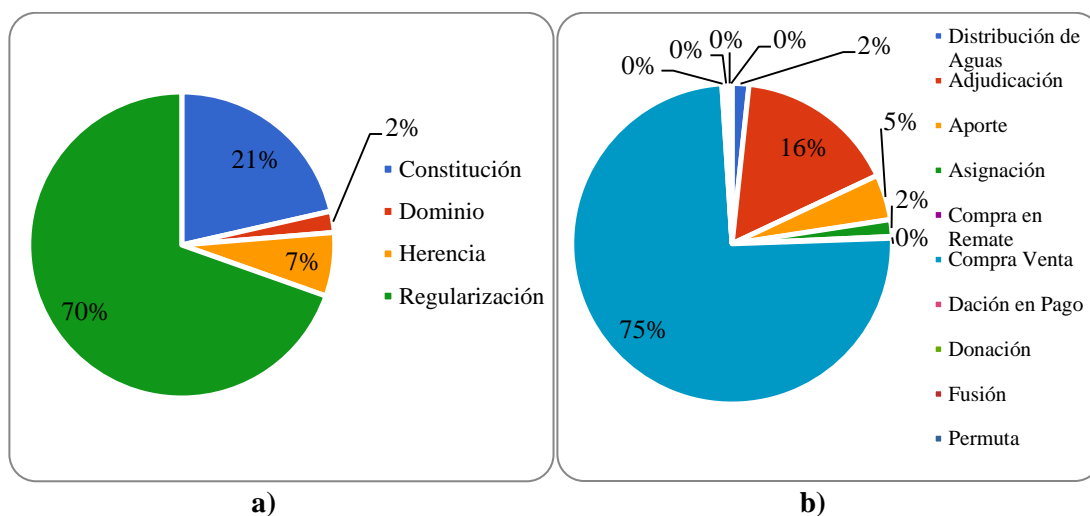
Por otra parte, del total de DAA inscritos, sólo 1335 de ellos están expresados en la unidad de caudal litros por segundo (L/s) -el 69% de las inscripciones- y suman un total de 3647,63 L/s. En consecuencia, existen 592 DAA sin información o con información expresada en acciones o porcentaje del caudal de una captación<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Información que no es posible conocer a partir de los alcances de esta memoria y de la información levantada, por lo que no se puede establecer el caudal de extracción que en su conjunto constituyen estos datos.

La participación de cada categoría en relación con el caudal que abarcan (Figura 4.b) muestra un comportamiento similar, con respecto del porcentaje que representan, con los DAA inscritos por categoría (Figura 4.a). Para el No Mercado, la participación en caudal alcanza los 2422,4 L/s, mientras que el caudal para el Mercado se eleva a 1225,2 L/s, es decir, el 66% y el 34% del caudal, respectivamente, considerando las 1335 inscripciones con datos de caudal (L/s) o unidad comparable.



**Figura 4.** Representación gráfica de la participación de las categorías No Mercado y Mercado de acuerdo a: a) cantidad de DAA y b) caudal en L/s en el acuífero



**Figura 5.** Representación gráfica de los tipos de inscripciones en a) No mercado y b) Mercado de agua



En el caso de los DAA subterráneas obtenidos fuera del mercado de aguas (No mercado), el principal mecanismo de asignación corresponde a la Regularización<sup>7</sup>, alcanzando los 931 DAA inscritos (70% de la categoría No Mercado y 48,3% del total de inscripciones). Este mecanismo corresponde a una transferencia por otorgamiento de un DAA asociado a un uso histórico que es regularizado ante el Estado. En el caso del acuífero del río La Ligua los DAA han sido regularizados principalmente por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) (809 DAA inscritos y 1084,63 L/s, correspondientes a 471 inscripciones con información de caudal) y en una menor medida por medio de Sentencia Judicial del Juzgado de Letras competente (122 DAA inscritos y 320,37 L/s, que corresponden a 113 inscripciones con información de caudal). El SAG puede otorgar estos DAA de acuerdo a lo establecido en el artículo 5° transitorio<sup>8</sup> del Código de Aguas. En tanto, los Juzgados de Letras en lo Civil están facultados para otorgar DAA por medio del artículo 2° transitorio<sup>9</sup>.

En tanto, las Constituciones de DAA ascienden a 287 DAA inscritos, equivalentes al 21% de la categoría No Mercado y al 14,9% del total de inscripciones. Por medio de este mecanismo se crea y otorga un nuevo derecho, y el ente público con atribuciones para cumplir esta función es la Dirección General de Aguas (DGA). En el caso del acuífero La Ligua, fueron otorgados en su mayoría por lo dictado en el artículo 4° transitorio<sup>10</sup>, conocido informalmente como Ley del Mono<sup>11</sup>. Por este mecanismo se otorgaron 228 inscripciones y 233,60 L/s.

Las Herencias alcanzan los 90 DAA inscritos, representando el 7% de las inscripciones fuera del Mercado; mientras que el Dominio, mecanismo equivalente a una constitución de DAA y dictaminado por la DGA, representa el 2% de esta categoría (30 DAA).

En el caso de los mecanismos de transferencia del Mercado de Aguas, la mayor parte de las transacciones corresponden a Compra-ventas con 439 DAA, un 75% de las transacciones del Mercado y un 22,8% de las inscripciones vigentes, equivalentes a 1085,58 L/s (329 DAA inscritos con información de caudal). A este le siguen las Adjudicaciones con 96 DAA inscritos (16%) y los Aportes con 27 DAA (5%). Con 10 DAA, que representan el 2% del total de esta categoría, se encuentran la Distribución de Aguas y la Asignación. Los otros mecanismos dentro del Mercado (donación, fusión, permuta, dación en pago y

---

<sup>7</sup> La Regularización es una vía alternativa para la obtención de DAA que tiene por objetivo reconocer legalmente la existencia de un derecho de dominio pleno y regularizar la inscripción de este, no constituir un nuevo DAA. De acuerdo al artículo 2° transitorio, para utilizar este mecanismo es necesario acreditar el uso ininterrumpido durante 5 años hasta la fecha de entrada en vigencia del CA. Sin embargo, según Barrientos (2007) la interpretación dada por la DGA no considera este último requisito, y pueden realizarse regularizaciones de DAA que inician su uso ininterrumpido en fechas posteriores a la entrada en vigencia del CA. Por lo tanto, este mecanismo dejó de ser transitorio y pasó a ser una alternativa permanente de obtención de DAA.

<sup>8</sup> Ver GLOSARIO

<sup>9</sup> Ver GLOSARIO

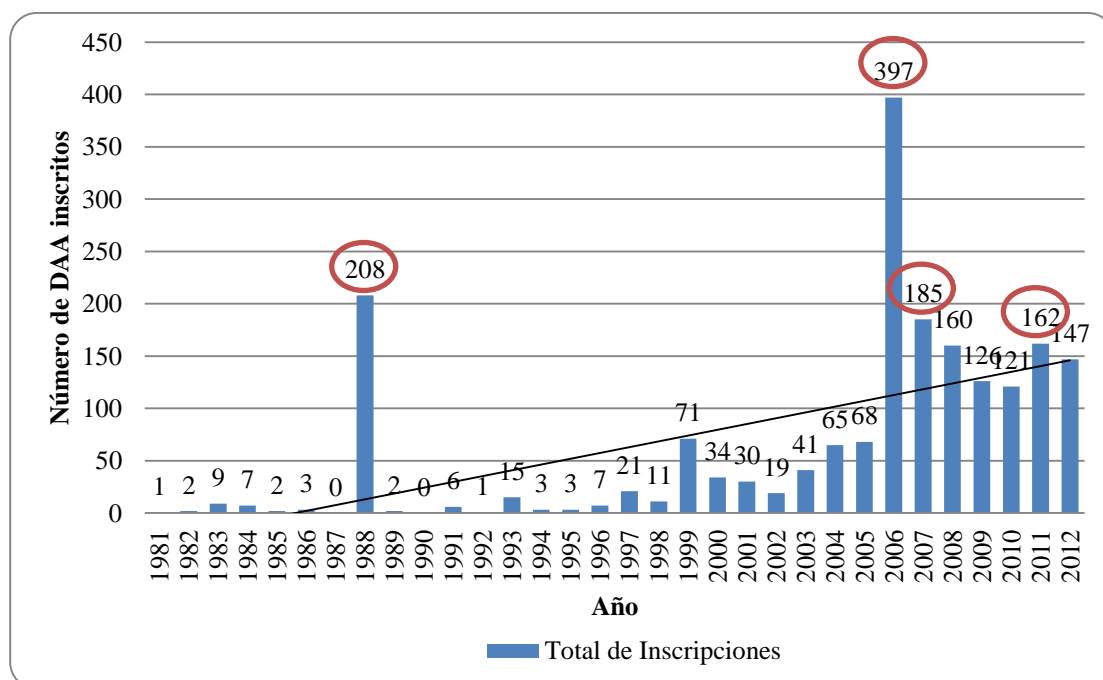
<sup>10</sup> Ver GLOSARIO

<sup>11</sup> Esta reforma pretendía regularizar pozos clandestinos de hasta 2 L/s. Por la alta demanda de solicitudes de Constituciones haciendo uso este artículo transitorio, se limitó la solicitud a pequeños agricultores, indígenas y comunidades indígenas. El plazo para utilizar este mecanismo expiró en Diciembre de 2005.

compra en remate) alcanzan cada una menos del 0,5%, y entre todas el 1,2% del total de esta categoría.

### 3.1.2. Análisis temporal de DAA inscritos y mecanismos de asignación

El análisis de la propiedad del agua respecto al número de inscripciones vigentes hasta Octubre de 2012 muestra que los años con mayor cantidad de DAA inscritos en el CBR fueron 2006 (397 inscripciones), 1988 (208 inscripciones), 2007 (185 inscripciones) y 2011 (162 inscripciones), mientras que los años con menos inscripciones vigentes corresponden a 1987 y 1990, con cero inscripciones vigentes, 1981 y 1992, con 1 inscripción, y 1982, 1985 y 1989 con 2 DAA vigentes. Los resultados para cada año se pueden observar en la Figura 6.



**Figura 6.** Número de DAA subterráneas vigentes por año

La información muestra un fuerte incremento en la cantidad de inscripciones de DAA vigentes en la última década, especialmente en 2006. Entre otros factores, este incremento puede entenderse por la existencia de un mayor interés por parte de los usuarios del agua por obtener DAA subterráneas, ya sea a partir de otorgamientos de DAA mediante mecanismos de asignación, o por la reasignación de estos mediante transacciones del Mercado de Aguas.

Es posible observar cómo el número de inscripciones de DAA subterráneas aumenta de forma más constante desde mediados de la década de 1990. De acuerdo a Budds (2012) a partir de estos años se comenzó a excavar una mayor cantidad de pozos y a instalar bombas

de agua en la cuenca del río La Ligua, producto de la existencia de materiales más económicos, e impulsados por el aumento de las plantaciones de paltos dado el alto precio y demanda de este producto desde el extranjero. Esto llevó a la conversión de los terrenos agrícolas a plantaciones de este frutal. Las aguas subterráneas estaban disponibles y aparentemente eran abundantes, además de ser más continuas en periodos secos, a diferencia de las aguas superficiales. La mayor presencia de cultivos frutales en el área se tradujo en un auge en el uso de las aguas subterráneas y en el aumento en la demanda de DAA subterráneas a la DGA durante este periodo, principalmente desde el sector agrícola<sup>12</sup>, siendo esta situación concordante con la información que se aprecia en la Figura 6.

A nivel mundial se presenta la misma tendencia en el uso de aguas subterráneas desde hace 20-30 años (Llamas, 2005, citado por GWP, 2013), principalmente en zonas de agroeconomías importantes. Esto ha permitido que pequeños agricultores se diversifiquen hacia el cultivo de especies de mayor valor económico, como lo es en Chile el cultivo de paltos y otros frutales, y una “democratización” del acceso al riego, asegurando la disponibilidad de agua en periodos críticos. Sin embargo, también ha generado inquietudes sobre la sostenibilidad del recurso, especialmente en zonas donde los acuíferos presentan recargas débiles por las bajas precipitaciones medias anuales, lo que podría significar impactos en la calidad del agua, o el agotamiento del acuífero (GWP, 2013).

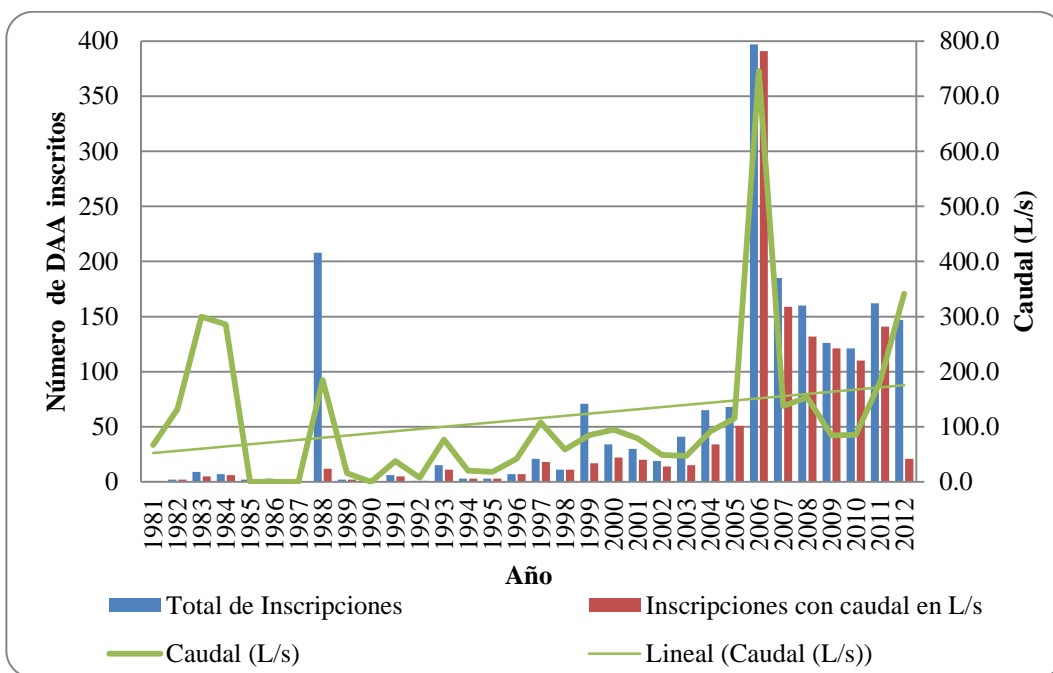
En la Figura 7 se detalla el número total de inscripciones (columnas azules), el número de DAA inscritos con caudal (columnas rojas) por año, además del caudal total otorgado de acuerdo a la información disponible (línea verde). Se observa en la figura que, en general, las variables señaladas siguen una tendencia similar, desde pocas inscripciones vigentes y bajo caudal total anual, a un mayor número de DAA vigentes y mayor caudal total inscrito en los años más próximos, lo que daría cuenta de un incremento en el número de DAA otorgados o reasignados y del caudal inscrito anualmente.

Se presenta una excepción durante los primeros años de entrada en vigencia del CA (1981-1984), donde el caudal promedio otorgado por inscripción alcanza los 60,2 L/s, siendo el menor caudal otorgado en DAA 44 L/s y el mayor 67 L/s durante este periodo. Esto difiere considerablemente de los años posteriores a 1984, donde el promedio de DAA inscritos es

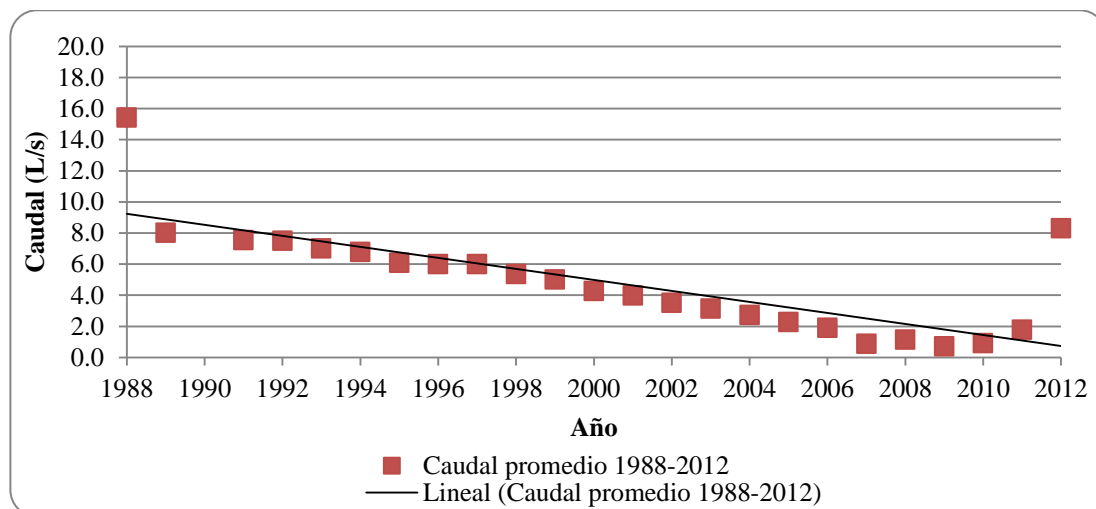
---

<sup>12</sup> Durante el proceso de recolección de la información se observó que durante los primeros años de vigencia del Código (desde 1981 a 1985/86, aproximadamente) el número total de inscripciones por año, tanto vigentes como aquellas que ya no lo están producto de la transferencia del DAA, era una cantidad baja en relación con la cantidad de inscripciones de los años más próximos. El número de registros totales por año no fue registrado durante este proceso, ya que no se registraron las inscripciones no vigentes, por lo que esta es una observación cualitativa, en base a la percepción que se tuvo al revisar la información contenida en los libros de Registros de Aguas del CBR de La Ligua, y no representa un dato exacto o cuantitativo de lo ocurrido durante estos años en relación con el nivel de actividad en la inscripción de registros.

de 68,1 DAA/año y el promedio de caudal otorgado por inscripción de 5,1 L/s. El caudal promedio de extracción en el período que va desde 1981 hasta 2012 es de 13 L/s.<sup>13</sup>



**Figura 7.** Gráfico de inscripciones y caudal por año



**Figura 8.** Gráfico de caudal promedio anual otorgado en DAA subterráneas

<sup>13</sup> Es importante señalar que desde 2005 se aplica la exigencia de adjuntar a la solicitud de DAA una memoria explicativa de la cantidad de agua solicitada para aquellos caudales iguales o superiores a 10 L/s de uso consuntivo y ejercicio permanente desde la región Metropolitana al norte. De acuerdo al análisis realizado por la DGA, el DAA constituido puede ser inferior a lo solicitado, de acuerdo a una tabla de equivalencias entre usos y caudales.

La Figura 8 muestra el caudal promedio anual, desde 1988 hasta 2012, años en que se muestra el mayor número de DAA vigentes, y donde se presenta el auge del uso de agua subterránea. Se aprecia un paulatino y constante descenso del caudal promedio inscrito anualmente.

Como se señaló, los años con mayor número de DAA vigentes corresponden a 2006, 1988, 2007 y 2011. La Figura 9 muestra los principales tipos de inscripción durante estos años, y su participación, en porcentaje, en el total.

El año 2006 corresponde al año con mayor número de inscripciones vigentes, alcanzando las 397, de las cuales 391 poseen el caudal expresado en L/s. El caudal de este año también es el mayor de la serie de años de acuerdo a lo registrado, y alcanza los 745,6 L/s, con un promedio de caudal por inscripción de 1,9 L/s. Del total, 637,1 L/s (el 85,5%) fueron otorgados mediante regularizaciones, en su mayoría por resolución del SAG (570,55 L/s), y en menor medida por medio de resoluciones judiciales. Este mecanismo alcanza el 80% de las transferencias de este año, seguido por las compra-ventas (11%) y las constituciones (6%) (Figura 9.b).

Los DAA vigentes de 1988 ascienden a 208. Sólo 12 de ellos poseen la cantidad de agua expresada en caudal, mientras que en las restantes se expresa en porcentajes. El promedio de caudal a partir de estas 12 inscripciones alcanza 15,4 L/s, y entre ellas suman 185 L/s. Considerando este promedio como el caudal otorgado a cada DAA inscrito, el caudal podría elevarse a alrededor de 3200 L/s concedidos en DAA subterráneas sólo durante este año. Por lo tanto, 1988 podría considerarse el año con más caudal otorgado en DAA vigente. De acuerdo a estas inscripciones, todos los DAA fueron otorgados por medio de regularizaciones, el 100% de las cuales fueron realizadas por medio del SAG (Figura 9.a).

De los 185 DAA vigentes del 2007, 159 están expresados en unidad de caudal, alcanzando los 137,8 L/s. El promedio de caudal de estas transferencias es de 0,9 L/s. Si se extrapola esta información a las 185 transferencias, podría estimarse un caudal vigente del 2007 de 160,3 L/s. Los principales mecanismos de asignación durante este año corresponden a regularizaciones (42%), constituciones (29%), compra-ventas (11%) y adjudicaciones (11%), por lo que la categoría No Mercado es dominante durante este año (Figura 9.c).

Finalmente, 2011 se presenta en el cuarto lugar de los años con el mayor número de DAA inscritos vigentes, con 162 inscripciones y un caudal de 181,9 L/s correspondiente a 141 DAA inscritos con información de caudal, promediando 1,3 L/s por DAA. Los principales mecanismos de asignación en este año son compra-ventas (39%), constituciones (25%) y regularizaciones (25%) (Figura 9.d). El mecanismo por el cual se otorgó mayor caudal es la regularización, otorgado en su mayoría por el SAG, alcanzando 102,45 L/s.

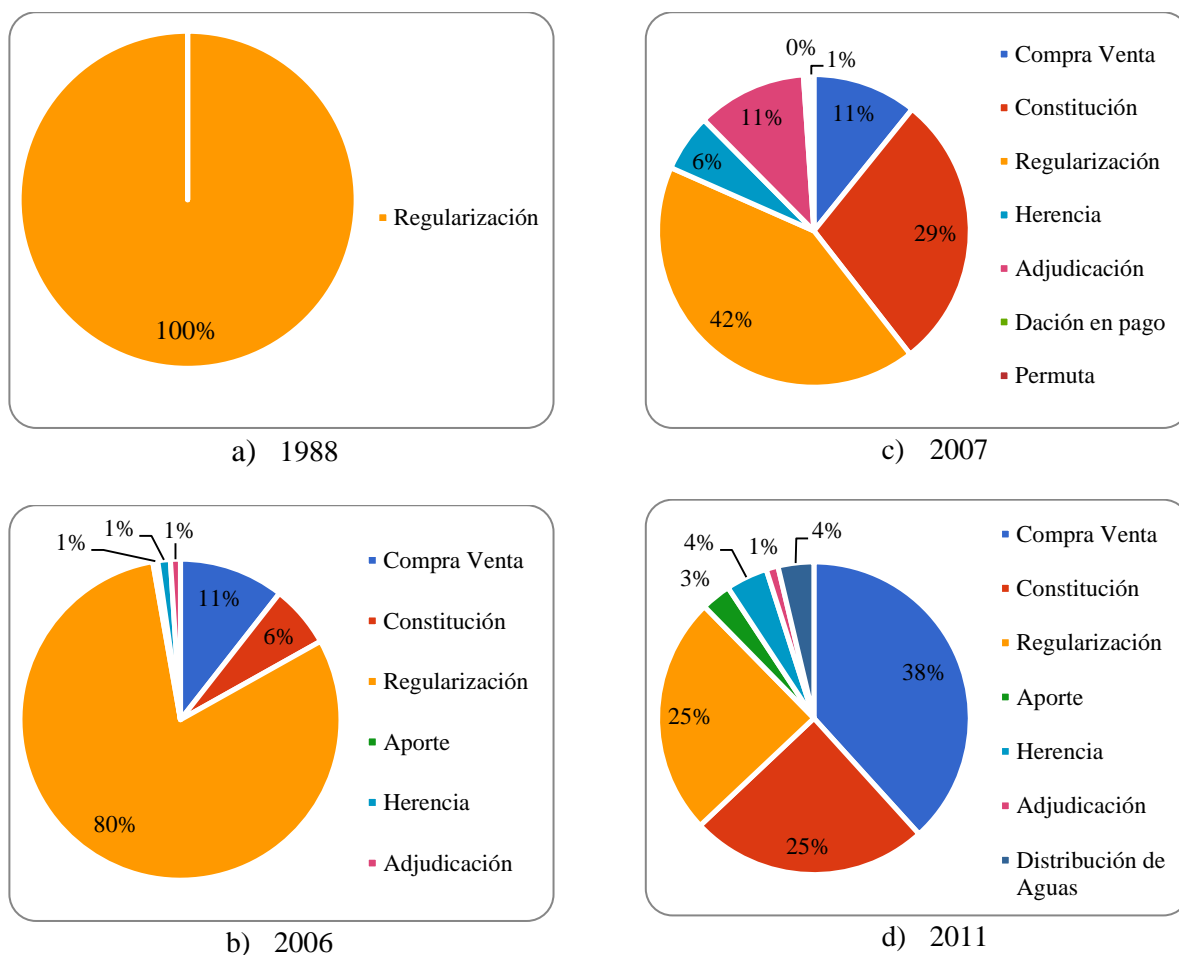
A partir de la información de la serie de datos, y en particular de la información de estos cuatro años, se puede observar la mayor participación que va adquiriendo el Mercado en las transferencias de los DAA del acuífero. El principal mecanismo de reasignación

corresponde a la compra-venta, mecanismo que llega a representar el 38% y 40% de las inscripciones durante 2011 y 2012, respectivamente, en desmedro principalmente de las regularizaciones, que pasan de representar el 100% de las inscripciones en 1988 al 25% en 2011.

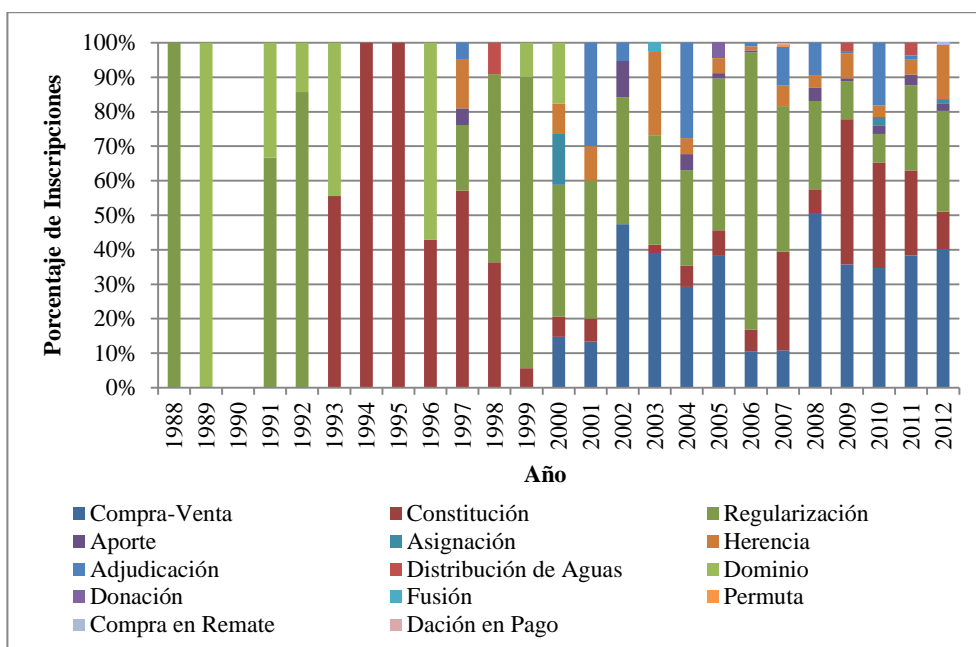
A pesar de la creciente importancia que cada año alcanza el Mercado de Aguas, los principales mecanismos de obtención de DAA corresponden a aquellos que se encuentran fuera del Mercado (No Mercado). Dentro de estos mecanismos de asignación, la regularización sigue siendo el principal, alcanzando el 48,3% del total. Durante los años analizados, en todos presenta un rol importante, representando siempre por sobre el 25% de las inscripciones vigentes. Además, es uno de los mecanismos mediante el cual más caudal se ha otorgado desde el Estado a privados.

En la Figura 10 y Figura 11 se muestra la participación de los mecanismos de transferencia y transmisión de DAA dentro del acuífero, desde 1988 hasta 2012, periodo en el que se concentra la información de inscripciones vigentes (1903 de 1927 DAA).

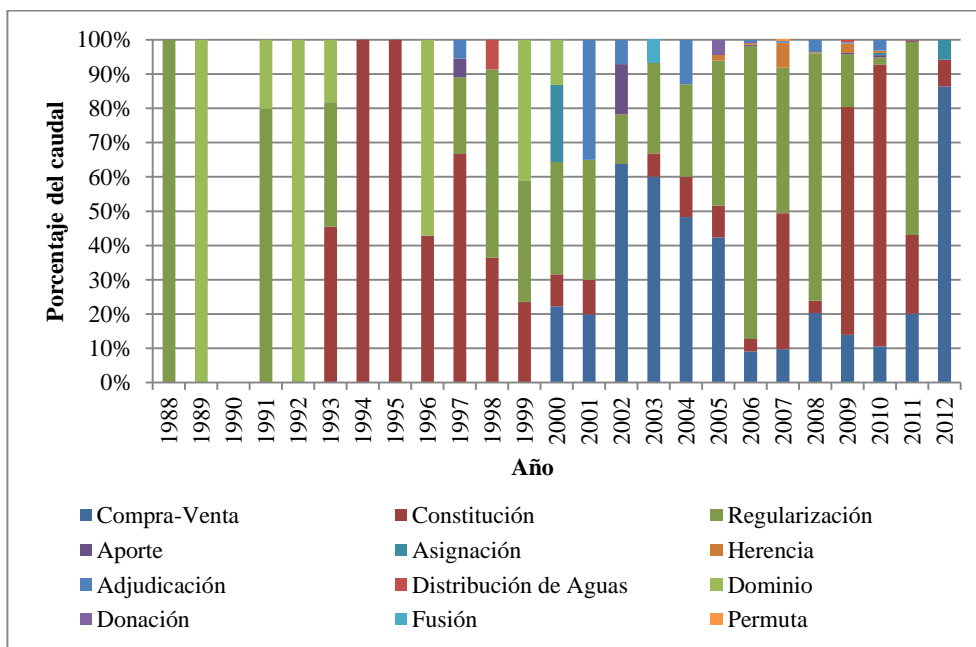
Son tres los principales mecanismos mediante los que se obtuvieron DAA subterráneas. Estos corresponden a Regularización (verde oscuro), Constitución (rojo) y Compra-venta (azul). Los restantes mecanismos tienen porcentajes menores de participación, y se hacen presentes principalmente a partir de mediados de la década de 1990.



**Figura 9.** Representación gráfica de los principales mecanismos de transacción en los años con mayor número de DAA inscritos: a) 1988, b) 2006, c) 2007 y d) 2011



**Figura 10.** Participación de los mecanismos de obtención de DAA de acuerdo al porcentaje de DAA inscritos.



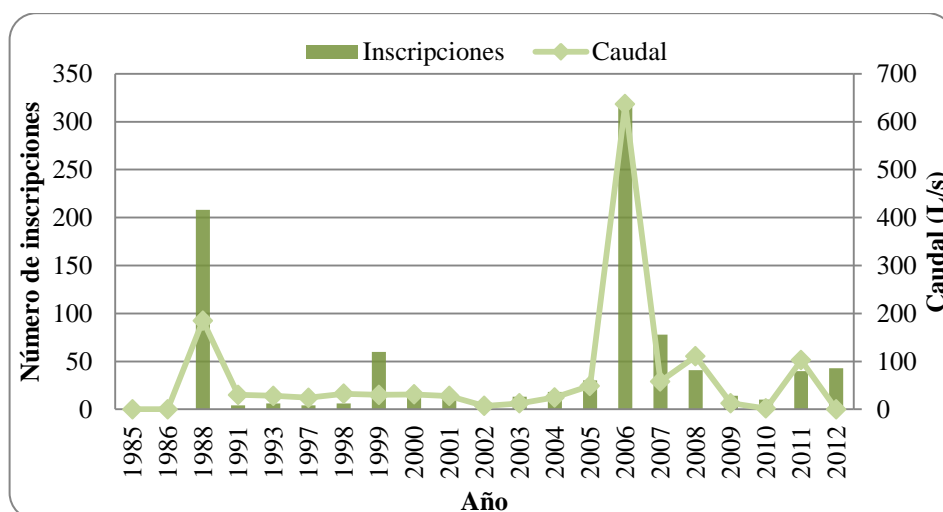
**Figura 11.** Participación de los principales mecanismos de asignación de DAA de acuerdo al porcentaje de caudal.

A partir de las figuras anteriores se aprecia cómo hasta 1992 las regularizaciones representan el mayor porcentaje de inscripciones de DAA vigentes, en conjunto con el



Dominio<sup>14</sup>. A partir de 1993 las constituciones alcanzan mayor porcentaje de participación, la que disminuye en 1998, año en el que las regularizaciones nuevamente alcanzan una mayor participación, tanto en el porcentaje de DAA inscritos como de caudal. Estos datos señalan que antes del 2000, los DAA subterráneos fueron obtenidos solo de dos formas: por medio de regularizaciones, o constituyendo nuevos derechos (por medio de los mecanismos de Constitución y Dominio), no existiendo participación del Mercado en el acuífero, sino que la transferencia por medio del otorgamiento de parte del Estado de DAA era la forma de acceder a ellos.

A partir de 2000, se observa que el mecanismo Regularización exhibe variabilidad en el porcentaje de inscripciones y caudal que representa, alcanzando su máximo en 2006 y disminuyendo hacia los años más próximos. Esto también puede ser observado con respecto al número de inscripciones y caudal transferido mediante este mecanismo (Figura 12).

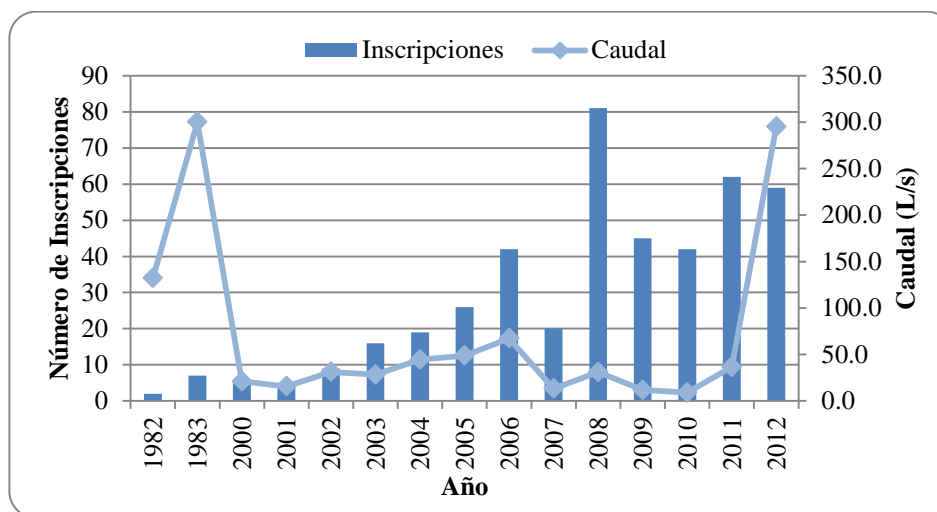


**Figura 12.** Número de regularizaciones y caudales inscritos por año

En el mismo periodo, las compra-ventas (Figura 13) aparecen en el panorama con una participación más continua en el tiempo, pero variable en cuanto a su representación. Las inscripciones vigentes se elevan a 439 (22,8% del total) y, en promedio, se realizaron anualmente 35,8 transacciones. El año con mayor número de inscripciones por compra-ventas es el 2008, sumando 81 transferencias, aproximadamente el 50% del total. En relación con el porcentaje de caudal, alcanza una participación cercana al 50% durante 2002, 2003, 2004 y 2012, alcanzando este último año los 295 L/s, representando más del 85% del caudal inscrito. Este aumento en el número de compra-ventas alcanzado posterior a 2005, pudo haber sido impulsado por la modificación al CA realizada durante ese año,

<sup>14</sup> Dominio, de acuerdo al Código Civil chileno, es el derecho real en una cosa corporal, para gozar y disponer de ella arbitrariamente; no siendo contra la ley o contra derecho ajeno. También es llamado “propiedad”. Para el caso de los DAA, Dominio es un mecanismo equivalente a la Constitución, debido a que se otorga un derecho de propiedad sobre las aguas.

que introdujo el cobro de patentes por no uso<sup>15</sup>, lo que pudo incentivar a los usuarios que no utilizaban sus DAA subterráneas, a transarlos en el Mercado de Aguas con el fin de evitar este cobro. Sumado a esto, en 2004 el acuífero fue declarado por la DGA como “Zona de Restricción” para la creación de nuevos DAA, por lo que sólo se deberían entregar derechos de forma provisoria<sup>16</sup> y de acuerdo al comportamiento de acuífero<sup>17</sup>, lo que podría haber influido en el aumento de estas transacciones, como un mecanismo alternativo para la obtención de DAA del acuífero.



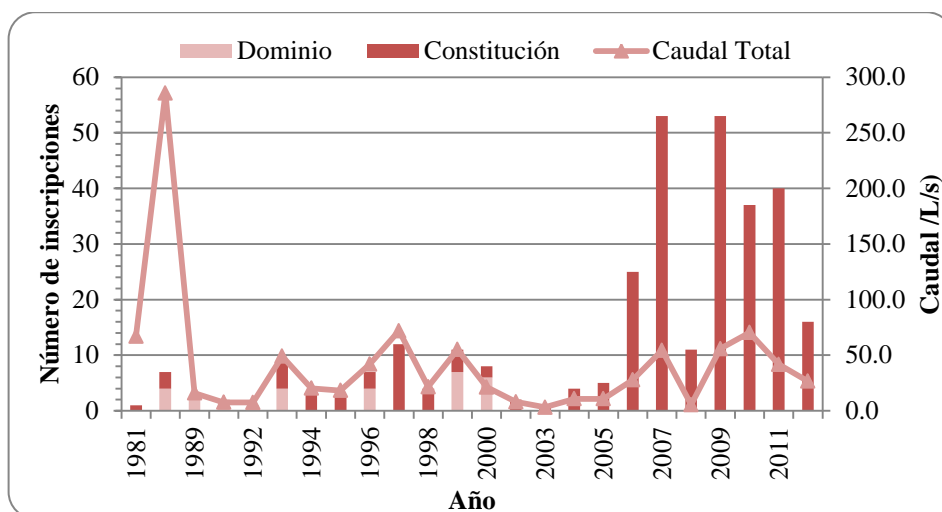
**Figura 13.** Número de compra-ventas y caudales inscritos por año

Por su parte, las Constituciones muestran un rango más amplio de variabilidad a través de los años. Este va desde ninguna inscripción, a representar aproximadamente el 40% de ellas en 2009; y desde 0% hasta más del 80% del caudal otorgado vigente en los registros del CBR en 2010. Sumado a esto, están las inscripciones que corresponden al mecanismo de otorgamiento Dominio, que hasta el año 2000 se presentan de forma variable a través de los años, como se aprecia en la Figura 14.

<sup>15</sup> El cobro de patente por no uso es un instrumento económico que tiene por objetivos (Riestra, 2009<sup>a</sup> citado por Valenzuela et al, 2013): 1) eliminar el acaparamiento y especulación de manera de favorecer la competencia; 2) constituir DAA por caudales que efectivamente sean utilizados; y 3) redistribuir los DAA que no estén siendo utilizados.

<sup>16</sup> Los DAA provisionales no son parte de la propiedad del agua analizada en esta memoria.

<sup>17</sup> En abril de 2014 estos DAA provisionales fueron caducados producto de que se estaba afectando los DAA permanentes, como la sustentabilidad del acuífero ( )



**Figura 14.** Número de constituciones de DAA y caudales inscritos por año

Las constituciones y dominios alcanzan su primer *peak* en número de inscripciones en 1997. Un año antes fue suspendida la entrega de nuevos derechos por parte de la DGA producto de la alta demanda de DAA que afectaba al acuífero, y mientras se realizaba un estudio hidrológico de éste (Budds, 2012). Los efectos de esta medida se observan en la posterior disminución de inscripciones de DAA obtenidos por medio de este mecanismo. Posteriormente, las constituciones tienen un aumento desde el 2006, alcanzando los máximos de DAA inscritos en 2007 y 2009, con el 42% el 28,7%, respectivamente. Esto se condice con la modificación realizada al Código de Aguas en 2005, mediante la medida conocida informalmente como “Ley del Mono” (artículo 4° transitorio), la cual permitió la constitución de nuevos DAA con caudales bajos (2 L/s máximo) en pozos construidos antes de junio de 2004, y que benefició principalmente a pequeños agricultores (INDAP, 2007; Budds, 2012).

A pesar de que desde 2006 el número de constituciones muestra un aumento, este número sigue siendo bajo en comparación a otros mecanismos, alcanzando sólo el 14,9% de los DAA vigentes. Este escenario también se asocia a la declaración del acuífero como “Zona de Restricción” en el 2004.

Por otra parte, INDAP estableció el “Programa de Constitución y/o Regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas”. Este programa entregaba recursos económicos a pequeños agricultores para legalizar sus DAA subterráneas, mediante la entrega de un bono para poder llevar a cabo constituciones o regularizaciones de DAA, las que se hicieron en virtud del artículo 5° transitorio, por medio del SAG, ya que correspondían a pozos de parcelaciones de la reforma agraria, llevada a cabo entre 1962 y 1973; o por medio de la DGA y Sentencia Judicial, por lo establecido en el artículo 2° transitorio. Este programa comenzó a funcionar desde mediados del 2003, y hasta comienzos de 2007 había regularizado la situación de alrededor de 800 pequeños agricultores en la provincia de Petorca, es decir, tanto del acuífero La Ligua como Petorca (INDAP, 2007).

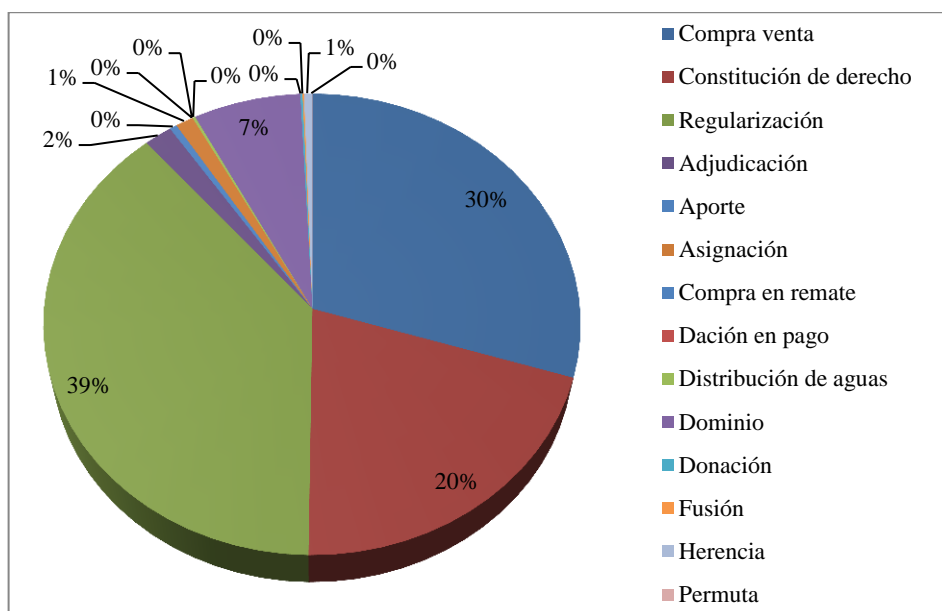
Tanto la suspensión de la entrega de nuevos DAA en 1996, como la implementación de este programa, podrían explicar que la regularización se convirtiera en el principal mecanismo para obtener agua legalmente, de forma posterior a la fecha en que ocurrieron estos acontecimientos.

Con respecto a los DAA obtenidos por medio de mecanismos de mercado, de acuerdo a Orrego (2002b), el bajo dinamismo y participación del mercado del agua se asocia a que muchos de los propietarios de DAA subterráneas no desean venderlos, dado que prefieren mantenerlos en su poder en caso de alguna eventualidad, por ejemplo, dada por la variabilidad climática o por las sequías que afectan a la cuenca producto de su ubicación geográfica. Ante esto, muchos agricultores prefieren arrendar sus derechos o parte de estos, antes que venderlos (Orrego, 2002b), con lo que también evitan el cobro de la patente por no uso. Por otra parte, los precios para acceder a DAA subterráneas en la cuenca por medio de compra-ventas podrían ser un obstáculo al momento de optar por este mecanismo, llevando a los usuarios a preferir mecanismos de otorgamiento para acceder a un DAA de forma gratuita, principalmente por parte de los pequeños usuarios del agua.

En la Tabla 2 se muestra, a modo de síntesis, el número total de inscripciones y caudal por cada tipo de mecanismo de asignación, destacándose aquellos que tienen una mayor relevancia en la propiedad del agua en el acuífero. Mientras, en la Figura 15 se observan los distintos tipos de mecanismos de asignación/reasignación por medio de los cuales se han obtenido DAA del acuífero La Ligua, y el porcentaje del caudal que representan.

**Tabla 2.** Participación de los mecanismos de transferencia y transmisión por número de inscripciones y caudal

<b>Tipo de mecanismo</b>	<b>Número de DAA inscritos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>DAA con información de caudal</b>	<b>Caudal (L/s)</b>	<b>Porcentaje</b>
Regularización	931	48,31	584	1405,00	38,52
Compra venta	439	22,78	329	1085,58	29,76
Constitución de derecho	287	14,89	286	746,16	20,46
Adjudicación	96	4,98	47	65,37	1,79
Herencia	90	4,67	28	19,08	0,52
Dominio	30	1,56	23	252,20	6,91
Aporte	27	1,40	14	17,22	0,47
Asignación	10	0,52	10	41,85	1,15
Distribución de aguas	10	0,52	10	6,39	0,18
Donación	3	0,16	2	5,00	0,14
Compra en remate	1	0,05	0	s/i	s/i
Dación en pago	1	0,05	0	s/i	s/i
Fusión	1	0,05	1	3,19	0,09
Permuta	1	0,05	1	0,59	0,02
<b>Total</b>	<b>1927</b>	<b>100,00</b>	<b>1335</b>	<b>3647,63</b>	<b>100,00</b>



**Figura 15 .** Mecanismos de obtención y porcentaje del caudal del acuífero que representan

### 3.1.3. Análisis según caudales de extracción

Del total de 1927 DAA en el acuífero, existen 1782 DAA que tienen información sobre el caudal otorgado, en diferentes unidades de medición. De estos, 1335 DAA poseen esta información expresada en L/s, mientras que 145 DAA no poseen ningún tipo de información sobre la cantidad de agua que fue asignada en derecho (Tabla 3).

**Tabla 3.** Información de caudales en DAA

<b>DAA</b>	<b>Cantidad</b>
Con información de cantidad de agua	1782
Caudal (L/s)	1335
Acciones	42
Porcentaje	403
Parte	2
Sin información de cantidad de agua	145
<b>Total</b>	<b>1927</b>

Los resultados de los parámetros estadísticos descriptivos de los caudales otorgados en el acuífero, en base a las inscripciones con información expresada en unidad de caudal, específicamente en litros por segundo (L/s), se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Parámetros estadísticos de caudales

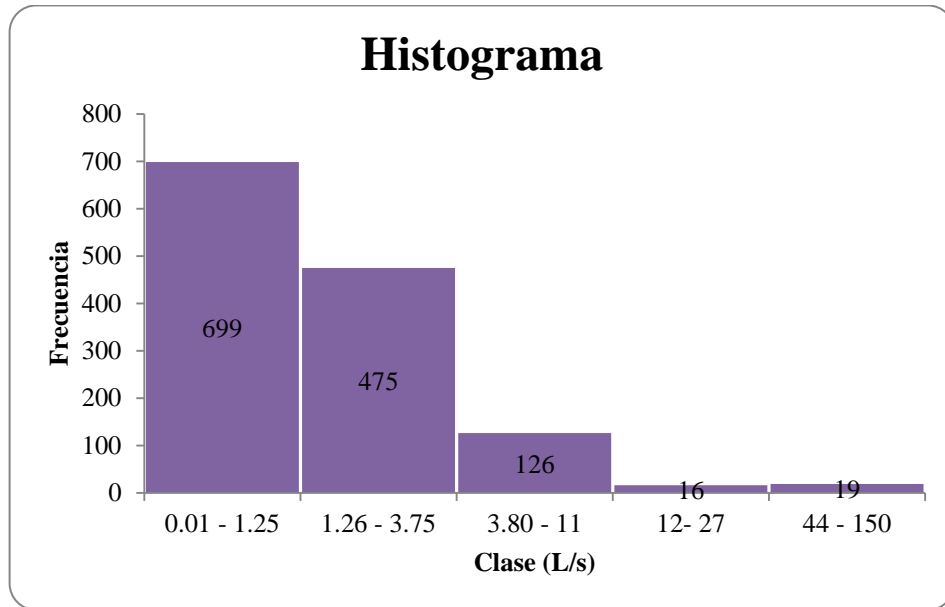
<b>Estadístico</b>	<b>Valor (L/s)</b>
Media	2,73
Error típico	0,25
Mediana	1,14
Moda	2
Desviación estándar	9,25
Varianza de la muestra	85,46
Curtosis	111,30
Coefficiente de asimetría	9,65
Rango	149,99
Mínimo	0,01
Máximo	150
Suma	3647,63
Cuenta	1335

Es posible observar que los estadísticos media (2,73 L/s) y mediana (1,14 L/s) no son iguales, por lo tanto, los datos no presentan una distribución del tipo normal. En este caso, es conveniente utilizar la mediana como estadístico de localización, debido a que la media es más sensible a la existencia de valores extremos. La mediana indica el centro de la serie de datos de caudal, el cual es 1,14 L/s. Al igual que la media, la desviación estándar también se ve afectada por la existencia de valores extremos en la serie de datos, alcanzando un valor elevado (9,25), lo que también señala la alta dispersión presente en los valores de los datos, los que presentan una distribución del tipo asimétrica.

La suma de caudales de los 1335 DAA con información en L/s, se eleva a 3647,63 L/s. Haciendo una estimación simple a partir de la utilización de la Ecuación 1, en base a los 592 DAA sin información de caudal de extracción en L/s, el caudal estimado en el acuífero La Ligua a partir de la media (2,73 L/s) se elevaría a los 5263,79 L/s, mientras que para la mediana alcanzaría los 4322,51 L/s.

Por otra parte, tanto la curtosis como el coeficiente de asimetría, medidas estadísticas de forma, también se ven afectadas por la existencia de valores extremos dentro de los datos, por lo que no son fiables como medidas descriptivas.

Para graficar estos resultados, y la existencia de valores extremos, se ha utilizado un histograma de frecuencias (Figura 16), utilizándose en este caso el método de los Quiebres Naturales de Jenks.



**Figura 16.** Histograma de acuerdo a Quiebres Naturales de Jenks

La forma que adopta el histograma señala que la distribución de los datos de caudal no presenta una distribución normal (media = mediana), sino que sesgada (media  $\neq$  mediana), lo que se condice con los valores de las medidas de tendencia central y de dispersión. La distribución de los datos presenta una curva con sesgo positivo (hacia la derecha) y del tipo leptocúrtica, produciéndose una acumulación de los datos en la parte izquierda del gráfico, es decir, la mayoría de los DAA subterráneas del acuífero poseen caudales bajos.

El histograma presenta cinco intervalos de distribución. En el primero (0,01 a 1,25 L/s) se encuentran el 52,36% de los DAA inscritos con caudal en L/s (699 inscripciones), mientras que el 87,94% de los DAA subterráneas poseen un caudal por debajo de los 3,75 L/s (primer y segundo intervalos). De las inscripciones que se encuentran bajo este caudal, aproximadamente el 66% de ellas corresponden a regularizaciones (531) y constituciones (239), las cuales fueron inscritas a partir de 2001, lo que se relaciona con los procesos de regularización impulsados por INDAP y la “Ley del Mono”. En el otro extremo del gráfico, sólo el 1,42% de los DAA con caudal informado se encuentra en el último intervalo, es decir, entre 44 y 150 L/s.

### 3.1.4. Análisis según titular y uso de los DAA

De acuerdo a los datos obtenidos de los Registros de Propiedad de Aguas, las 1927 inscripciones vigentes son de propiedad de 907 titulares, y el 100% de ellas fueron inscritas

como DAA del tipo consuntivo. Según el análisis del nombre del titular, 78 titulares corresponden a empresas con giro agrícola, representando al 8,6%. Estos titulares poseen en total 829,9 L/s, correspondientes al 22,8% del caudal inscrito<sup>18</sup>. Existen además 8 Comités o Cooperativas de Agua Potable Rural con 62,5 L/s inscritos, 4 titulares relacionados con la actividad minera, que inscribieron 16 L/s y 2 empresas de servicios sanitarios, titulares de 93,3 L/s. Las demás inscripciones tienen como titular a personas naturales.

Por otra parte, de acuerdo al análisis del campo “uso del DAA”, existen 752 DAA en los cuales se indica el uso del DAA. Del total, en sólo un DAA se manifiesta un uso minero, mientras que 751 expresan un uso agrícola o para riego (39% de los DAA inscritos). Estos DAA fueron inscritos por 349 titulares, los que sumados a los titulares que corresponden a empresas agrícolas<sup>19</sup> da como resultado que por lo menos 386 titulares utilizarían sus DAA con fines agrícolas, es decir, a lo menos el 43% de los usuarios. Esta cantidad tiene relación con la importancia que el valle del río La Ligua tiene para la agricultura, especialmente para la agroindustria de la palta a nivel nacional, y de otras frutas de exportación en menor medida (Salazar, 2002; Gil, 2006)

Es importante señalar que estos resultados podrían variar de forma importante, debido a que 575 titulares no señalaron en la inscripción del DAA el uso para el cual solicitaron el DAA, y a que inscribieron los DAA subterránea como persona natural o jurídica, nombre o razón social que no es posible vincular en particular a alguna actividad productiva desarrollada en el área de estudio. En consecuencia, 994 DAA no puedan ser atribuidos a algún uso.

Se ha de tener presente que, de acuerdo al actual CA, los DAA no están condicionados a un determinado uso. El propósito es lograr la libre transferencia de los DAA entre distintos usos, reasignando las aguas al uso más beneficioso para el interesado, permitiendo así la existencia del Mercado del Agua. Por lo tanto, a pesar de que se encuentre señalado el uso en la inscripción del DAA, este puede ser destinado a un uso diferente.

Con respecto a la cantidad de DAA inscritos por titular (Tabla 5), 527 titulares tienen inscrito 1 DAA y 850 titulares poseen 5 inscripciones o menos, lo que equivale al 93,7% de los titulares. El máximo de inscripciones de un titular es 20 DAA, y sólo el 1,3% de los titulares (12) tienen más de 10 DAA inscritos a su nombre. A partir de esta información se estima que el promedio de DAA inscritos por titular es de 2,1.

---

<sup>18</sup> Caudales inscritos en litros por segundo.

<sup>19</sup> Empresas agrícolas que no declararon uso en la inscripción, pero que se ha inferido que son DAA para uso en la agricultura.



**Tabla 5.** Análisis de titulares y número de DAA per cápita

<b>Cantidad de DAA inscritos</b>	<b>Número de titulares</b>	<b>Frecuencia acumulada</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
1	527	527	58.10	58.10
2 – 5	323	850	35.61	93.72
6 – 10	45	895	4.96	98.68
11 – 15	8	903	0.88	99.56
16 – 20	4	907	0.44	100.00
> 20	0	907	0.00	100.00

A partir de esta información, se puede establecer que solamente el 6,3% de los titulares es propietario de más de 5 DAA, y de ellos sólo cuatro de ellos poseen 16 o más DAA inscritos. Por el contrario, más de la mitad de los titulares (58,1%) posee sólo un DAA y el 76,7% es propietario de 2 DAA o menos.

Por otra parte, dentro de los 702 titulares que tienen alguno de sus DAA expresados en L/s, 488 titulares (69,5%) tienen menos de 2,73 L/s, que corresponde a la media de caudales otorgados, mientras que el 34,8% (244 titulares) tienen DAA por un caudal igual o inferior a 1 L/s (Tabla 6).

En el otro extremo, 6 titulares tienen más de 100 L/s en DAA subterráneas, alcanzando entre ellos un caudal de 1029,19 L/s, es decir, más de la cuarta parte del caudal total otorgado en el acuífero (28,22%). De estos titulares, 2 tienen más de 300 L/s, siendo el mayor caudal acumulado en un solo titular 300 L/s.

A partir de estos resultados se podría establecer la existencia de un grado de acumulación de DAA, con respecto al caudal asignado del acuífero, en pocos titulares.

**Tabla 6.** Análisis de titulares y caudales per cápita

<b>Clase (L/s)</b>	<b>Frecuencia de titulares</b>	<b>Porcentaje titulares</b>	<b>Caudal total (L/s)</b>	<b>Porcentaje caudal</b>
$\leq 1$	244	34.76	118.43	3.25
$\leq 1,14$ (Mediana)	257	36.61	132.35	3.63
$\leq 2$ (Moda)	440	62.68	454.96	12.47
$\leq 2,73$ (Media)	488	69.52	565.6	15.51
]1 - 5]	343	48.86	809.54	22.19
]5 – 20]	91	12.96	826.91	22.67
]20 – 100]	18	2.56	863.57	23.67
> 100	6	0.85	1029.19	28.22
	702	100.00	3647.64	100.00

Al comparar ambos resultados se observa que la relación entre titulares y DAA inscritos es contraria a lo que ocurre en la relación entre titulares y caudal inscrito, ya que sólo un pequeño porcentaje de titulares acumula un mayor número de inscripciones, mientras que el

3,41% de los titulares son propietarios del 51,9% del caudal otorgado del acuífero (1892,76 L/s).

Esta situación también puede observarse utilizando los rangos de clase de acuerdo a los Quiebres Naturales de Jenks, que se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Análisis de titulares y caudal per cápita de acuerdo a Quiebres Naturales de Jenks

<b>Clase (L/s)</b>	<b>Frecuencia de titulares</b>	<b>Porcentaje de titulares</b>	<b>Caudal total (L/s)</b>	<b>Porcentaje del caudal</b>
0.01 - 1.25	273	38.89	152.59	4.18
1.25 - 3.75	266	37.89	574.61	15.75
3.75 - 12	119	16.95	708.30	19.42
12 - 44	28	3.99	526.74	14.44
44 - 300	16	2.28	1685.39	46.21
	702	100.00	3647.63	100.00

En el primer rango de clases de caudal, existen 273 titulares propietarios del 4,18% del caudal inscrito del acuífero. Mientras, en el último rango, 16 titulares son propietarios del 46,21%.

### 3.1.5. Análisis complementarios

De forma complementaria, cabe mencionar al procedimiento CPC. Este ha adquirido desde 2011 una importante participación dentro de la cantidad de inscripciones vigentes, así como también dentro de los caudales inscritos, sumando 611,06 L/s. Este procedimiento es de suma importancia en una zona en la que, por factores geográficos, climáticos y sociales, es cada vez más difícil acceder a DAA, tanto subterráneas como superficiales. Resulta fundamental para relocalizar DAA subterráneas, ya sea por el caudal total o por una parte de este, hacia zonas de mayor rendimiento del acuífero, áreas de mayor interés para las actividades productivas realizadas en la zona, o para complementar el uso de aguas superficiales para riego en periodos de escasez, considerando que esta zona es predominantemente agrícola. Esto se puede asociar al hecho de que de los 152 registros correspondientes a CPC, 96 de ellos tienen como titular a una Sociedad Agrícola o de giro comercial similar (Ver APÉNDICES). El aumento en la participación del CPC en los registros de aguas se condice con un cambio al “Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos” realizado a mediados de 2010, donde se elimina el coeficiente de uso previsible o factor de uso, lo que permite el traslado al nuevo punto de captación de hasta el 100% del volumen anual otorgado.

### 3.1.6. Inscripciones y artículos transitorios

Para la obtención de DAA subterráneas del acuífero en estudio se han utilizado algunos de los artículos transitorios presentes en el Código. Estos corresponden a los artículos segundo, cuarto, quinto, sexto y séptimo transitorio. Para mayor detalle de estos artículos ver GLOSARIO.

De acuerdo a la base de datos, el principal artículo transitorio utilizado para la obtención de DAA corresponde al artículo 5° transitorio. Este dice relación con regularizaciones de DAA de predios asignados bajo la reforma agraria y determinadas por el SAG. Se registraron en el acuífero 809 DAA otorgados mediante este artículo, de los cuales 471 registran caudal, alcanzando los 1084,63 L/s.

Las regularizaciones dictaminadas por Sentencia Judicial corresponden a las del artículo 2° transitorio. Alcanzan las 125 inscripciones y 330,79 L/s, los que se establecieron a partir de 116 DAA inscritos con caudal.

Los derechos obtenidos por medio del artículo 4° transitorio, o Ley del Mono, corresponden a constituciones de DAA. Estas constituciones alcanzan los 228 DAA inscritos, de los cuales 227 registran caudal, alcanzando los 233,6 L/s.

En la Tabla 8 se puede observar que la mayoría de los DAA otorgados en el acuífero se han obtenido bajo la utilización de alguno de estos artículos transitorios (60,8%), siendo el 48,5% regularizaciones mediante los artículos 2° y 5° transitorios.

**Tabla 8.** Artículos transitorios

<b>Artículo Transitorio</b>	<b>Número de inscripciones</b>
2°	125
4°	228
5°	809
6°	6
7°	2
<b>Total</b>	<b>1171</b>

### 3.2. Análisis espacial

De acuerdo al análisis estadístico de los caudales, estos no presentan una distribución normal. Por lo tanto, los datos se normalizaron por medio del método Log-normal, el que presentó el mejor ajuste de los caudales a una distribución de este tipo.

Los resultados de la aplicación del índice I de Moran Global, que determina el grado de AE global, se muestran en la Figura 17.

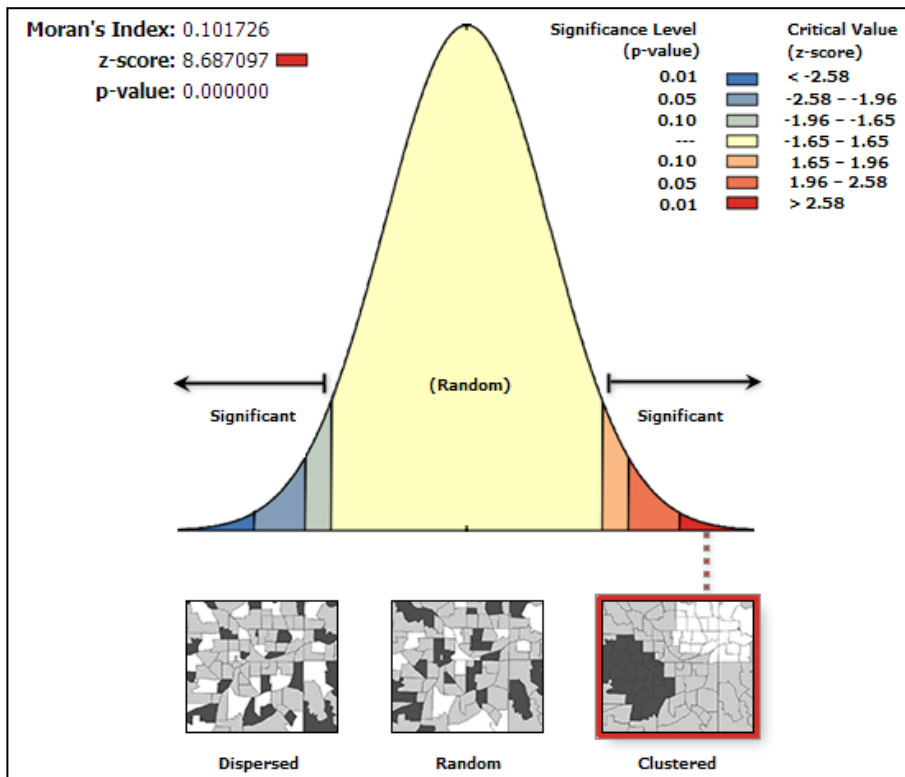
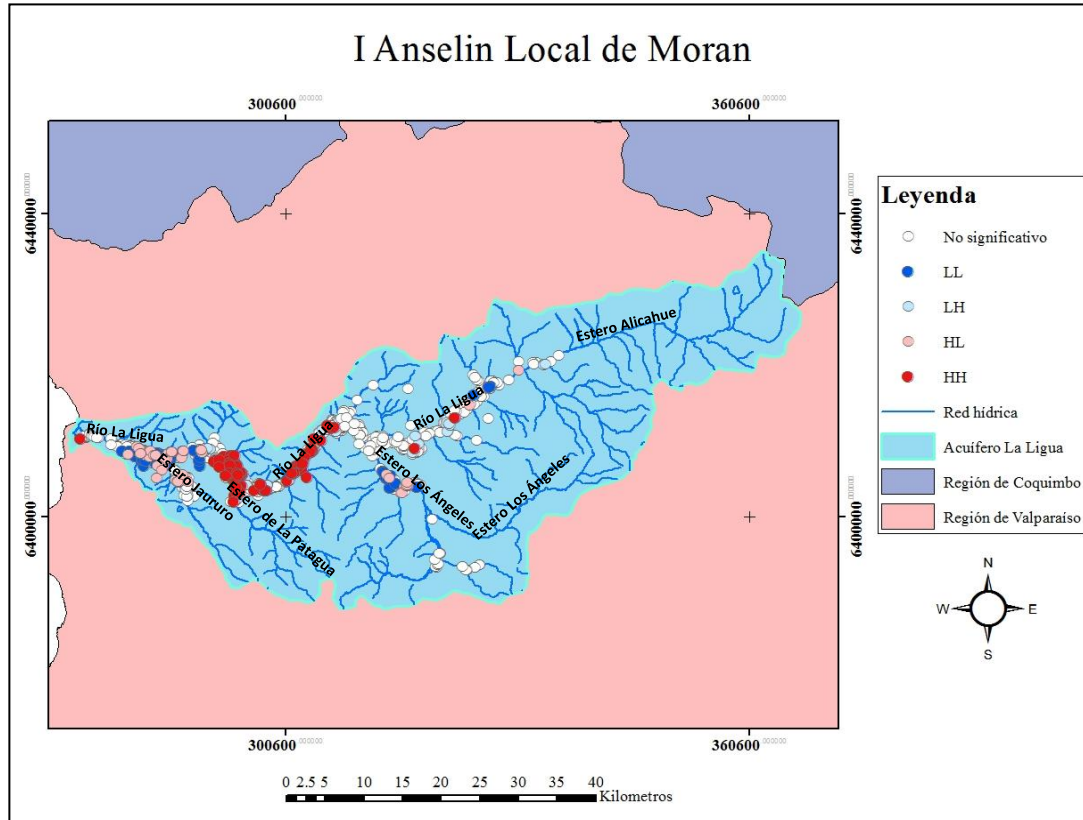


Figura 17 . Resultado prueba I de Moran Global

El valor positivo del índice de Moran (0,102) indica que el patrón espacial de los caudales de los pozos en el acuífero es agrupado (*clustered*). Este resultado es estadísticamente significativo, con un nivel de confianza del 99% dado el valor p (0,000). Por lo tanto, la hipótesis nula es rechazada existiendo menos de un 1% de probabilidad de que el patrón espacial que presentan los caudales se deba a la aleatoriedad. Este resultado está asociado directamente al valor de la puntuación z obtenido (8,687) que se encuentra sobre el valor crítico 2,58. Esto se traduce espacialmente en que DAA de caudales altos se encuentran rodeados de DAA con caudales altos, mientras que los DAA de caudales bajos se rodean de DAA con caudales bajos.

Dado que estos resultados muestran que existen una AE global positiva, pueden identificarse agrupaciones o *clusters* locales estadísticamente significativos dentro de la cuenca a partir de la aplicación del estadístico de AE local, I Anselin local de Moran.

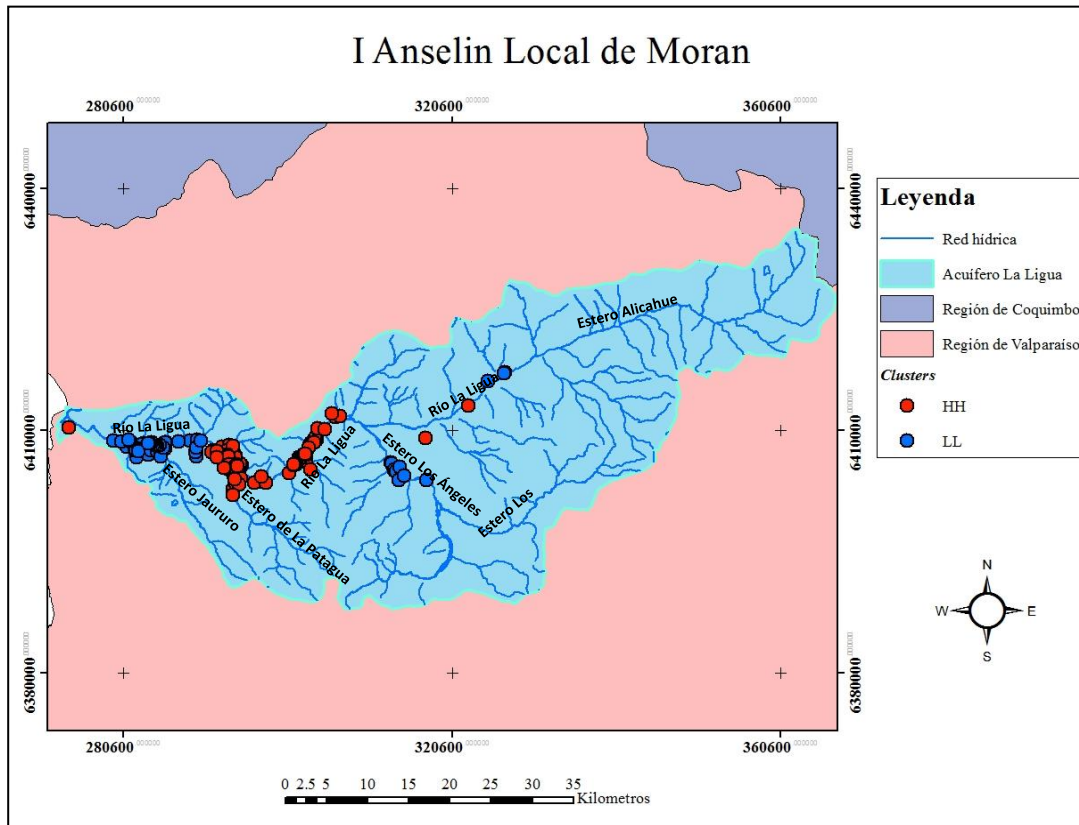


**Figura 18.** Mapa de *clusters* de acuerdo al índice I Anselin Local de Moran

El índice de Anselin Local muestra una imagen más concreta de la presencia de *clusters* de acuerdo al caudal en los puntos de captación, a partir de la identificación de *clusters* locales. Este índice muestra una agrupación de valores altos (HH) o *hot spots*, que corresponde a zonas de caudales sobre la media, vecinos de puntos de captación con caudales que también se encuentran sobre el promedio, y que aparecen en la Figura 18 en color rojo. Esta agrupación se visualiza en la zona media-baja de la cuenca, sobre el río La Ligua luego de la junta con el estero Los Ángeles. Además, en azul se distinguen *clusters* de valores bajos (LL) o *cold spots*, los que corresponden a áreas de pozos con caudales bajo la media, vecinos de unidades de caudal bajo. Uno de estos *cluster* se ubica cercano al río La Ligua luego de la junta con el estero Jaururo (zona baja de la cuenca) y otro en la zona media de la cuenca, alrededor del estero Los Ángeles. Estos *clusters* se aprecian de forma más clara en la Figura 19.

Los puntos rosados y celestes indican zonas donde se agrupan valores disímiles, es decir, de caudales bajos rodeados de vecinos con caudales altos (LH), o viceversa (HL). Además, en la parte alta de la cuenca, antes de la junta del río La Ligua con el estero Los Ángeles, se

aprecian unidades espaciales que no presentaron relación estadística significativa con sus vecinos, y que se identifican con color blanco (Figura 18).



**Figura 19 .** Zonas calientes (*hot spots*) y zonas frías (*cold spots*) de acuerdo a Anselin Local de Moran

La zona donde se encuentra el *cluster* de valores de caudal altos (en rojo), corresponde a un área de la cuenca donde se concentran las plantaciones de árboles frutales, principalmente de paltos destinados a la exportación (Salazar, 2002; Gil, 2006). Por otra parte, en la zona baja de la cuenca han desarrollado la actividad agrícola principalmente pequeños agricultores, a los cuales se asocian DAA de bajos caudales. Es precisamente en esta zona en la que se observa un “*cold spot*”.

#### 4. CONCLUSIONES

A partir del análisis de la información de la propiedad del agua subterránea del acuífero del río La Ligua, se puede establecer que el principal mecanismo de obtención de DAA subterráneas corresponde a la Regularización (No Mercado), tanto en el número de DAA (48,3%) como en caudal otorgado (38,5%), alcanzando el *peak* de DAA inscritos en 1988, año en que, además, se comienza a registrar una mayor cantidad de DAA subterráneas en el CBR de La Ligua. A este mecanismo le siguen en importancia la Compra-venta (Mercado), con el 22,8% de DAA y el 29,8% del caudal; y la Constitución (No Mercado), con el 14,9% de DAA y el 20,5% del caudal total.

Los mecanismos de No Mercado cumplen un rol protagónico en la asignación de DAA entre 1988 y el 2000, luego de lo cual se observa que las inscripciones de DAA a través de mecanismos de Mercado (re-asignación), principalmente de compra-ventas, tienen un alza tanto en el número de DAA como en el caudal inscrito, llegando a representar cerca del 40% de los DAA inscritos en 2012, y alcanzando en total el 31% de los DAA y el 34% del caudal total. A partir de este periodo, además, es cuando se presenta una mayor actividad en la inscripción de DAA en el CBR.

La existencia de trabas o limitantes para la asignación de DAA a través de las vías administrativas (“escasez legal”), por ejemplo, por la declaración del acuífero como “Zona de Restricción”, o producto de la escasez física del recurso, por factores hidroclimáticos o sociales, transforma al Mercado del Agua en la vía alternativa para la obtención de DAA, por lo que se esperaría que la participación del Mercado siga en alza en los próximos años. A pesar de lo anterior, la vía administrativa –No Mercado- ha sido la principal forma de asignación y acceso a DAA en el acuífero del río La Ligua.

Con respecto al sobreotorgamiento de DAA que existe en el acuífero La Ligua, se establece que no se debe sólo a la gestión y el otorgamiento de DAA por parte de la DGA, sino también a las regularizaciones que fueron otorgadas principalmente por el SAG por medio del artículo 5° transitorio, relativo a regularización de DAA de predios expropiados en el proceso de reforma agraria que vivió el país. Además, el análisis de la información de los titulares releva que existiría un grado de acumulación en pocos titulares del agua subterránea otorgada en DAA, ya que 35 titulares son propietarias de más del 50% del caudal registrado.

Por otra parte, la mayoría de los titulares son pequeños usuarios del agua (caudales menores a 2 L/s), y un porcentaje importante (43%) destinaría sus DAA a la actividad agrícola, lo que se condice con las características productivas de la cuenca.

De acuerdo al análisis espacial, el patrón de distribución de las captaciones de los DAA subterráneas se relaciona estrechamente con la ubicación de los principales causes de la red

hídrica de la cuenca. La existencia de *clusters*, tanto de caudales altos como bajos, se asocia a zonas de mayor concentración de captaciones dentro del acuífero, y podría relacionarse con zonas de mayor desarrollo agrícola dentro de la cuenca. Este comportamiento podría vincularse con el tipo de actividad agrícola desarrollada en estas zonas (grandes o pequeños usuarios del agua para uso agrícola). La complementación de estos resultados con información del uso de suelo de la cuenca podría entregar resultados más concluyentes.

Finalmente, cabe señalar que una de las principales limitante para realizar un estudio de la propiedad del agua subterránea del acuífero la Ligua más preciso tiene relación con la información incompleta de las inscripciones de DAA en los Registros del CBR. Muchos de los DAA no señalan el caudal de extracción otorgado, o lo hacen otras unidades (porcentaje o acciones), lo que no permite calcular, por ejemplo, el caudal total otorgado en el acuífero, el que de acuerdo a la información disponible se estimó en alrededor de 5.000 L/s. Así también, no se detallan las coordenadas geográficas del punto de captación, los datos del titular del DAA y su uso, características básicas que debe contener un DAA de acuerdo al actual reglamento. La caracterización incompleta puede ser una limitante para una adecuada gestión del acuífero, y dificulta la transacción de los DAA en el Mercado del Agua, siendo un obstáculo para su funcionamiento, considerando que es el principal instrumento de reasignación y gestión del agua en Chile.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

Anselin, L. 1995. Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*, (27): 93-115.

Banco Mundial. 2011. Chile: Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos. Chile: Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe. 92p.

Barrientos, E. 2007. Impacto de la Reforma al Código de Aguas en la constitución originaria de derechos de aprovechamiento de aguas, en la Región de Los Lagos y Región de Los Ríos. Memoria Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile. 63p.

Bauer, C. 1998. *Against the Current: Privatization, Water Markets and the State in Chile*. Boston: Kluwer Academic Publisher. 164p.

BCN (Biblioteca del Congreso Nacional), Chile. 2012. [En línea]. Situación de sequía y sus efectos en la región de Valparaíso. Recuperado en: [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0C CQQFjAB&url=http%3A%2F%2Ftransparencia.bcn.cl%2Fobtienearchivo%3Fid%3Drepositorio%2F10221%2F14335%2F1%2F94003\\_Informe-sequia-quinta-region.doc&ei=UHiYUJTJB83v0QGw7IGADA&usg=AFQjCNEyZs6Dtwzzhagb6HRpTjg QSnvfMQ&sig2=H9YZLJH2y2hSC1TBUXhIWQ](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0C CQQFjAB&url=http%3A%2F%2Ftransparencia.bcn.cl%2Fobtienearchivo%3Fid%3Drepositorio%2F10221%2F14335%2F1%2F94003_Informe-sequia-quinta-region.doc&ei=UHiYUJTJB83v0QGw7IGADA&usg=AFQjCNEyZs6Dtwzzhagb6HRpTjg QSnvfMQ&sig2=H9YZLJH2y2hSC1TBUXhIWQ). Consultado el: 01 de Noviembre de 2012.

Budds, J. 2012. La Demanda, Evaluación y Asignación del Agua en el Contexto de Escasez: un Análisis del ciclo hidrosocial del Valle del Río La Ligua, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (52):167-184.

Celemín, J.P. 2009. Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial: Importancia, estructura y aplicación. *Rev. Univ. Geogr.*, 18(1):11-31.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 1999. [En línea]. Debate sobre el Código de Aguas de Chile. Recuperado en: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/4489/LCR1924-E.pdf>. Consultado el: 12 de Octubre de 2012.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2012. Guía para la estimación de la pobreza infantil [En línea]. Recuperado en: <http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/guia-contenido-442.php>. Consultado el: 23 de Marzo de 2013.

Chasco Yrigoyen. 2003. Métodos gráficos del análisis exploratorio de datos espaciales [En línea]. Recuperado en: <<http://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2003%20-%20Almeria/asepeltPDF/93.PDF>>. Consultado el: 23 de Marzo de 2013.

CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente), Chile. 2006. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el Siglo XXI. Informe final. Santiago, Chile. 63p.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 1996. Análisis de la oferta y demanda de recursos hídricos en cuencas críticas de Choapa, Pupio, Quilimarí, Petorca y La Ligua. Informa final cuencas de los ríos Petorca y La Ligua. 553p.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 2002. Informe de zonificación hidrogeológica para las regiones metropolitana y V. Ministerio de Obras Públicas, Chile. 149p.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 2004a. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca La Ligua. Santiago, Chile: MOP, DGA. 88p.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 2004b. Informe técnico N°84. Santiago, Chile: MOP, DGA. 16p.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 2006. Evaluación de los recursos hídricos superficiales de las cuencas de los ríos Petorca y La Ligua V región. Santiago, Chile: MOP, DGA. 60p.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 2008. Manual de normas y procedimientos para la administración de recursos hídricos. Santiago, Chile: MOP, DGA. 417p.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 2012. Ministerio de Obras Públicas Decreta Zonas de Escasez Hídrica a las Comuna de La Ligua, Petorca y Cabildo. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <<http://www.dga.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=173>>. Consultado el: 1 de noviembre de 2012.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 2013. Actualización Informe Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales de las Cuencas del Río Petorca y Río La Ligua, Región de Valparaíso. Santiago, Chile: MOP, DGA. 109p.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 2014. DGA caduca derechos provisionales en acuíferos La Ligua y Petorca [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en:

<<http://www.dga.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=289>>. Consultado el: 15 de abril de 2014.

Donoso, G. 2003. Mercados de agua: Estudio de caso del Código de Aguas de Chile de 1981. Serie de documentos de trabajo. Departamento de Economía Agraria, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 80 p.

Dourojeanni A. y A. Jouravlev. 1999. El Código de Aguas de Chile: entre la ideología y la realidad. División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 84 p.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2012a. ArcGIS Resource Center: Cómo funciona Autocorrelación espacial (I de Moran global). [En línea]. California, Estados Unidos: ESRI. Recuperado en: <<http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//005p0000000t000000>>. Consultado el: 24 de Marzo de 2013.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2012b. ArcGIS Resource Center: Cómo funciona Análisis de cluster y de valor atípico (I Anselin local de Moran). [En línea]. California, Estados Unidos: ESRI. Recuperado en: <<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//005p00000012000000>>. Consultado el: 24 de Marzo de 2013.

Figari, C. 2007. Apunte Conservadores de Bienes Raíces. Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile. 19p.

Gil, P. 2006. Situación hídrica de las plantaciones de Palto en Chile. Seminario internacional Manejo del riego y suelo en el cultivo del Palto. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) La Platina. Santiago, Chile. 18p.

GORE Valparaíso (Gobierno Regional de Valparaíso), Chile. 2013. Rehabilitación tranque Las Vegas, Cabildo. [En línea] Valparaíso, Chile. Recuperado en: <http://www.gorevalparaiso.cl/videox.php?id=21>. Consultado el: 15 de Noviembre de 2013.

Góngora, J. 2007. Dimensión espacial de las remesas de migrantes internacionales en México. México. Tesis de maestría en Estudios de Población y Desarrollo Regional, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Arquitectura y Universidad Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. 75p.

GWP (Global Water Partnership). 2013. Aguas subterráneas y agricultura de regadío: haciendo una relación beneficiosa más sostenible. Documento de Perspectiva. [En línea]. Recuperado en:

[http://www.gwp.org/Global/ToolBox/Publications/Perspective%20Papers/perspective%20Paper\\_GWp%20and%20irrigated%20Agriculture\\_Spanish.pdf](http://www.gwp.org/Global/ToolBox/Publications/Perspective%20Papers/perspective%20Paper_GWp%20and%20irrigated%20Agriculture_Spanish.pdf). Consultado el: 14 de marzo de 2014.

Hadjigeorgalis, E. 2005. La comercialización del agua en tiempos de sequía: el papel del riesgo y las expectativas en los mercados de aguas en la agricultura. *Economía Agraria*, vol. 9.

INDAP (Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario), Chile. 2007. Cerca de 800 campesinos regularizan derechos de aguas. Portal INDAP. Santiago, Chile. 2 p.

Intendencia de Valparaíso, Chile. 2012. Gobierno decreta zona de catástrofe en la provincia de Petorca por la grave sequía. [En línea]. Valparaíso, Chile. Recuperado en: <[http://www.intendenciavalparaiso.gov.cl/n1023\\_29-02-2012.html](http://www.intendenciavalparaiso.gov.cl/n1023_29-02-2012.html)>. Consultado el: 15 de Noviembre de 2013.

Lee T. y A. Julavlev. 1998. Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua. Serie Medio Ambiente y Desarrollo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 100p.

Lewin, P. 2003. Análisis de la Eficiencia del Mercado de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en Chile. Santiago, Chile: [s.n.]. 21p.

Luebert, F. y P. Pliscoff. 2012. Variabilidad climática y bioclimas de la Región de Valparaíso, Chile. *Revista Investig. Geogr. Chile*, (44):41-56.

METEOCHILE. 2013. Descripción Climatológica, Región de Valparaíso. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <[http://www.meteochile.cl/climas/climas\\_quinta\\_region.html](http://www.meteochile.cl/climas/climas_quinta_region.html)>. Consultado el: 15 de noviembre de 2013.

MOP (Ministerio de Obras Públicas), Chile. 2013. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos. Resumen Ejecutivo. Santiago, Chile. 40p.

Ordóñez, C.; M.R. Varela y A. Reyes. 2011. Desarrollo de un SIG para el análisis de patrones espaciales de incendios en viviendas. *GeoFocus*, 11: 1-18.

Orrego, J.P. 2002a. Legislación e institucionalidad para la gestión de las aguas. Fundación Terram. Santiago, Chile. 63p.

Orrego, J.P. 2002b. El estado de las aguas terrestres en Chile: cursos y aguas subterráneas. 69 p.

Salazar, C. 2002. Evaluación de los recursos hídricos, cuenca del río La Ligua, V región. Departamento de Estudios y Planificación. Dirección General de Aguas. 80p.

Salazar, C. 2003. Situación de los recursos hídricos en Chile. Third Wold Centre for Water. 102 p.

Valenzuela, C; R. Fuster; A. León. 2013. Chile: ¿Es Eficaz la Patente por no Uso de Derechos de Aguas? *Cepal*. (109): 175-198.

Vicuña, S.; I. Losada; L. Cifuentes y J. Beyá. 2013. Marco Estratégico para la Adaptación de la Infraestructura al Cambio Climático. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. 156p.

## 6. GLOSARIO

**Análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE):** en palabras de Anselin (1999, citado por Chasco Yrigoyen, 2003), puede definirse como el conjunto de técnicas que describen y visualizan las distribuciones espaciales, identifican localizaciones atípicas o “atípicos espaciales” (*spatial outliers*), descubren esquemas de asociación espacial, agrupamientos (*clusters*) o sitios “calientes” (*hot spots*) y sugieren estructuras espaciales u otras formas de heterogeneidad espacial, por lo que permiten visualizar y estimar la autocorrelación espacial.

**Aporte:** Consisten, generalmente, en los bienes (muebles o inmuebles) o derechos que forman el patrimonio inicial de una sociedad o persona jurídica o comunidad<sup>20</sup>.

**Asignación:** es la adjudicación de un bien determinado, ya sea porque así lo dispuso una resolución judicial (sentencia) en el caso de la liquidación de los bienes de una sociedad, de una comunidad, etc. o bien, porque así lo dispuso un causante que expresó su voluntad respecto del destino de sus bienes para cuando ocurriera su fallecimiento mediante un testamento y en este caso correspondería a la partición de los bienes de una comunidad hereditaria (herencia o asignaciones por causa de muerte). Las asignaciones a título universal se llaman herencias, y las asignaciones a título singular, legados. El asignatario de herencia se llama heredero, y el asignatario de legado, legatario. Si la asignación se destinare a un objeto de beneficencia expresado en el testamento, sin determinar la cuota, cantidad o especies que hayan de invertirse en él, valdrá la asignación y se determinará la cuota, cantidad o especies, habida consideración a la naturaleza del objeto, a las otras disposiciones del testador, y a las fuerzas del patrimonio, en la parte de que el testador pudo disponer libremente<sup>21</sup>.

**Auto-correlación espacial (AE):** Corresponde a la expresión matemática o al cálculo de la dependencia espacial. Proviene del concepto estadístico de correlación, que mide la relación entre dos variables aleatorias. El prefijo “auto” hace referencia a que la relación se mide entre la misma variable aleatoria, pero en distintas ubicaciones espaciales. La AE responde a la 1° Ley geográfica de Tobler: “*todo está relacionado con todo lo demás, pero que las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas distantes*” (Miller, 2004; citado por CEPAL, 2012). Según Vivalta y Perdomo (2005, citado por Celemin, 2009) la autocorrelación espacial “*refleja el grado en que objetos o actividades en una unidad geográfica, son similares a otros objetos o actividades en unidades geográficas próximas*”. Lee y Wong (2001, citado por Góngora, 2007) agregan que “*Los valores de los datos no son aleatorios en el espacio, existe una relación espacial entre sí.*”

<sup>20</sup> Jiménez, R. 2013, sep. Tipos de Transacción de DAA. [Entrevista personal]. Departamento de Economía Agraria, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

<sup>21</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

**Cambio de Punto de Captación:** Consiste en un procedimiento mediante el cual la DGA autoriza al titular para cambiar el punto de captación de aguas subterráneas dentro de un mismo sector acuifero de aprovechamiento común (DGA, 2008).

**Compra-venta:** Contrato oneroso y consensual en que las partes se obligan a entregar una cosa determinada a cambio de un precio en dinero o signo que lo represente (Figari, 2007) Contrato en que una de las partes se obliga a dar una cosa y la otra a pagarla en dinero. Aquélla se dice vender y ésta comprar. El dinero que el comprador da por la cosa vendida, se llama precio<sup>22</sup>

**Constitución de derecho:** El derecho de aprovechamiento se constituye originariamente por acto de autoridad. La posesión de los derechos así constituidos se adquiere por la competente inscripción. La autoridad constituirá el derecho de aprovechamiento sobre aguas existentes en fuentes naturales y en obras estatales de desarrollo del recurso, no pudiendo perjudicar ni menoscabar derechos de terceros, y considerando la relación existente entre aguas superficiales y subterráneas, en conformidad a lo establecido en el artículo 3°.<sup>23</sup>

**Dación en Pago:** Modo de extinguir una obligación, entregando el deudor, a título de pago, una cosa distinta de la pactada; aceptándola el acreedor con esa finalidad (Figari, 2007)

**Dependencia espacial:** De acuerdo a Moreno y Vayá (2000, citado por Chasco Yrigoyen, 2003) se puede definir como la existencia de una relación funcional entre lo que ocurre en un punto determinado del espacio y lo que ocurre en otro lugar. La relación depende de la distancia y la contigüidad de las unidades espaciales. A mayor cercanía entre unidades, sus valores presentan una mayor semejanza, es decir, existe una función entre el valor de la variable de la unidad espacial, y el valor de la misma en unidades vecinas (Góngora, 2007).

**Derechos de Aprovechamiento de Aguas:** Se contempla en el artículo 6° del Código de Aguas que:

El derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe este código.

El derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su titular, quien podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>23</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>24</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

**Disposiciones transitorias:** Corresponden a 13 artículos establecidos como de carácter transitorio en el actual Código de Aguas, en los cuales se establecen procedimientos para la adquisición o regularización y ejercicio de derechos de aprovechamiento a partir de distintos supuestos referidos en cada artículo. Para el caso de este estudio son importantes los siguientes artículos:

- **Artículo 2° transitorio:** Este artículo permite la regularización de la propiedad del agua a quienes hubiesen hecho uso de derechos que estuviesen a nombre de otro titular o de derechos no inscritos, durante cinco años consecutivos y que estén libres de clandestinidad o de dominio ajeno. La solicitud de regularización es realizada a la DGA, la cual vencidos los plazos envía estos antecedentes y, si existiese, alguna oposición por parte de terceros que se sintiesen perjudicados por la solicitud, al Juzgado de Letras en lo Civil competente, quien falla de acuerdo a la normativa vigente.<sup>25</sup>
- **Artículo 4° transitorio:** Por medio de este artículo se otorgan nuevos derechos de aprovechamiento. En este artículo se señala:

La persona a cuyo nombre estuviesen inscritos derechos de aprovechamiento que, de acuerdo con el título del predio, estuvieren destinados al uso, cultivo o beneficio de un inmueble que hubiese sido expropiado totalmente por la ex Corporación de la Reforma Agraria, no podrá enajenarlos. Si la expropiación hubiere sido parcial, o si habiendo sido total se le hubiere reconocido una reserva, o se hubiere excluido de la expropiación una parte del predio, podrá enajenar los derechos correspondientes a la reserva o a la parte excluida de la expropiación, siempre que se inscriban en conformidad al artículo siguiente.<sup>26</sup>

- **Artículo 5° transitorio:** regulariza los DAA que provienen de predios expropiados o adquiridos por la aplicación de las leyes 15.020 y 16.640 (sobre Reforma Agraria), y que señala:

El Servicio Agrícola y Ganadero determinará, en forma proporcional a la extensión regada, los derechos de aprovechamiento que corresponden a cada predio asignado, a la reserva, a la parte que se hubiere excluido de la expropiación y a la que se hubiere segregado por cualquier causa cuando ello fuere procedente.<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>26</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>27</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].



- **Artículo 6° transitorio:** Se aplica a derechos provisionales otorgados antes de la entrada en vigencia de las modificaciones al Código de Aguas en 2005 y señala:

Los derechos de aprovechamiento otorgados provisionalmente de acuerdo a las normas del código que se deroga, continuarán tramitándose hasta obtener la concesión definitiva conforme a dichas normas.<sup>28</sup>

- **Artículo 7° Transitorio:** Se aplica luego de la modificación al Código de Aguas en 2005 y señala:

Las solicitudes de concesión de mercedes de agua que se encuentran actualmente pendientes, deberán ajustarse en su contenido y tramitación a lo dispuesto en el párrafo 2°, del Título I (De los procedimientos administrativos), del Libro II (De los procedimientos), si no se hubieren efectuado las publicaciones a que se refiere el artículo 252 del código que se deroga.<sup>29</sup>

**Distribución de Aguas:** Contrato, acuerdo verbal, o resolución de la propia DGA en que se establece, por ejemplo, que el derecho no obstante ser consuntivo, no es continuo sino que discontinuo o alternado<sup>30</sup>. Son derechos de ejercicio continuo los que permiten usar el agua en forma ininterrumpida durante las veinticuatro horas del día. Los derechos de ejercicio discontinuo sólo permiten usar el agua durante determinados períodos. Los derechos de ejercicio alternado son aquellos en que el uso del agua se distribuye entre dos o más personas que se turnan sucesivamente<sup>31</sup>.

**Dominio:** El dominio (que se llama también propiedad) es el derecho real en una cosa corporal, para gozar y disponer de ella arbitrariamente; no siendo contra la ley o contra derecho ajeno<sup>32</sup>.

**Donación:** La donación entre vivos es un acto por el cual una persona transfiere gratuita e irrevocablemente una parte de sus bienes a otra persona, que la acepta<sup>33</sup>

**Estadística espacial:** La estadística espacial se fundamenta, al contrario de la estadística tradicional, en que la ubicación espacial de las unidades u observaciones es una variable a

<sup>28</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>29</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>30</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>31</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>32</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>33</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

considerar dentro del análisis (ver dependencia espacial), es decir, que mientras más cercanas las observaciones (vecinos cercanos), más similitudes en los valores existirá entre ellas (Góngora, 2007)

**Fusión:** Cuando concurren en una misma persona las calidades de acreedor y deudor se verifica de derecho una confusión que extingue la deuda y produce iguales efectos que el pago<sup>34</sup>.

**Herencia:** Conjunto de bienes, derechos y obligaciones de una persona (fallecida) que se transmiten a sus herederos quienes acreditan mediante la posesión efectiva, tal calidad (Figari, 2007). Cuando se sucede al difunto en todos sus bienes, derechos y obligaciones transmisibles, o en una cuota de ellos, como la mitad, tercio o quinto.<sup>35</sup>

**Mercado de Aguas:** interacciones entre vendedores y compradores para el intercambio de derechos de aprovechamiento de agua a un precio determinado, ya sea por un periodo de tiempo determinado (arriendo) o a perpetuidad (venta) (Lee y Julavlev, 1998)

**Perfeccionamiento:** procedimiento por medio del cual se completan aquellos títulos de dominio de derechos de aprovechamiento de aguas que no cuentan con todas las características establecidas por el Código de Aguas<sup>36</sup>.

**Adjudicación:** La del objeto adjudicado en acto de partición, por escritura pública en que conste la adjudicación y haberla aceptado el adjudicatario<sup>37</sup>

**Permuta:** La permutación o cambio es un contrato en que las partes se obligan mutuamente a dar una especie o cuerpo cierto por otro. Cada permutante será considerado como vendedor de la cosa que da, y el justo precio de ella a la fecha del contrato se mirará como el precio que paga por lo que recibe en cambio. No pueden cambiarse las cosas que no pueden venderse<sup>38</sup>

**Regularización:** procedimiento de constitución de DAA contemplado en el artículo 2° y 5° transitorios del Código de Aguas.

---

<sup>34</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>35</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>36</sup> Historia de la Ley 20.697. 2012. Biblioteca del Congreso Nacional. Chile

<sup>37</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

<sup>38</sup> Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

## 7. APÉNDICES

## Apéndice I . Segmento de la Base de Datos y la información de DAA contenida

INFORMACION CBR								DATOS DEL TITULAR		
Región	Lugar CBR	Registro año CBR	Numero registro CBR	Fojas CBR	Repertorio	Fecha registro	Tipo de inscripción	Rut del titular	Nombre de titular	Domicilio titular
Valparaíso	La Ligua	2012	279	278	3282	12-9-2012	Regularización	No disponible	Parada Atensio Guillermo Enrique	No Disponible
Valparaíso	La Ligua	2012	278	275v	3283	12-9-2012	Constitución de derecho	7210977-5	Altamirano Peralta Alberto Segundo	La Vega Sitio N°168 Comuna de Cabildo
Valparaíso	La Ligua	2012	276	274v	2872	10-9-2012	Compra venta	15057745-4	Brito Morales José Domingo	Calle Dos Oriente Sin Número, Pullally, Papudo

DDA								
Entidad	Resolución o sentencia	Lugar resolución	N° resolución	Fecha resolución	Art° transitorios	N° expediente	Tipo de derecho	Ejercicio
SAG	Resolución	No disponible	1555	22-5-1998	5	No aplica	Consuntivo	Permanente y continuo
DGA	Resolución	Quillota	152	14-2-2008	4	Nd-0501-6408	Consuntivo	Permanente y continuo
No aplica	No aplica	No aplica	-88	No aplica	-88	No aplica	Consuntivo	Permanente y continuo

**Continuación Apéndice I. Segmento de la Base de Datos y la información de DAA contenida**

DDA									
Tipo de captación: pozo, dren, puntera, noria y sondaje	Nombre de captación(pozo, dren, puntera, noria y sondaje)	Acuífero	Q	Unidad de Q	Q max	Unidad de Q max	Volumen anual	Unidad de volumen	Uso DDA
Pozo	Guayacán	La Ligua	-99	%	-99	Sin información	-99	Sin información	Sin información
Noria	Sin información	La Ligua	-99	Sin información	0.40	L/s	2523	M <sup>3</sup>	Sin información
Pozo	Placilla	La Ligua	-99	L/s	-99	Sin información	-99	Sin información	Sin información

UBICACION DE LA CAPTACION									DOMINIO DE LA TIERRA				
Coordenada geográfica	Norte	Este	Huso	Datum	Área de protección (m)	Referencia sin UTM	Comuna	Provincia	Dominio de la tierra	Rol predio	Fojas_ pro	Reg_pro	Año_pro
Sin información	-99	-99	-99	Sin información	-99	Sitio n°52 en el predio "resto Hacienda Los Ángeles"	Cabildo	Petorca	Parada Atensio Guillermo Enrique	No disponible	957	686	1991
UTM	6408624	317068	-99	SAD69	200	No aplica	Cabildo	Petorca	Altamirano Peralta Alberto Segundo	No disponible	576v	676	1986
UTM	6408864	285933	-99	PSAD56	-99	No aplica	La Ligua	Petorca	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información

**Continuación Apéndice I.** Segmento de la Base de Datos y la información de DAA contenida

DOMINIO HISTORICO					TRANSACCION					COORDENADAS WGS84	
Rut titular histórico	Titular histórico	Registro año_hist CBR	N° registro_hist CBR	Fojas_hist CBR	Fecha de transac.	Notaria	Valor de transacción	Unidad	Observaciones	Nort_wgs84	Este_wgs84
No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	12-09-2012	La Ligua	-88	No aplica	DAA correspondientes al sitio n°52 ubicado en el predio resto Hacienda Los Ángeles	-99	-99
No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	12-09-2012	La Ligua	-88	No aplica	Sin observación	6408586	316998
2292630-6	Brito Maureira Manuel Jesus	2006	155	122	12-7-2007	La Ligua	1333333.333	Pesos	Precio total de 4.000.000 de pesos. Escritura de rectificación con fecha de 23-8-2012	6408528	285754

## Apéndice II. Cambios de punto de captación

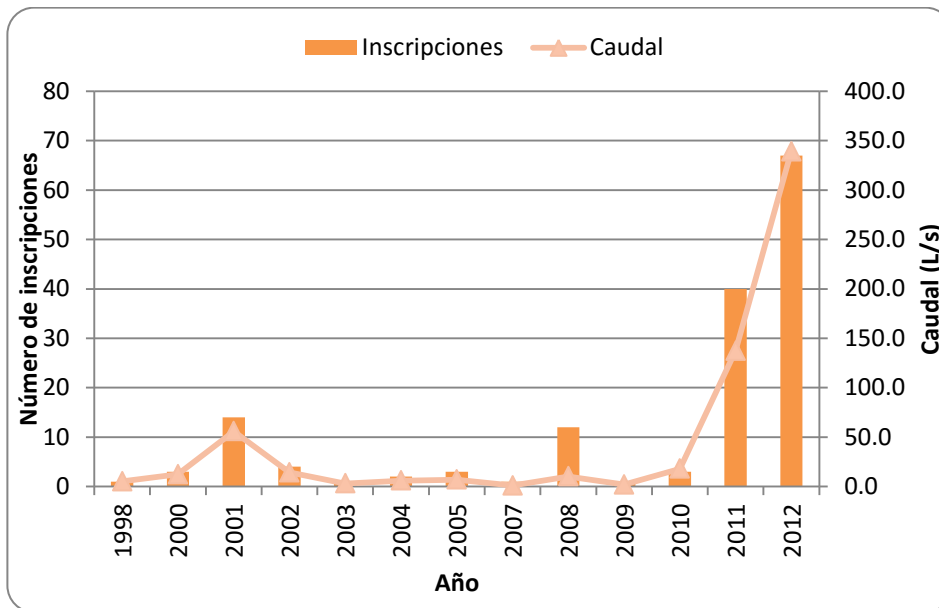
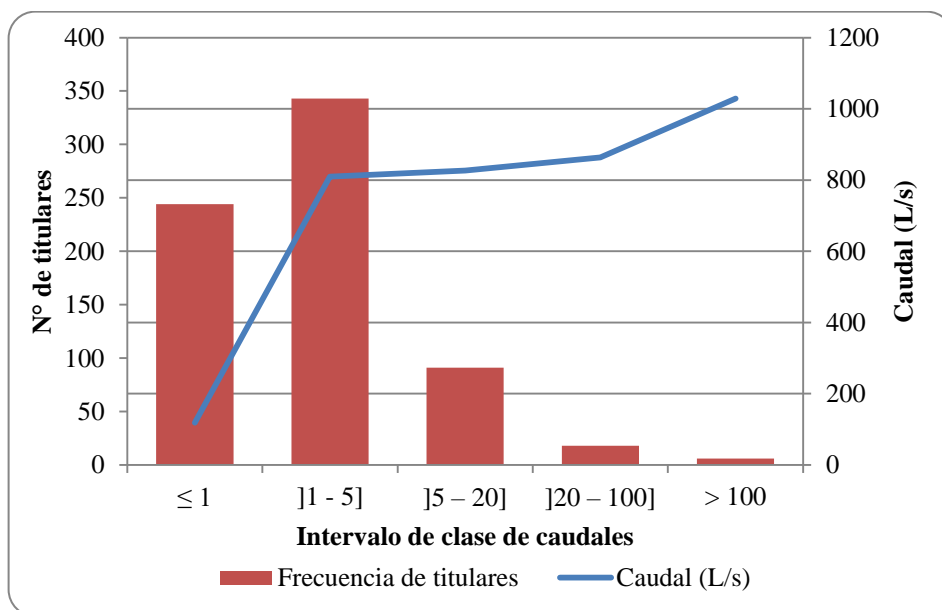


Figura 20. Número de cambios de punto de captación y caudales inscritos por año

## Apéndice III. Tabla de frecuencias de acuerdo a Quiebres Naturales de Jenks.

Tabla 9. Intervalos de Frecuencias de acuerdo a Quiebres Naturales (Jenks)

Clase (L/s)	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
0.01 - 1.25	699	52.36	699	52.36
1.26 - 3.75	475	35.58	1174	87.94
3.80 - 11	126	9.44	1300	97.38
12 - 27	16	1.20	1316	98.58
44 -150	19	1.42	1335	100.00
<b>Total</b>	<b>1335</b>	<b>100</b>		

**Apéndice IV. Relación entre titulares y caudal per cápita****Figura 21.** Cantidad de titulares de acuerdo a caudales per cápita