



**Título informe:** Servicio Ecosistémico de Provisión de Agua.  
Gestión y Evaluación Económica en la  
comuna de San Pedro de Atacama, Chile

**Actividad:** 1.1.4.3

**País:** Chile

**Fecha:** Octubre 2014

**Autor:** Cristian Geldes

Institución Ejecutora: CEAZA

# Índice

	Pág.
1. Introducción	7
2. Gestión del Agua en Chile: Marco para la Valoración Económica	8
2.1 El agua clave para el desarrollo económico de Chile	8
2.2 Institucionalidad para el Manejo de los Recursos Hídricos en Chile	9
2.3 El Códigos de Aguas y sus reformas	10
2.4 Proyección futura de los Recursos Hídricos en Chile	11
3. Servicio Ecosistémico de Provisión de Agua. El caso de San Pedro de Atacama	13
3.1 El servicio ecosistémico de provisión de agua	13
3.2 Caracterización general de San Pedro de Atacama	15
3.3 La provisión de agua en San Pedro de Atacama	17
4. Valoración económica del servicio ecosistémico de provisión de agua	21
4.1 Valoración económica del servicio ecosistémico de provisión de agua en San Pedro de Atacama: Metodología	27
4.1.1 Criterios de selección de los métodos de valoración	27
4.1.2 Análisis de precio de mercado/transferencia de beneficios	27
4.1.3 Valoración contingente	30
5.- Resultados	32
5.1.- Caracterización de la concesión de derechos de aprovechamiento de agua en la Región de Antofagasta	32
5.2.- Análisis de los precios de mercado de derechos de aprovechamiento de aguas	36
5.2.1 Transacciones de compra-venta de volúmenes definidos de agua en litros (L)	36
5.2.2 Transacciones de compra-venta de caudales de agua de derechos consuntivos (L/s)	38
5.2.3 Transacciones de compra-venta de caudales de agua de derechos consuntivos (L/s) permanentes y continuos	40
5.3 Disposición a pagar (DAP)	42
5.3.1 Caracterización de los encuestados y su valoración respecto de la gestión del agua en San Pedro de Atacama	42
5.3.2. Estimación de la disposición a pagar	44
6. Alcances finales	45
7. Bibliografía	47

## Figuras

	Pág.
Figura 1: Conexión entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano.	14
Figura 2: Ubicación de San Pedro de Atacama.	15
Figura 3: Serie histórica (1914-2014) de derechos de aprovechamiento concedidos.	18
Figura 4: Valor Económico Total de un bien o servicio ambiental (Evaluación Ecosistémica del Milenio, 2005).	23
Figura 5: Evolución de los derechos de aprovechamiento consuntivos concedidos.	33
Figura 6: Evolución de los derechos de aprovechamiento no consuntivos concedidos.	33

# Tablas

	Página
Tabla 1: Derechos no consuntivos concedidos en la Comuna de San Pedro de Atacama.	17
Tabla 2: Derechos de aprovechamiento concedidos en San Pedro de Atacama.	18
Tabla 3: Naturaleza del agua. Derechos concedidos 1914-2014.	19
Tabla 4: Distribución de derechos concedidos y caudales según uso del agua.	19
Tabla 5: Usos del agua y naturaleza de la fuente del agua.	20
Tabla 6: Cuencas y caudales totales.	21
Tabla 7: Clasificación de los métodos de valoración económica.	24
Tabla 8: Componentes del Valor Económico Total (VET) de los recursos hídricos y los métodos de valoración económica apropiados.	26
Tabla 9: Precio de mercado y valor social de los derechos de aprovechamiento de agua en Chile. Período 2009.	28
Tabla 10: Tipo de transacciones registradas entre 2003-2013, Región de Antofagasta.	29
Tabla 11: Derechos y caudales concedidos en la Región de Coquimbo.	34
Tabla 12: Distribución geográfica de los derechos de aprovechamiento de aguas.	35
Tabla 13: Distribución según uso de los derechos de aprovechamiento concedidos.	36
Tabla 14: Valores medios y de dispersión para valor del agua en volúmenes definidos (L).	36
Tabla 15: Valores medios y de dispersión para valor del agua en volúmenes definidos (L).	37
Tabla 16: M-Estimadores para volúmenes definidos de agua (L).	37
Tabla 17: Valores del agua en compra-venta en volúmenes determinados según uso.	37
Tabla 18: Evaluación del valor medio de la compra-venta de derechos consuntivos.	38
Tabla 19: Valores medios y de dispersión para caudal de derechos consuntivos.	39
Tabla 20: M Estimadores para derechos consuntivos (L/s).	39
Tabla 21: Valores de derechos consuntivos según uso del agua.	39
Tabla 22: Evaluación del valor medio de la compra-venta de derechos consuntivos permanentes y continuos.	40

Tabla 23:	Valores medios y de dispersión para caudal de derechos consuntivos permanentes y continuos.	40
Tabla 24:	M Estimadores para derechos consuntivos (L/s) permanentes y continuos.	41
Tabla 25:	Valores de derechos consuntivos permanentes y continuos según uso del agua.	41
Tabla 26:	Estadísticos derechos consuntivos permanentes y discontinuos.	42
Tabla 27:	Características de los encuestados.	43
Tabla 28:	Ranking de usos prioritarios del agua.	44
Tabla 29:	Valoración del conocimiento de los recursos hídricos.	44
Tabla 30:	Estadísticos de disposición a pagar para variable de control.	45

## Servicio Ecosistémico de Provisión de Agua. Gestión y Evaluación Económica en la comuna de San Pedro de Atacama, Chile.

*Cristian Geldes González\**

Este reporte dirigido al público en general y es especial a los actores de la Comuna de San Pedro de Atacama, corresponde a la valoración económica del prioritario servicio ecosistémico de “provisión de agua”. En términos generales, la valoración económica de los servicios ecosistémicos debe entenderse como un apoyo a la toma de decisiones en materia ambientales, ya que debido a su inherente complejidad y las múltiples dimensiones de análisis, permite tener un enfoque y unidad común de análisis. Motivo, que ha llevado a su creciente uso a nivel internacional y nacional.

El servicio ecosistémico de provisión de agua es clave y prioritario para el desarrollo sustentable San Pedro de Atacama, dada su condición de aridez y las crecientes presiones y conflictos por su uso, ya sea por las industrias turísticas, agrícola y minera y/o la conservación de la biodiversidad, o por la relación comunidades indígenas y empresas. A lo anterior, se suma la particular forma de gestionar los recursos hídricos en Chile, donde el mercado y los intereses privados juegan un rol clave en la asignación de las prioridades de los usos.

Para valorar la provisión de agua se utiliza los “precios de mercado/transferencia de beneficios” y se complementa con un ejercicio de “valoración contingente”. En el primer caso, la selección del enfoque metodológico considera que la legislación chilena por medio del Código de Aguas de 1981 crea un mercado de aguas, donde se transan los derechos de aprovechamientos de aguas que son asignados a privados para el uso consuntivo (consumo de hogares, industria, agricultura y minería) o no consuntivo (hidroelectricidad y otros). Derechos que se pueden comprar, vender y/o arrendar. Con los registros de estas transacciones oficiales de los derechos consuntivos de la Dirección General de Aguas (DGA) se estima un valor promedio anual referencial (transferencia) de US\$86.195 L/s para los derechos consuntivos permanentes y continuos. Para esto se trabaja con la base de datos de toda la Región de Antofagasta que incluyen un total de tres Provincias y 9 Comunas, ya que en la Comuna de San Pedro de Atacama hay pocas transacciones oficialmente registradas, lo que indica un mercado poco activo y las condiciones ambientales y económicas son similares al resto de la Región. Adicionalmente, con el fin de validar la información de los registros oficiales se entrevistó a distintos actores relevantes de San Pedro de Atacama.

Por otra parte, considerando que el análisis de las transacciones define un valor del agua para los usos consuntivos, se complementó con un ejercicio de valoración contingente con el fin de estimar el valor de uso ambiental del agua, como la protección de la biodiversidad local. Para esto se realizó una encuesta a 183 personas, cuyos resultados preliminares indican una disposición a pagar promedio de es US\$3,6 por persona, lo que implica un valor económico de unos US\$ 450.000, considerando los cerca de 125.000 turistas que visitan la zona y los residentes de la comuna. Este valor debe considerarse sólo como referencia inicial, considerando las dificultades que plantea valorar el agua en una zona árida, en el contexto legal-económico chileno y en un territorio indígena con su propia cultura.

\* PhD Management, Profesor Asociado Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Universidad de La Serena, Chile.

## 1. Introducción

Con el fin de propender la sustentabilidad se está desarrollando el Proyecto de Servicios Ecosistémicos (ProEcoServ<sup>1,2</sup>) que es una iniciativa internacional con múltiples actores liderada por Naciones Unidas. En el caso de Chile, la ejecución está a cargo del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA<sup>3</sup>) y se ejecuta en la Comuna de San Pedro de Atacama. El objetivo global de la iniciativa es “reducir las amenazas a la biodiversidad de importancia global, a través de la integración de resultados y herramientas de evaluación y valoración de servicios ecosistémicos en las políticas y toma de decisiones a diferentes escalas en la comuna de San Pedro de Atacama”.

Específicamente, este informe dirigido al público en general y en especial a los actores de San Pedro de Atacama corresponde a la valoración económica del servicio ecosistémico de “provisión de agua”, definido como prioritario por ProEcoServ. En términos generales, la valoración económica de los servicios ecosistémicos debe entenderse como un apoyo a la toma de decisiones en materia ambientales, ya que debido a su inherente complejidad y las múltiples dimensiones de análisis, permite tener un enfoque y unidad común de análisis. Motivo, que ha llevado a su creciente uso a nivel internacional y nacional.

El servicio ecosistémico de provisión de agua es clave y prioritario para el desarrollo sustentable San Pedro de Atacama, dada su condición de aridez y las crecientes presiones y conflictos por su uso, ya sea por las industrias turísticas, agrícola y minera y/o la conservación de la biodiversidad, o la relación comunidades indígenas y empresas. A lo anterior, se suma la particular forma de gestionar los recursos hídricos en Chile, donde el mercado y los intereses privados juegan un rol clave en la asignación de las prioridades de los usos. Situación que sumada a la escasa disposición de los actores a entregar información primaria

y la dispersión de la información secundaria generó dificultades para seleccionar y aplicar los métodos de valoración económica.

Dado el marco anterior, el método seleccionado es “análisis de precios de mercado/transferencia de beneficios”, que se complementa con un ejercicio de valoración contingente. En el primer caso, la selección del enfoque metodológico considera que la legislación chilena por medio del Código de Aguas de 1981 crea un mercado de aguas, donde se transan los derechos de aprovechamientos de aguas que son asignados a privados para usos consuntivos (consumo doméstico, industria, agricultura y minería) o no consuntivo (hidroelectricidad y otros). Estos derechos que se pueden comprar, vender y/o arrendar. Con los registros de las transacciones oficiales de la Dirección General de Aguas (DGA) se estima un valor promedio anual referencial de la Región de Antofagasta a la Comuna de San Pedro de Atacama (transferencia) de US\$86.195 L/s para los derechos consuntivos permanentes y continuos. Diferenciándose sus valores en L/s según distintos usos: i) “Bebida/doméstico”, US\$522.218, ii) “Servicios/industria”, US\$63.182, iii) “Minería”, US\$34.407 y iv) “Comunidad indígena/riego”, US\$31.907. Para esto se trabaja con la base de datos de toda la Región de Antofagasta que incluyen un total de tres Provincias y 9 Comunas, ya que en la Comuna de San Pedro de Atacama hay pocas transacciones oficialmente registradas, lo que indica un mercado poco activo y las condiciones ambientales y económicas son similares al resto de la Región. Adicionalmente, con el fin de validar la información de los registros oficiales y revisar el conocimiento de la gestión del agua se entrevista a distintos actores relevantes de San Pedro de Atacama, vinculados con organizaciones de regantes y administradores de los servicios de agua potable rural.

Por otra parte, considerando que el análisis de las transacciones define un valor del agua para los usos

1 [www.proecoserv.org](http://www.proecoserv.org)

2 [www.proecoserv.cl](http://www.proecoserv.cl)

3 [www.ceaza.cl](http://www.ceaza.cl)

consuntivos, se complementa con un ejercicio de valoración contingente con el fin de estimar el valor de uso ambiental del agua, como la protección de la biodiversidad local. Para esto se realizó una encuesta a 183 personas, cuyos resultados preliminares indican una disposición a pagar promedio de US\$3,6 por persona, lo que implica un valor económico de unos US\$ 450.000, considerando los cerca de 125.000 turistas al año y residentes.

Es importante destacar que los valores obtenidos deben tomarse como referencia para futuros análisis, ya que los precios de los derechos de aprovechamiento de aguas dependen de las características del derecho (consuntivo o no consuntivo, permanente o eventual), del lugar de transacción dentro de la Región, de los caudales, de la factibilidad técnica para su extracción, de la infraestructura disponible y de la rentabilidad del emprendimiento donde se utilizarán, entre otros. Lo mismo ocurre en el caso del ejercicio de valoración contingente, ya que está sujeto a una serie de sesgos y dificultades propias de su implementación, como son las dificultades para muchos de los encuestados (turistas o residentes) de entender el marco legal chileno donde el agua no es gestionada por el Estado, y más bien son los privados que asignan prioridades por medio de un mercado. Situación que es más difícil de comprender en un contexto de zona árida. Adicionalmente, se suma el hecho que muchos de los encuestados, ya sean residentes o turistas, si bien contestaban las preguntas en relación a la disposición a pagar, no entregaban información privada como ingresos o nivel de estudios. Posiblemente, esto se relaciona con el carácter reservado de la comunidad atacameña, y en el caso de los turistas esté influenciado por estar viviendo una experiencia recreativa y puede ser inoportuno este tipo de preguntas.

En las siguientes secciones, se presentan los siguientes puntos: i) Gestión del agua en Chile: Marco para la Valoración Económica, iii) El servicio Ecosistémico de Provisión de Agua. El caso de San Pedro de Atacama, iv) Método, v) Resultados y vi) Alcances finales.

## **2. Gestión del Agua en Chile: Marco para la Valoración Económica**

Con el fin de entregar un marco de referencia respecto de la gestión del recurso hídrico en Chile que permita comprender las dificultades y metodología utilizada para la valoración económica del servicio ecosistémico de provisión de agua, se revisan los siguientes apartados: i) El agua clave para el desarrollo económico de Chile, ii) Institucionalidad para la gestión de los recursos hídricos en Chile, iii) Código de Aguas y sus reformas, iv) Mercado de derechos de aprovechamiento de agua, v) Proyección futura de los recursos hídricos en Chile.

### **2.1 El agua clave para el desarrollo económico de Chile**

En los últimos años, Chile ha sido uno de los países de Latinoamérica que ha experimentado mayor crecimiento económico. Logrando destacado avances en prosperidad económica y reducción de la pobreza. De hecho, en los últimos 20 años el ingreso per cápita ha aumentado en más del doble y se ha posicionado como el más elevado de América Latina. En parte las razones de este crecimiento se deben a la solidez de su sistema financiero y a su política de exportación, principalmente, de materias primas. También, se está desarrollando una estrategia de ampliar la base productiva de la economía e impulsar el emprendimiento y la innovación mediante la inversión en educación y la reducción de las barreras de entrada en los mercados (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico –OECD-, 2013).

Las principales exportaciones chilenas provienen de la minería (cobre), agricultura y productos del sector forestal. Industrias que son grandes demandantes de agua para llevar a cabo sus actividades. Así, como lo es la generación de hidroelectricidad. Específicamente, la minería es la principal actividad económica del país, representando más de la mitad de las exportaciones y en los últimos años ha constituido alrededor de 14% del Producto Interno Bruto (OECD, 2013).



Por su parte, el sector silvoagropecuario representa alrededor el 3% del Producto Interno Bruto, lo que aumenta a más del doble cuando se considera la producción de alimentos. Además, contribuye al empleo de cerca del 10% de la fuerza laboral nacional y cerca del 10% de las exportaciones nacionales (Oficina de Estudios y Política Agrícola –ODEPA-, 2014).

Geográficamente, Chile se caracteriza por tener un territorio extenso de norte a sur entre los 17° y 56° de latitud sur, que equivalen a un largo aproximado de 4.300 km y a un ancho promedio de sólo 180 km<sup>4</sup>. Está extensión sumada a variables geofísicas genera una importante diversidad climática y por ende una heterogénea disponibilidad hídrica que debe responder a las demandas de la población y de los distintos sectores económicos. En el norte del país, donde predominan las condiciones de aridez se desarrolla principalmente la industria minera que requiere de importantes cantidades de agua para sus procesos y que compite con el consumo de la población, conservación de la biodiversidad, agricultura y los usos de comunidades indígenas como es el caso de San Pedro de Atacama. En la zona centro-sur, con mayor disponibilidad del recurso hídrico se concentra la población, la actividad industrial y la agricultura. En el sur del país, hay mayor disponibilidad de agua y menos conflictos por sus usos, sólo destaca la hidroelectricidad versus la conservación del paisaje.

Sumado a la heterogénea oferta y demanda del agua a lo largo del país, se encuentra la particular forma de gestionar el recurso en Chile, iniciada en 1981 con la promulgación del Código de Aguas<sup>5</sup>, donde a los usuarios y/u otros agentes se les entregan derechos de aprovechamiento de agua, los cuales se transan en el denominado “mercado de agua”, lo que no permite definir a priori usos prioritarios (Donoso et al, 2010). Sólo con las modificaciones realizadas al Código de aguas en el año 2005, se procedieron a realizar reformas para disminuir la concentración de derechos y el

uso especulativo por medio del pago de una patente por no uso y fomentar la conservación por medio de establecer caudales mínimos ecológicos. Según el Banco Mundial (2011), se estima que entre los años 2005 y 2008, se realizaron más de 20 mil transacciones de compra y venta de derechos de agua en Chile, con un valor de unos US\$4,8 billones. Posterior a la instauración de esta reforma, el Estado ha tenido que abordar los problemas de concentración de los derechos sobre el agua y el acopio especulativo, cuyas sanciones aplicadas por derechos no utilizados han sido en muchos casos insuficientes para estimular la comercialización de los mismos. Este asunto sigue dificultando la asignación eficiente de los escasos recursos hídricos en el país, lo que sumado a la disconformidad de algunos actores que acusan una administración deficiente, inexistencia de información necesaria para la gestión sustentable y la ausencia de fiscalización, entre otros aspectos (Szigeti, 2013); hoy se discute en Chile una nueva reforma en materia de aguas.

## **2.2 Institucionalidad para el Manejo de los Recursos Hídricos en Chile**

La institucionalidad vinculada con la gestión de las aguas en este país es amplia y compleja e involucra a organismos muy diversos de distintos sectores públicos y privados del país. De acuerdo el estudio realizado por el Banco Mundial (2011), sobre el panorama institucional del agua en Chile, se identificaron 102 funciones necesarias para la gestión del agua y 43 actores institucionales en la forma de instituciones, unidades de gestión o grupos de usuarios o de interés involucrados en la gestión de los recursos hídricos en Chile, al centro de las cuales se encuentra la Dirección General de Aguas (DGA), perteneciente al Ministerio de Obras Públicas de Chile (MOP).

Respecto esta desagregación de funciones e instituciones, ya en el año 2000, CEPAL (Comisión Económi-

4 Instituto Geográfico Militar de Chile. Atlas de Chile.

5 <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5605>

ca para Latinoamérica y Caribe) indicaba en el Informe Nacional sobre Gestión del Agua, que la institucionalidad del agua en Chile no está configurada de manera tal que propenda a una gestión integrada de los recursos agua, suelo, vegetación y medio ambiente asociado. En efecto, a la DGA la ley no le entrega atribuciones en esta materia, y otras instituciones del Estado se ocupan en forma parcial del suelo, vegetación y medio ambiente, por ejemplo en lo que se refiere a contaminación del agua, las labores de fiscalización están en el Servicio Nacional de Salud. A su vez, otras instituciones del Estado intervienen en materias que tienen que ver con los cauces superficiales, o con los cuerpos de agua continentales, fomento de proyectos sectoriales de aprovechamiento de aguas, como lo son la agricultura y el riego. También, se destacan la Superintendencia de Servicios Sanitarios como organismo de control regulador del Estado en lo que se refiere a agua potable y evacuación y tratamiento de aguas residuales domésticas, la Comisión Nacional de Energía, que entre otras materias tiene injerencia en la generación hidroeléctrica. Aparte de los organismos e instituciones del Estado ya señalados, existen otros actores que se preocupan de la gestión y repartición de las aguas en cada cuenca, cuales son las organizaciones de usuarios que contempla la Ley chilena.

### 2.3 El Códigos de Aguas y sus reformas

El marco legal de sector del agua en Chile está determinado por la Constitución aprobada en 1980 y el Código de Aguas promulgado en 1981<sup>6</sup> (Banco Mundial, 2011). Este Código define las relaciones básicas que existen en torno al uso del agua en el país y los roles que deben tener el sector privado y público. Si bien el Artículo 5, define las aguas como bienes de uso público, se le entrega a particulares el derecho de aprovechamiento de estas, por medio de la asignación de “derechos de aprovechamiento de agua” que se constituyen de manera independiente al uso de la tierra y que pueden ser transados en el mercado para

reassignar el uso de agua a diferentes actividades (Vicuña y Meza, 2012), y que es supervisada por la DGA.

Específicamente, el Artículo 6 del Código de Aguas indica: “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”.

Algunos de los aspectos básicos en relación a la asignación y ejercicio de estos derechos de aprovechamiento de aguas que describen Vicuña y Meza (2012), quedan expresados en diferentes artículos del Código de Aguas. Por ejemplo, con respecto a la asignación, se estipula que el derecho de aprovechamiento de aguas se debe expresar en un volumen por unidad de tiempo (Artículo 7). Sin embargo, se deja en claro que el ejercicio del derecho de aprovechamiento de aguas queda restringido en circunstancias que la fuente de abastecimiento no contenga la cantidad suficiente para satisfacerlos en su integridad, en cuyo caso el caudal se distribuirá en partes alícuotas (Artículo 17). Este aspecto es clave ya que la oferta de agua por lo general no es constante en el tiempo. En términos prácticos se asume típicamente que la disponibilidad de agua que permite el normal desarrollo de alguna actividad productiva es aquella que se supera en al menos el 85% del tiempo. Este nivel define la disponibilidad natural de agua en el proceso de asignación de derechos de aprovechamiento de aguas. Una manera de poder mejorar la disponibilidad natural en el ejercicio de un derecho de aprovechamiento de aguas es a través del desarrollo de infraestructura de regulación como embalses, que permiten acumular excedentes de agua a lo largo de un año o entre años.

Otro aspecto relevante en el sistema chileno es que no existen prioridades en la asignación y ejercicio de derechos de aprovechamiento de aguas para diferen-

6 <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5605>

tes sectores. Sin perjuicio de lo anterior se reconocen diferentes categorías de derechos en función del tipo (consuntivo o no consuntivo), frecuencia de uso (permanente o eventual), uso (continuo o discontinuo). Los derechos consuntivos son aquellos que “faculta a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad” (Artículo 13), los derechos no consuntivos son aquellos “que permiten emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho” (Artículo 14). Los derechos permanentes facultan para usar el agua en la dotación que corresponda, salvo que la fuente de abastecimiento no contenga la cantidad suficiente para satisfacerlos en su integridad, en cuyo caso el caudal se distribuirá en parte alícuotas” (Artículo 17). Los derechos de ejercicio eventual sólo facultan para usar el agua en las épocas en que el caudal matriz tenga un sobrante después de abastecidos los derechos de ejercicio permanente” (Artículo 18).

En el año 2005 se incorporan reformas al Código de Aguas, a través de la que se establece que un uso del recurso que no asegure sostenibilidad de la base hídrica del país no es eficiente, pues destruye la base de capital natural que asegura la renovabilidad de la explotación si ésta es gestionada con la debida información, consenso social, y capacidad de implementación por parte de la administración (Banco Mundial, 2011). Se introdujo en esta reforma una modificación importante al introducir la exigencia del pago de una patente anual en aquellos casos en que el titular de un derecho de aprovechamiento de aguas no demuestre el uso del mismo (Artículo 129 bis 4, bis 5 y bis 6). Con respecto a la relación entre usuarios ubicados en diferentes puntos de la cuenca se introduce en el Código la idea de una sección legal que separe la cuenca en entidades independientes en materia de distribución de aguas. Cada sección en la que se divide una cuenca puede desarrollar su propia organización de usuarios con la atribución de asignar completamente las aguas

tal como si se tratasen de ríos distintos (Artículo 264). Por otra parte, no existe ninguna regulación (salvo que se solicite el traslado del derecho) con respecto a la generación o reducción de derrames<sup>7</sup> por el ejercicio de un derecho de aprovechamiento de aguas (Artículo 46). En este sentido, se permite por ejemplo la reducción de derrames a través de mejoras en eficiencia de riego sin perjuicio de que esto pueda afectar la disponibilidad de agua en usuarios localizados aguas abajo (Vicuña y Meza, 2012)

El mayor desafío de la institucionalidad chilena ha sido la implementación de la nueva normativa. La falta de capacidad se hace clara cuando se considera la sobreexplotación de aguas subterráneas y el deterioro de la calidad de los recursos en general. Chile no cuenta todavía con el nivel adecuado de conocimiento del recurso hídrico subterráneo ni con las herramientas ejecutivas que requiere una gestión y protección adecuada a la magnitud de la demanda, de su proyección como recurso estratégico en amplias zonas, y de los problemas de sostenibilidad que afronta. Por ello el debate de la necesidad de nuevas mejoras está lejos de estar agotado y continúa siendo materia de estudio y análisis en distintos ámbitos (Banco Mundial, 2011).

## 2.4 Proyección futura de los Recursos Hídricos en Chile

Para enfrentar los desafíos de la gestión de recursos hídricos en el largo plazo, se ha elaborado por la institucionalidad chilena la denomina “Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025”, publicada a inicios del año 2013. En este documento se recogen distintos diagnósticos y recomendaciones críticas para mejorar la situación actual (MOP, 2013).

Para la elaboración de la Estrategia se tomó en consideración la gestión del recurso hídrico como un elemento esencial y transversal en la economía nacional y en la sociedad, considerando tanto el agua super-

7 Derrame o excedente luego del uso del caudal captado. Generalmente esta “ineficiencia” alimenta cursos subterráneos, o son utilizados por usuarios aguas abajo en el sistema (Vicuña & Meza, 2012)

ficial como subterránea, reconociendo sus múltiples usos y las interacciones entre dichos usos. Asimismo, se reconoce el rol de los privados en las definiciones y el ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas, sin olvidar la función que le corresponde al Estado en materia de planificación, fiscalización y asignación del recurso, así como en la promoción de nuevas alternativas de fuentes de agua y el cuidado del medio ambiente. De esta forma se logra aunar esfuerzos en pos de un horizonte claro y común al momento de generar políticas públicas en materia de recursos hídricos que permitan impulsar medidas, planes y/o programas que orienten la toma de decisiones tanto del sector público como privado, siempre tomando en especial consideración las peculiaridades de las zonas en que se pretendan implementar dichas medidas, planes y/o programas (MOP, 2013).

La Estrategia Nacional de Recurso Hídricos define cinco ejes estratégicos de desarrollo, que serán implementados en gran parte por el Ministerio de Obras Públicas y en especial la Dirección General de Aguas.

Eje estratégico: “Gestión eficiente y sustentable”: Se incorpora la protección de la calidad de los recursos hídricos reduciendo al máximo posible la contaminación de estos, ya sea a través de la implementación de instrumentos para el control de la contaminación como por ejemplo, elaboración de normas secundarias de calidad ambiental, de planes de prevención y de descontaminación asociados. Asimismo, constituye un objetivo prioritario prevenir la contaminación difusa de las aguas superficiales y subterráneas. En lo que dice relación con la protección de la cantidad de los recursos hídricos se fija como meta aumentar la eficiencia en el uso del agua mediante el incentivo a la inversión privada en la tecnificación de riego y recuperación de flujos mínimos, por la vía de destinar estos ahorros a caudales ecológicos.

Eje estratégico “Mejorar la institucionalidad”: El escenario actual en materia de recursos hídricos exige contar con una institucionalidad que permita racionalizar y coordinar las múltiples competencias de orga-

nismos del Estado que actualmente coexisten en el sector y que asegure que la planificación del recurso, su asignación, protección, fiscalización y resolución de conflictos, se efectúe en forma técnica, compatibilizando el ejercicio de los derechos constituidos sobre el agua y el interés público asociado al uso de este importante recurso.

Eje estratégico “Enfrentar la escasez”: Dado que la situación de escasez se caracteriza por tener un carácter estacional, existen antecedentes que apuntan a un problema más frecuente. Como consecuencia de lo anterior, se requiere adoptar e implementar medidas no sólo para superar la situación de corto plazo, sino también para abordar la escasez de forma más permanente, para ello la construcción de embalses es un elemento importante pero no suficiente. Así, se fomentará la infiltración artificial de acuíferos, se explorarán alternativas no tradicionales como la desalación y se estudiarán y evaluarán fuentes no convencionales de aguas, tales como ductos submarinos o terrestres para la conducción de caudales de agua desde cuencas con disponibilidad del recurso hacia zonas del país que presentan escasez, entre otros.

Eje estratégico “Equidad social”: El verdadero reto del Estado en este eje se encuadra en la necesidad de abastecer de agua potable a las comunidades rurales semi-concentradas, en donde el porcentaje de cobertura asciende a un 2% aproximadamente, mejorando la calidad de vida de 540 comunidades rurales semi-concentradas, correspondientes a cerca de 195.000 habitantes.

Eje estratégico “Ciudadanía informada”: Tiene por objetivo promover una cultura de conservación del agua, a través de diversos medios, tales como el desarrollo de campañas comunicacionales, programas escolares y eventos comunitarios, entre otros. Así, se han concentrado los esfuerzos no sólo desde el ámbito público, sino que también se ha generado un consenso en el ámbito privado para que la población tome conciencia que cuidar el agua es una tarea de todos.

### 3. Servicio Ecosistémico de Provisión de Agua. El caso de San Pedro de Atacama

En esta sección se revisan distintos aspectos que permiten caracterizar el servicio ecosistémico de provisión de agua en San Pedro de Atacama. Así, en primer término, se revisa la definición de servicios ecosistémicos y en específico de la provisión de agua, luego se caracteriza a San Pedro de Atacama para contextualizar el caso específico, y se realiza una descripción del sistema hidrológico y de la provisión de agua.

#### 3.1 El servicio ecosistémico de provisión de agua

Frente a la preocupación a nivel mundial de establecer los lineamientos para alcanzar un desarrollo sustentable, es decir aquel “es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, si comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (WCED – World Commission on Environment and Development, 1987, p. 8) se han desarrollado una serie de iniciativas por las Naciones Unidas como la Evaluación Ecosistémica del Milenio,<sup>8</sup> que es programa que reunió a más de 1.360 expertos de todo el mundo con el fin de establecer el estado de la situación actual de los ecosistemas y estrategias para mejorar su condición. La principal conclusión de los expertos indica que “la actividad humana está ejerciendo una presión tal sobre las funciones naturales de la Tierra que ya no puede darse por seguro que los ecosistemas del planeta vayan a mantener la capacidad de sustentar a las generaciones futuras. Al mismo tiempo, la evaluación muestra que, con las acciones apropiadas, es posible revertir la degradación de muchos servicios de los ecosistemas en los próximos 50 años, pero que los cambios requeridos en las políticas y en la práctica son sustanciales y no están en curso en la actualidad.

Para la Evaluación Ecosistémica del Milenio “los servicios de los ecosistemas son los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas, y son

producidos por interacciones dentro del ecosistema. Los ecosistemas como bosques, pastizales, manglares, y áreas urbanas proveen diferentes servicios a la sociedad. Estos incluyen los servicios de aprovisionamiento, de regulación, y culturales que afectan directamente a las personas. También incluyen servicios de apoyo necesarios para mantener todos los demás servicios. Algunos servicios de los ecosistemas son locales (provisión de polinizadores), otros son regionales (control de inundaciones o purificación del agua) y otros son globales (regulación del clima). Los servicios de los ecosistemas afectan el bienestar humano y todos sus componentes, incluyendo las necesidades materiales básicas como alimentos y vivienda, salud individual, seguridad, buenas relaciones sociales y libertad de elección y de acción (Figura 1).

Para contribuir a la gestión sustentable de los servicios ecosistémicos se han desarrollado una serie de enfoques desde distintas disciplinas, dentro de lo que destaca la valoración económica, que se debe entender como otra herramienta para apoyar los procesos de toma de decisión, en los cuales debieran participar múltiples actores como organismos públicos, políticos, organismos no gubernamentales, comunidades locales, empresas, entre otros.

8 Ecosystems and Human Well-being: General Synthesis. En: [<http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>].



Figura 1. Conexión entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano.

En términos generales, respecto de la provisión de agua como servicio ecosistémico, es en una cuenca hidrográfica donde se conjugan todos los elementos que conforman un ecosistema y ocurren los procesos que regulan la oferta de este servicio ecosistémico. Por lo tanto, la estructura, funcionamiento y estado de conservación de la cuenca determinarán el bienestar logrado en cada una de las actividades que demanda el servicio, como, por ejemplo, para la producción de agua potable, hidroelectricidad, salmonicultura, pesca recreativa, etc. (Lara et al, 2009).

De acuerdo Aywalrd et al (2005), los servicios ecosistémicos provistos por el agua y los ciclos hidrológicos se clasifican en servicios de provisión, regulación, culturales y de apoyo:

**Servicio de Provisión:** i) Agua (cantidad y calidad) para usos consuntivos (para bebida, uso doméstico,

agricultura y usos industriales), ii) Agua para usos no consuntivos como generación de hidroelectricidad, transporte y navegación, y iii) Agua para sostener organismos acuáticos para alimentación y medicinas.

**Servicios regulatorios:** i) Mantenimiento de la calidad del agua (filtración natural y tratamiento de agua), y ii) Amortiguador de los flujos de inundación, control de erosión por medio de las interacciones agua/tierra e infraestructura para el control de inundaciones.

**Servicios culturales:** i) Recreación (deportes acuáticos, pesca, otros), ii) Turismo (vista de ríos), y iii) Valores de existencia (satisfacción personal de la libre circulación de ríos).

**Servicios de apoyo:** i) Rol en el ciclo de nutrientes y en la producción primaria, y ii) Relaciones presa/predador y la resiliencia ecosistémica.

En orden de importancia, las variables que impactan la oferta del servicio ecosistémico provisión de agua en cuencas son: a) las precipitaciones que las abastecen (tipo, cantidad, intensidad, estacionalidad y variabilidad); b) su geomorfología y geología (área de drenaje, pendiente, tipo y profundidad de suelo, etc.) que almacena y conduce el agua de las precipitaciones hacia las napas freáticas, acuíferos, arroyos, ríos, lagos, etc.; y c) su cobertura vegetal así como el uso del suelo y su manejo que cambia las tasas de evapotranspiración, modificando los caudales de flujo base y punta (Little y Lara, 2010).

El cambio en la oferta del servicio ecosistémico provisión de agua, como una consecuencia de diversos procesos de degradación y funcionamiento de las cuencas, aún se presenta con poca claridad y, por lo tanto, ha tenido un escaso impacto en el desarrollo de políticas públicas (Locatelli y Vignola 2009). Hasta ahora, se ha visto como un servicio ecosistémico a conservar o mantener en las cuencas, pero no a recuperar, lo cual implicará importantes desafíos científico-tecnológicos. Algunas acciones antropogénicas, como la construcción de represas, diques o canales para el desvío de los cursos de agua, han sido capaces de regular la oferta de agua para los períodos de

escasez y mayor demanda. Sin embargo, existen otras actividades con el mismo objetivo que se centran en aumentar la oferta del servicio ecosistémico provisión de agua en las cuencas, las cuales hasta ahora no han sido consideradas. Estas acciones incluyen: la regulación de los usos del suelo presentes en una cuenca y su manejo (Lara et al, 2009), cambios en las prácticas de manejo del suelo (ejemplo: zanjas de infiltración que incrementan el almacenamiento de agua) y modificación de la composición, densidad y tamaño de los rodales boscosos, así como también mejoramiento en las prácticas de cosecha forestal y construcción de caminos en áreas donde se concentra la actividad forestal (Little y Lara, 2010).

### 3.2 Caracterización general de San Pedro de Atacama

El Proyecto ProEcoServ en Chile define su territorio de intervención como la Comuna de San Pedro de Atacama, que corresponde a una división política-administrativa encargada de la gestión local. A su vez esta comuna pertenece a la Provincia del Loa y a la Región de Antofagasta, cuya capital es la ciudad de Antofagasta ubicada unos 1.370 km al norte de Santiago que es la capital de Chile (Instituto Nacional de Estadísticas –INE-, 2007) (Figura 2).

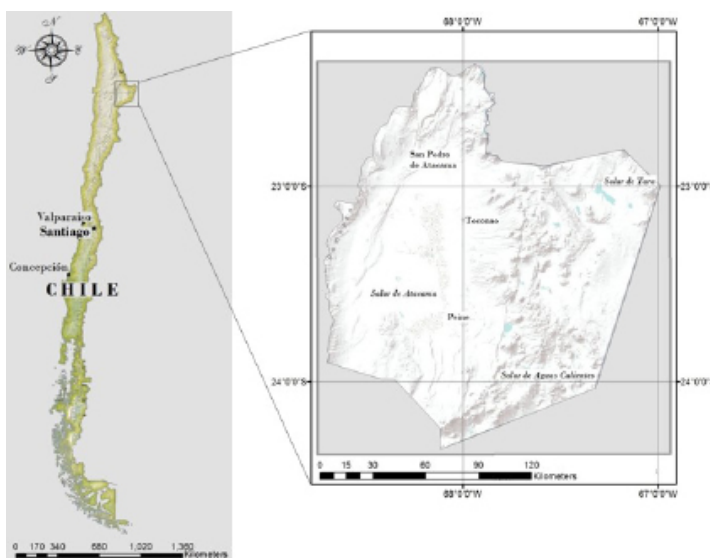


Figura 2. Ubicación de San Pedro de Atacama.

La Comuna de San Pedro de Atacama posee una superficie de 23.438,8 km<sup>2</sup> y una población para el 2002 de 4.969 habitantes, cuya proyección para el año del 2012 es de 9.778 habitantes<sup>9</sup>(INE, 2014).<sup>10</sup> Si bien, no hay cifras oficiales del Censo 2012, se espera un alto crecimiento de la población lo que ya se reflejaba en las cifras inter-censales 1992-2002 con un aumento de un 186%. Otra característica que refleja el Censo de 2002 es que la mayor parte de la población es rural con un 61% y un 74,8% se declara pertenecer a una etnia de pueblos indígenas, siendo los atacameños la mayoría de este grupo con un 95,2%.

La capital comunal corresponde al Pueblo de San Pedro de Atacama que se ubica en 22°54'42 Lat. S y 68°12'08 Long. W, y a una altura de unos 2.450 msnm. Otros pueblos de la Comuna son Toconao, Peine, Talabre, Camar, Socaire, Río Grande y sus ayllus o comunidades agrícolas indígenas (Ilustre Municipalidad de San Pedro de Atacama, 2014).<sup>11</sup> Una de las principales características de San Pedro de Atacama es encontrarse cercano a uno de los desiertos más secos del mundo como es Atacama. Específicamente, en esta comuna predomina el clima desértico de altura, ya que se encuentra sobre 2.000 m.s.n.m., llegando a alturas sobre los 5.000 m.s.n.m. Se caracteriza por una gran oscilación térmica, presentándose dos estaciones muy marcadas, una fría (mayo a septiembre) y una cálida (octubre a abril). En esta última, ocurren precipitaciones ocasionales. Otra característica de San Pedro de Atacama son sus cielos despejados que han permitido el establecimiento de observatorios internacionales, como el proyecto ALMA.

El sistema hídrico de la comuna de San Pedro de Atacama se desarrolla en cuencas endorreicas o cerradas, morfología que resulta de procesos tectónicos ocurridos en la zona en épocas pasadas. Estas cuencas son cavidades rodeadas de cordones montañosos,

situación que provoca el escurrimiento de las aguas en dirección hacia el centro de aquellas depresiones, las que a su vez, al no tener desagüe, se acumulan formando lagunas. En algunos casos, producto de las condiciones de aridez dominante y la alta evaporación, se transforman en salares, como es conocido Salar de Atacama. En cuanto a las aguas superficiales, los ríos más importantes son San Pedro y Vilama. Ambos proveen de agua dulce para el consumo de la población y de riego para cultivos agrícolas.

El suelo productivo en la comuna de San Pedro es escaso, como consecuencia de las características desérticas dominantes, no existen condiciones para la formación de suelos ricos en materia orgánica para el desarrollo de la agricultura. Sólo existen unas pequeñas superficies asociadas a los ayllus y en menor medida, en las quebradas de las localidades al sureste del Salar de Atacama donde se cultiva en terrazas, escalones que fabrican el agricultor y riega a través de canales. Los suelos productivos se caracterizan por ser suelos salinos (cloruros y sulfatos de sodio), de tonalidad rojiza. El total del suelo con capacidad de uso agrícola alcanza una superficie de 2.042 hectáreas aproximadamente y representa el 0,08 % de la superficie comunal (Sistema de Información Territorial Rural, 2013).<sup>12</sup>

En el ámbito económico, las principales actividades son el turismo, la minería y la agricultura. En el caso del turismo, en los últimos años se registrado un explosivo crecimiento de esta actividad pasando de 66.380 en 2010 a 115.671 en 2012 de turistas con pernoctaciones (INE, 2014).<sup>13</sup> Este se debe al creciente interés nacional e internacional por el paisaje árido y los atractivos turísticos como el Valle de La Luna, los Géiseres del Tatio, las Lagunas Altiplánicas entre otros. Para el caso de la minería, de acuerdo al Servicio Nacional de Geología y Minería – SERNAGEOMIN

9 No se han informado cifras oficiales del Censo 2012.

10 Instituto Nacional de Estadísticas. En [www.ine.cl].

11 Ilustre Municipalidad de San Pedro de Atacama. En [www.municipiosanpedrodeatacama.cl].

12 Sistema de Información Territorial Rural – SIT –(2013). Centro de Información de Recursos Naturales, Ministerio de Economía, Chile. En línea: [www.sitrural.cl].

13 www.ine.cl



(2011), en la comuna de San Pedro de Atacama existen 6 concesiones mineras, principalmente de cobre y litio que se ubica en el Salar de Atacama. En cuanto a la agricultura, en la comuna existen alrededor de 2.000 ha cultivables.

En suma, la condición de aridez, más la creciente actividad económica, especialmente de turismo y minería puede estar generando impactos ambientales negativos, ya sea por el creciente número de turista que afectan la biodiversidad o por los conflictos propios del uso del agua en una zona árida. Dado, esto es que ProEcoServ define como prioritarios los servicios ecosistémicos de provisión de agua y ecoturismo/recreación, cuya gestión debe ser abordada desde diversas escalas y perspectivas.

### 3.3 La provisión de agua en San Pedro de Atacama

De acuerdo a la Dirección de General Aguas,<sup>14</sup> el sistema hidrológico de la Comuna de San Pedro de Atacama se caracteriza por presentar cuatro cuencas endorreicas y sus subcuencas, dando un carácter de sistema cerrado: i) Fronterizas Salares Atacama-Socompa (5 subcuencas), ii) Endorreica entre Fronterizas y Salar de Atacama (9 subcuencas), iii) Salar de Atacama (3 subcuencas) y iv) Endorreicas Salar Atacama-Vertiente Pacífico (9 subcuencas). Una aproximación más

detallada y con ciertas diferencias se encuentra en el informe “Delimitación de los límites de las cuencas hidrográficas en el ámbito geográfica en la Comuna de San Pedro” que forma parte de las actividades de ProEcoServ.<sup>15</sup>

Para caracterizar en más detalle el servicio ecosistémico de provisión de agua, identificando sus usos y caudales, se analizan los derechos de aprovechamiento de agua concedidos oficialmente entre 1914 y 2014 (Dirección General de Aguas, 2014).<sup>16</sup> Observándose, que a la fecha se han concedidos 965 derechos de aprovechamiento de aguas en la Región de Antofagasta, cuya distribución provincial es: i) Provincia de Antofagasta, 440 derechos, 45,6%, ii) Provincia del Loa, 499 derechos, 51,2% y iii) Provincia de Tocopilla, 26 derechos, 2,7%. En el caso específico de la Comuna de San Pedro de Atacama que pertenece a la Provincia del Loa, se han concedido 153 derechos de aprovechamiento de aguas desde el año 1914 al 2014, que representa un 15,9% del total Regional y 30,7% del total Provincial.

Del total de derechos de aprovechamiento concedidos en la Comuna de San Pedro de Atacama, sólo tres corresponden a derechos no consuntivos que se entregaron antes de 1981 (Tabla 1), con un caudal total anual promedio de 360 L/s.

**Tabla 1.** Derechos no consuntivos concedidos en la Comuna de San Pedro de Atacama.

Año	Uso	Caudal total anual promedio L/s
1927	Uso minero	175
1954	Uso industrial	35
1956	Uso industrial	150

14 Inventario Público de Cuencas, 2014. Dirección General de Aguas.

15 Reporte disponible en: [www.proecoserv.cl].

16 Dirección General de Aguas. Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA. En: [http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos\_historicos/Paginas/default.aspx]

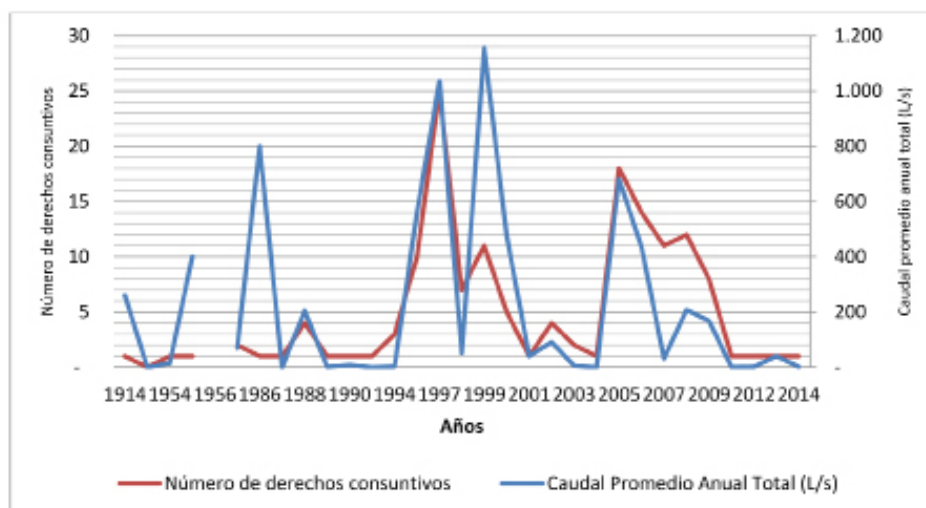


Figura 3. Serie histórica (1914-2014) de derechos de aprovechamiento concedidos.

Si bien los derechos consuntivos se han concedidos desde 1914, es desde 1983 en adelante es cuando se registra su entrega con mayor regularidad (Figura 3). Se aprecian dos años de mayor concesión de derechos como son los años 1997 (25) y 2005 (18). Respecto de los caudales totales anuales promedio para todo el período 1914-2014, la suma indica un total de 6.746 L/s, con una entrega promedio por año de 218 L/s. También, se observan alzas importantes en la entrega de caudales como 1986 con la entrega de un derecho por 800 L/s a SENDOS II Región (consumo potable), la concesión masiva de derechos a las comunidades indígenas en los años 1997 y 1999 con caudales totales de 1.036 y 1.157 L/s, respectivamente, y el año 2005 con 680 L/s de caudal concedido a empresas privadas.

Para realizar un análisis más detallado de las concesiones de derechos consuntivos a lo largo del tiempo, se consideran tres períodos de tiempo referidos a los

siguientes hitos: i) Toda la serie de datos oficiales, Período 1914-2014, ii) Entrada en vigencia del Código de Aguas de 1981, por lo tanto se consideran la serie de 1914-1980 antes de su promulgación y la serie 1981-2014 desde su entregada en vigencia, y iii) Funcionamiento del Código de Aguas de 1981, separando período previo a las reformas de 2005 (Período 1981-2004) y período con reformas (2005/2014) (Tabla 2). En primer término, se indica que desde la entrada en vigencia del Código de Aguas en 1981 aumento la entrega de derechos, sin embargo en el período 1981-2014 los caudales anuales por derecho disminuyeron a 41 L/s de 225 L/s para el período 1914-1980. Esta situación es similar al considerar sólo el período de funcionamiento del Código de Aguas, ya que hay diferencia hacia la baja en el caudal anual promedio y en caudal anual por derecho entre los períodos 1981-2004 y 2005-2014.

**Tabla 2.** Derechos de aprovechamiento concedidos en San Pedro de Atacama (caudal L/s)

Período	Derechos	Caudal total promedio anual*	Caudal anual promedio	Caudal anual/derecho
1914-2014	150	6.746	218	45
1914-1980	3	675	135	225
1981-2014	147	6.071	234	41
1981-2004	80	4.504	265	56
2005-2014	67	1.567	174	23

Respecto de la naturaleza del agua de los derechos de aprovechamiento de aguas concedidos, se observa en la Tabla 3 que el 98% corresponde a derechos consuntivos, de los cuales un 50% corresponde a aguas subterráneas. En cuanto a los caudales totales concedidos un 42,3% corresponde a aguas subterráneas, 56,84% a aguas superficial y corriente, y 0,8% a aguas superficial y detenida (Tabla 3).

En cuanto a la distribución de los derechos de aprovechamiento y sus caudales de acuerdo a los distintos usos definidos por la Dirección General de Aguas, se establece que en relación a los caudales totales es el “uso minero” el que tiene una mayor asignación 2.633 L/s que corresponde a un 37,1% del total concedido, luego le siguen “otros usos” con 22,5% que contemplan cerca de 16 derechos entregados a comunidades

**Tabla 3.** Naturaleza del agua. Derechos concedidos 1914-2014 (caudales L/s)

Tipo de derecho	Naturaleza del agua	N	Caudal* anual/derecho	Caudal total anual	Rango caudal
Consuntivo	Subterránea	76	40	3.007	260
	Superficial y Corriente	72	51	3.679	870
	Superficial y Detenida	2	30	60	60
No Consuntivo	Superficial y Corriente	3	120	360	140

indígenas y sus organizaciones relacionadas, y “riego” con 21,9%, también concedidos especialmente a comunidades indígenas y sus organizaciones (Tabla 4).

Un análisis más detallado de la relación entre usos definidos para los derechos de aprovechamiento de aguas concedidos y la naturaleza del agua detallado

**Tabla 4.** Distribución de derechos concedidos y caudales según uso del agua.

Usos	Derechos		Caudal total	
	N	%	L/s	%
Bebida/Usos Doméstico/ Saneamiento	3	2,0%	805	11,3%
Uso Minero	52	34,0%	2633	37,1%
Riego	23	15,0%	1553	21,9%
Uso Industrial	3	2,0%	194	2,7%
Otros Usos	41	26,8%	1601	22,5%
Sin definir	31	20,3%	320	4,5%
<b>Total</b>	<b>153</b>	<b>100,0%</b>	<b>7106</b>	<b>100,0%</b>

en cuanto a caudales totales (Tabla 5). Indica que para el agua “superficial y corriente” es la principal fuente para “bebida/Usos Doméstico/ Saneamiento”, “rie-

go”, “uso industrial” y “otros usos”. En cambio, para “uso minero” y “usos sin definir” la principal fuente es agua subterránea.

**Tabla 5.** Usos del agua y naturaleza de la fuente del agua.

Uso del agua	Naturaleza del agua	Derechos (N)				Caudal (L/s)		
		Consuntivo	No Consuntivo	Total	%	Promedio	Total	%
Bebida/Usos Domésticos/Saneamiento	Subterránea	1	0	1	33%	5	5	1%
	Superficial y Corriente	2	0	2	67%	400	800	99%
	<i>Subtotal</i>	3	0	3	100%		805	100%
Uso Minero	Subterránea	50	0	50	96%	49	2458	93%
	Superficial y Corriente	0	1	1	2%	175	175	7%
	Superficial y Detenida	1	0	1	2%	0	0	0%
	<i>Subtotal</i>	51	1	52	100%		2633	100%
Riego	Subterránea	1	0	1	4%	2	2	0,10%
	Superficial y Corriente	22	0	22	96%	71	1551	99,90%
	<i>Subtotal</i>	23	0	23	100%		1553	100%
Uso Industrial	Superficial y Corriente	1	2	3	100%	65	194	100%
Otros Usos	Subterránea	13	0	13	32%	28	367	23%
	Superficial y Corriente	27	0	27	66%	43	1174	73%
	Superficial y Detenida	1	0	1	2%	60	60	4%
	<i>Subtotal</i>	41	0	41	100%		1601	100%
Sin definir	Subterránea	11	0	11	35%	16	175	55%
	Superficial y Corriente	20	0	20	65%	7	145	45%
	<i>Subtotal</i>	31	0	31	100%		320	100%
<b>Total</b>		150	3	153			7106	

Desde el punto de vista de la distribución geográfica e hidrológica de los derechos de aprovechamiento con-

cedidos según cuencas. Se observa en la Tabla 6, que la cuenca “Salar de Atacama” concentra el 63,2% del caudal total entregado, luego está la cuenca “Endorreica entre Fronterizas y Salar Atacama” con 21,5%,

**Tabla 6.** Cuencas y caudales totales.

Cuencas	Usos	Tipo de derechos		Caudal total L/s	%
		Consuntivo	No Consuntivo		
Endorreica entre Fronterizas y Salar Atacama	Otros Usos	9	0	532	34,8%
	Sin definir	2	0	4	0,3%
	Uso Minero	20	0	993	64,9%
	<i>Subtotal</i>	31	0	1529	100,0%
Fronterizas Salares Atacama-Socompa	Bebida/Usos Doméstico/Saneamiento	1	0	800	100,0%
Río Loa	Otros Usos	3	0	280	98,9%
	Sin definir	1	0	3	1,1%
	<i>Subtotal</i>	4	0	283	100,0%
Salar de Atacama	Bebida/Usos Doméstico/Saneamiento	2	0	5	0,1%
	Otros Usos	29	0	789	17,6%
	Riego	23	0	1553	34,6%
	Sin definir	28	0	313	7,0%
	Uso Industrial	1	2	194	4,3%
	Uso Minero	31	1	1640	36,5%
<i>Subtotal</i>		114	3	4494	100,0%

“Fronterizas Salares Atacama-Socompa” con 11,3% y “Río Loa” con 4,0%.

Respecto de la propiedad de los 153 derechos de aprovechamiento concedidos por la Dirección General de Aguas, estos se encuentran en manos de 65 dueños, que se dividen en “comunidades indígenas y organizaciones relacionadas”, “privados” y “fisco”. En cuanto a los primeros, se encuentran 16 dueños vinculados con comunidades indígenas y sus organizaciones relacionadas como asociaciones de regantes con un total de 51 derechos de aprovechamiento y con un caudal total de 3.501 L/s que corresponde a un

35,2% del total de 7.106 L/s. En el caso de los “privados”, son 100 derechos concedidos repartidos en 51 dueños, con un caudal total de 4.505 L/s equivalentes a 63,4%. Los derechos concedidos al Fisco corresponden a 2 con un caudal total de 100 L/s que equivale al 1,4% del total.

#### 4. Valoración económica del servicio ecosistémico de provisión de agua

La valoración económica de bienes y servicios ambientales y/o ecosistémicos ha tenido un rápido crecimiento en los últimos años, debido a la necesidad de

los tomadores de decisión de contar con un enfoque o unidad común, ya que los problemas ambientales por su naturaleza compleja involucran múltiples dimensiones y por ende distintas unidades de medidas en sus indicadores. En este marco los métodos de valoración económica deben entenderse como una herramienta más de apoyo a las decisiones, que complementado con otras herramientas, enfoques, políticas y programas contribuyen a gestionar el desarrollo sustentable (Van den Bergh, 1999; Arrow e Intriligator, 2005; DEFRA, 2007; UNEP, 2010; GEF-MMA-PNUD, 2010).

La importancia de la valoración económica y el desarrollo de distintos instrumentos y políticas económicas para gestionar los servicios ecosistémicos se refleja en múltiples iniciativas a nivel internacional que se suman a la Evaluación Ecosistémica del Milenio, por ejemplo se encuentran: i) The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB),<sup>17</sup> ii) Center for International Forestry Research<sup>18</sup> vinculada a pagos por servicios ambientales, iii) Ecosystem Service Project de Australia,<sup>19</sup> iv) Ecosystem services and biodiversity in Europe,<sup>20</sup> Consejo Asesor Científico de las Academias Europeas, v) Comisión Europea. Medio Ambiente,<sup>21</sup> vi) UNESCO, Reservas de la Biosfera, su contribución a la provisión de servicios de los ecosistemas,<sup>22</sup> vii) VI Foro Mundial del Agua. Protegiendo el agua y sus servicios ecosistémicos,<sup>23</sup> viii) OEA (Organización de Estados Americanos), Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales,<sup>24</sup> ix) Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina,<sup>25</sup> entre otras. También, existen experiencias relevantes específicas para países y territorios determinados.

En Latinoamérica, Balvanera et al (2012) señalan que

si bien en las dos últimas décadas ha habido un creciente interés por el desarrollo de la ciencia relacionada con los servicios ecosistémicos, menos atención se ha puesto a los servicios ecosistémicos individuales y la disponibilidad de información. Planteándose, como desafíos la necesidad de evaluar sistemáticamente la oferta, la entrega y los valores (sociales y económicos) de los servicios ecosistémicos de la región, especialmente considerando su diversidad ecosistemas, junto con demostrar que el paradigma de los servicios ecosistémicos es efectivo en permitir la conservación y el desarrollo.

En Chile, existen distintas experiencias relevantes en cuanto al uso de los métodos de valoración de bienes y servicios ambientales. Sin embargo, dentro de las áreas de mayor desarrollo destacan los análisis y aplicaciones a políticas públicas, especialmente en temas de normas y contaminación atmosférica (O'Ryan et al, 2005). En el caso de servicio ecosistémicos, se han desarrollado especialmente análisis políticos en relación a su aplicación en Chile en distintas áreas, especialmente en bosques y áreas protegidas (Lara y Echeverría, 2007; Instituto Forestal –INFOR-, 2010).

En el caso de los recursos hídricos, la valoración económica y la utilización de distintos enfoque e instrumentos de política, económicos y de manejo son claves para lograr su gestión sustentable, que es un imperativo global y local, debido a que la provisión de agua y la seguridad en su suministro son claves para el desarrollo, producto de la fuerte interconexión entre agua y servicios ecosistémicos, pudiéndose considerar como la “sangre” de la estructura y funciones del ecosistema, representando en gran parte el sustento de la actividad humana y la economía (Aywalrd et al, 2005; UNEP, 2009).

17 [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org)

18 [www.cifor.org](http://www.cifor.org)

19 [www.ecosystemservicesproject.org/index.htm](http://www.ecosystemservicesproject.org/index.htm)

20 [www.easac.eu](http://www.easac.eu)

21 [ec.europa.eu](http://ec.europa.eu)

22 [www.proyungas.org.ar](http://www.proyungas.org.ar)

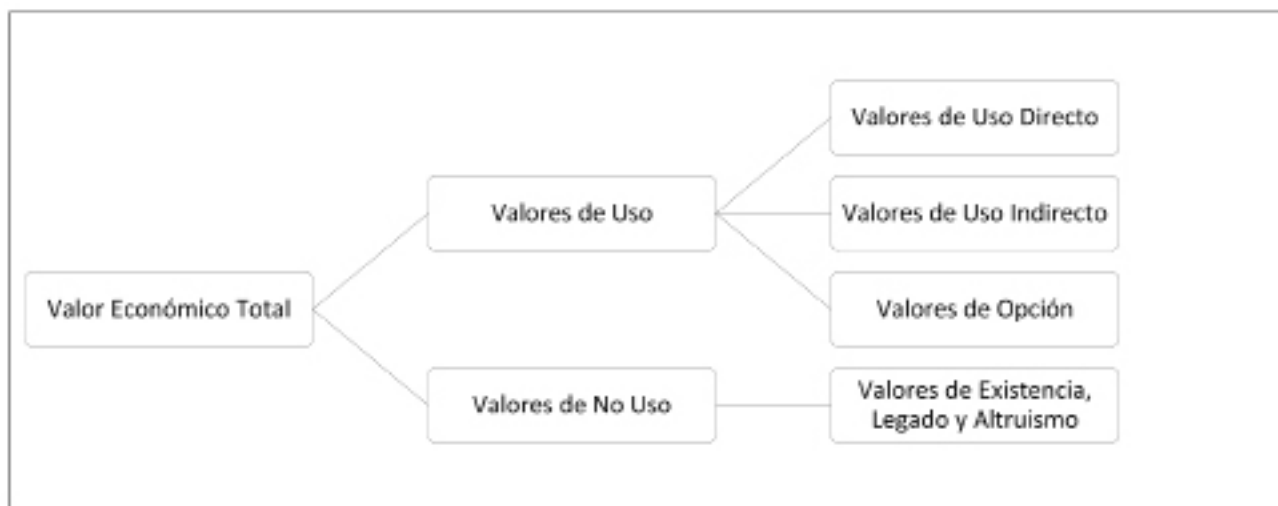
23 [www.unesco.org/uy/phi/fileadmin/phi/infocus/Foro\\_Mundial\\_del\\_Agua\\_2012/10\\_protegiendo\\_el\\_agua\\_y\\_sus\\_servicios\\_ecosistemicos.pdf](http://www.unesco.org/uy/phi/fileadmin/phi/infocus/Foro_Mundial_del_Agua_2012/10_protegiendo_el_agua_y_sus_servicios_ecosistemicos.pdf)

24 [www.oea.org/DSD/PES/course2/documentos/Manual\\_PSA\\_GTZ.pdf](http://www.oea.org/DSD/PES/course2/documentos/Manual_PSA_GTZ.pdf)

25 [www.catie.ac.cr/BancoMedios/Documentos%20PDF/siaase%20baja.pdf](http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/Documentos%20PDF/siaase%20baja.pdf)

Para realizar el análisis de los enfoques y criterios de valoración económica se considera el esquema del Valor Económico Total (VET) utilizado en la Evaluación Ecosistémica del Milenio (2005).<sup>26,27</sup> Este expresa el valor teórico de cada unidad de recurso, bien o servicio ambiental, que la sociedad está dispuesta a aceptar en función del grado de conocimiento y percepción de

su importancia. Reconociendo dos distinciones básicas, entre el valor que los individuos derivan del uso de los recursos ambientales, definidos como los valores de uso (directo, indirecto y opción) y el valor que los individuos derivan de los recursos ambientales aún si ellos mismo no lo utilizan, incluyendo valores de existencia, legado y altruismo (Figura 4).



**Figura 4.** Valor Económico Total de un bien o servicio ambiental (Evaluación Ecosistémica del Milenio, 2005).

El marco del Valor Económico Total contribuye a definir el método de valoración económica a utilizar considerando las características del servicio ecosistémico a valor y su correspondencia con el tipo de valor económico que se desea estimar. En términos generales, los métodos de valoración económica de bienes y servicios ambientales pueden ser clasificados en dos grandes tipos: i) Métodos de preferencia revelada, aquellos basados en comportamientos

directamente observados en mercados, se utilizan especialmente cuando los servicios ecosistémicos son privados o se transan en los mercados, por lo que hay estimaciones de sus precios y/o sus aproximaciones., y ii) Métodos de preferencias declaradas. Su estimación se basa en mercados hipotéticos y en comportamientos indirectamente observados, por lo que se crean mercados hipotéticos (Groot et al 2002, Bockstael y Freeman, 2005; UNEP, 2010) (Tabla 7).

26 <http://www.unep.org/maweb/en/Framework.aspx>

27 Cap. 06. Concepts of Ecosystem Value and Valuation Approaches.

**Tabla 7.** Clasificación de los métodos de valoración económica.

Observaciones	Comportamiento observado	Comportamiento hipotético
Directos	Precios de mercado (Directamente observados)	Preferencias establecidas (Hipotéticamente directos)
	Precios de mercados competitivos Precios sombras	Valoración contingente (elección dicotómica, disposición a pagar, juegos de subasta)
Indirectos	Preferencias reveladas (Indirectamente observadas)	Modelos de elección (Hipotéticamente indirectos)
	Método de productividad Gastos defensivos Costo viaje Precios hedónicos Bienes sustitutos	Referéndum contingente Ranking contingente Comportamiento contingente Clasificación contingente Comparación por parejas

En el caso específico de la valoración económica de los recursos hídricos, CGER (1999)<sup>28</sup> y Birol et al (2006) realizan una completa revisión de los principales métodos aplicados, identificando sus ventajas y desventajas, las que se detallan a continuación:

En primer término, se presentan las metodologías de preferencias reveladas o de comportamientos observados directos e indirectos, cuya ventaja principal radica en el uso de información real de mercado y/o sus aproximaciones, aplicándose principalmente para estimar valores de uso en el marco del valor económico total :

*Precios hedónicos:* Establece una relación entre el precio de un bien heterogéneo y las características diferenciadoras que él contiene, es decir, un bien puede ser descrito como conjunto de características y niveles que este toma, y el precio del bien depende de estas características y sus respectivos niveles. Sus desventajas es que requieren abundante información y es costoso de aplicar, y no predice cambio en valores de uso con anticipación.

*Costo de viaje:* Utilizado principalmente para estimar el valor de un sitio recreacional vinculado a los recursos hídricos. Analiza los costos involucrados en el viaje de los turistas. Las desventajas son que sólo permite estimar valores de uso, requiere estimar el valor del viaje, se presentan dificultades cuando los viajes son multipropósito, no predice cambio en valores de uso con anticipación y requiere definir muy bien la zona de influencia.

*Costos de reemplazo:* Estima los costos de reemplazar los bienes, incluyendo los bienes ambientales. Se asume que los costos son estimados de los flujos de beneficios del comportamiento preventivo. Se asume que daño es medible y que el valor del bien ambiental no es más grande que los costos de reemplazo.

*Gastos preventivos:* Consiste en estimar los gastos previos a la ocurrencia de un daño o pérdida ambiental. Presenta dificultades cuando los gastos preventivos son múltiples y hay beneficios secundarios. Las dificultades radican en que los individuos pueden emprender diversas formas de comportamientos pre-

28 Commission on Geosciences, Environment and Resources (CGER) (1997). Valuing ground water: Economics concepts and approaches. En [www.nap.edu/books/0309056403/html/75.html]



ventivos frente a un cambio en las condiciones ambientales, lo que puede traer otros beneficios que pueden no considerarse.

*Función de producción:* Estima el valor del bien o servicio ambiental como input o insumo de la producción de un determinado bien que se transa en el mercado. La principal desventaja para su aplicación es que se requiere conocer las funciones dosis-respuesta, situación que no es común.

*Ingreso neto de los factores:* Este método estima los cambios en la oferta del productor (medido monetariamente) restando los costos de otros inputs en la producción de los ingresos totales, y adscribe la oferta restante como el valor del input ambiental. Su principal desventaja radica en la necesidad de contar con información primaria de muchos productores.

*Costos del daño:* Los beneficios de la reducción de la contaminación son medidos estimando los posibles ahorros en gastos provocados por el daño ambiental.

*Precios de mercado o análisis de mercado:* Se refiere a analizar el mercado del bien o servicio en cuestión haciendo referencias a las transacciones y sus precios registrados. Las desventajas dicen relación que está limitado a los bienes que poseen mercado y que no permite estimar los valores de no uso.

En segundo término, se encuentran los métodos basados en comportamiento hipotéticos o de preferencias establecidas que se desarrollaron para resolver los problemas de valor recursos ambientales que no son transados en ningún mercado, incluyendo mercados sustitutos. Utilizándose para estimar valores de uso y no uso. Entre estos métodos se encuentran:

*Valoración Contingente:* Consiste en valor los beneficios o pérdidas por derivados de un cambio ambiental por la cantidad monetaria que los individuos estarían dispuestos a aceptar o a pagar (según corresponda), para lo cual se crea un mercado hipotético. Sus ven-

tajas radican en la posibilidad de estimar valores de uso como no uso, y estimar cambios ambientales con o sin precedentes. Las encuestas bien planificadas entregan un perfil de la población. Sus desventajas son los altos costos de implementación debido a los tamaños muestrales requeridos, los escenarios complejos de mercados hipotéticos pueden complicar a los encuestados, existen sesgos en la encuesta que pueden conducir a malas estimaciones de la disposición a pagar o aceptar.

*Experimentos de elección:* Son métodos de generación de información altamente estructurados como experimentos para revelar los factores que influyen las decisiones. En este marco los recursos ambientales se definen en términos de sus atributos y niveles de estos atributos que tomarían con o sin manejo sustentable del recurso. Permite estimar valores de uso y no uso, y no requiere de precedentes. Sus desventajas radican es que es un método menos utilizados, y conceptos muy específicos de los atributos pueden causar confusión en los encuestados.

Otros métodos de valoración económica que se utilizan de forma exploratoria o como primera aproximación son el uso de bienes sustitutos y transferencias de beneficios. Su ventaja radica en que son menos costosos y su desventaja está en la elección de los casos a utilizar (King y Mazzotta, 2000):<sup>29</sup>

*Bienes sustitutos:* Estiman el valor de bienes o servicios sustitutos que se transan en un mercado, su principal dificultad está en el sesgo y selección del bien en cuanto a su representatividad.

*Transferencia de beneficios:* Consiste en tomar los valores o funciones de referencias de otros estudios para aplicarlos en otra situación o contexto. Su ventaja radica es que tiene un menor costo y ahorro de tiempo respecto de estudios primarios. Puede emplearse como análisis preliminar para determinar si se requiere de un estudio primario. Permite estima-

ciones rápidas y gruesas. Sus desventajas son que es proclive a incurrir en sesgos, poca disponibilidad de estudios originales, el reporte de información de estudios originales puede ser inadecuada para permitir la transferencia y la idoneidad de estudios originales puede ser difícil de evaluar.

Respecto de la relación entre valor económico total y los métodos de valoración económica en recursos hídricos, Birol et al (2006) realizan una completa revisión proponiendo la siguiente relación (Tabla 8):

**Tabla 8.** Componentes del Valor Económico Total (VET) de los recursos hídricos y los métodos de valoración económica apropiados.

Componente del VET	Métodos de valoración económica
<u>Valores de uso directo</u>	
Riego para la agricultura	FP, INF, CR, PM
Oferta de agua para uso doméstico e industrial	FP, INF, CR, PM
Recursos energéticos (hidroeléctrica)	PM
Transporte y navegación	PM
Recreación	PH, CV, VC, ED
Pesca/cosecha de vida silvestre	PM
<u>Valores de uso indirecto</u>	
Retención de nutrientes	CR, CD
Abatimiento de la contaminación	CR, CD
Protección y control de inundaciones	CR, PM
Protección de tormentas	CR, FP
Apoyo externo a ecosistemas	CR, FP
Estabilización microclimática	FP
Reducción calentamiento global	RC
Control de la erosión	FP, RC
<u>Valores de opción</u>	
Usos futuros potenciales usos directos e indirectos	VC, ED
Valor futuro de la información de la biodiversidad	VC, ED
<u>Valores de no uso</u>	
Biodiversidad	VC, ED
Herencia cultural	VC, ED
Valores de legado, existencia y altruistas	VC, Ed

Acronimos: función de producción (FP); ingreso neto de los factores (INF); costo de reemplazo (CR); precios de mercado (PM); costo del daño (CD); método costo viaje (CV); método de los precios hedónicos (PH); método de valoración contingente (VC); método de experimentos de decisión (ED). Fuente: Birol et al (2006).

Acrónimos: función de producción (FP); ingreso neto de los factores (INF); costo de reemplazo (CR); precios de mercado (PM); costo del daño (CD); método costo viaje (CV); método de los precios hedónicos (PH); método de valoración contingente (VC); método de experimentos de decisión (ED). Fuente: Birol et al (2006).

#### **4.1 Valoración económica del servicio ecosistémico de provisión de agua en San Pedro de Atacama: Metodología**

Se revisan los antecedentes considerado para definir los métodos de valoración económica para el caso del servicio ecosistémico de provisión de agua en San Pedro de Atacama, luego se presenta los principales aspectos metodológicos de cada método seleccionado como son el análisis del precios de mercado/transferencia de beneficios y valoración contingente.

##### **4.1.1 Criterios de selección de los métodos de valoración**

En primer término, para definir los métodos para la valoración económica del servicio ecosistémico de provisión se considera la definición propuesta por Aywalrd et al (2005) que identifica los servicios ecosistémicos de provisión de agua: i) Agua para usos consuntivos (para bebida, uso doméstico, agricultura, minero y usos industriales), ii) Agua para usos no consuntivos (hidroelectricidad) y iii) Agua para sostener organismos biodiversidad y ecosistemas. Enfoque que coincide con los valores de uso directo (usos consuntivos y no consuntivos) y valores de uso indirecto (funciones ecosistémicas) definidos como parte del enfoque de valor económico total para los recursos hídricos (Marcouiller y Coggins, 1999). Clasificación que permite identificar los métodos de valoración económica señalados en la Tabla 8 (Birol et al, 2006).

En segundo término, se considera relevante utilizar métodos que sean aceptados y entendibles por los habitantes y los agentes vinculados con la gestión del

agua en San Pedro de Atacama. Además, se toma en cuenta la poca disponibilidad de fuentes secundarias de información, así como las dificultades encontradas en terreno para acceder a información de empresas, que permitiese utilizar métodos como de la función de producción. También, se evaluaron sugerencias de destacados economistas nacionales e internacionales.

En tercer término, se considera la existencia de los registros oficiales de las transacciones de compra-venta de derechos de aprovechamiento de aguas de la Dirección General de Aguas (2014) y en la Superintendencia de Servicios Sanitarios (2014), lo que permite realizar un análisis de los precios de mercado para los usos consuntivos de provisión de agua. Sin embargo, considerando que en la Comuna de San Pedro de Atacama se registran pocas transacciones se toma como referencia toda la Región de Antofagasta, dado sus condiciones ambientales y económicas similares. Motivo, por el cual el método seleccionado es “análisis de precios de mercado/transferencia de beneficios”, es decir, los precios del mercado de los derechos de aprovechamiento de aguas de la Región son transferidos a la comuna de San Pedro de Atacama. Por otra parte considerando que la provisión de agua para mantener los ecosistemas y su biodiversidad no se transan en el mercado de derechos de aprovechamiento, se aplica complementariamente un ejercicio de “valoración contingente” para este fin.

##### **4.1.2 Análisis de precio de mercado/transferencia de beneficios**

En San Pedro de Atacama, dada sus condiciones de aridez y el creciente desarrollo económico, en especial de las industrias de turismo y minería ha llevado a una creciente presión por la provisión de agua, que puede afectar incluso a los ecosistemas locales y su biodiversidad. A lo anterior, se suma la particular forma de gestionar los recursos hídricos en Chile, que se basa en el denominado mercado del agua, creado a partir del Código de Aguas de 1981, donde se transan derechos de aprovechamiento de aguas como bienes

privados, reasignando la provisión de agua entre distintos usos sin jerarquizarlos políticamente, sino más bien donde renten más (Donoso et al, 2010).

El código de aguas define derechos de aprovechamientos “consuntivos” y “no consuntivos”. Los primeros se refieren a actividades que consumen el agua como son los usos industriales, mineros, agricultura y agua potable. Los usos “no consuntivos” se refiere a usos que no consumen el recurso como es la generación hidroeléctrica. Estos derechos de aprovechamiento de aguas se asignan a privados y pueden ser transados en el mercado, ya sea por medio de compra-venta, arriendo o venta de volúmenes de agua definidos. Incluso hoy existe un mercado electrónico de compra y venta de derechos de aprovechamiento de aguas.<sup>30</sup> En términos generales, se puede mencionar que si bien en un inicio este modelo no ha estado exento de críticas, ha seguido su aplicación. Las principales desventajas mencionadas son la falta de consideraciones ambientales, el uso especulativo de los derechos, la asimetría de información, altos costos de transacción y geografía e infraestructura heterogénea en las distintas cuencas que impide la transferencia física de derechos. En parte estas desventajas se han subsanado con las modificaciones del año 2005, considerándose como un mecanismo de mercado que funciona (Brehm y Quiroz, 1995; Hadjigeorgalis, 1999; Donoso et al, 2004; ODEPA, 2010; Donoso et al, 2010; Banco Mundial, 2011). Complementariamente, Vicuña y Meza (2012,

p. 14) indican que si bien ha habido mejoras en la gestión de recursos hídricos en Chile, aún hay desafíos pendientes especialmente en el contexto del cambio climático, los cuales dicen relación con “la posibilidad real de que las condiciones oferta y demanda de agua cambien en el tiempo requiere de sistemas de gestión de recursos hídricos que sean flexibles, dinámicos y que permitan incorporar perspectivas de largo plazo y de integridad a nivel de cuenca”.

Respecto de las experiencias relevantes de valoración económica del agua, destaca el estudio denominado “Estimación del Precio de Mercado y Precio Social de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas” (Subsecretaría de Agricultura, 2011), que para determinar el precio de mercado de los derechos de agua utiliza el valor de las transacciones provenientes de la Superintendencia de Servicios Sanitarios. En el caso del precio social, el estudio se remite al uso agrícola, identificando diversas externalidades (caudal utilizado en agricultura que retorna a los acuíferos, efecto estético y recreacional y de biodiversidad), permitiendo realizar una estimación de precios hedónicos donde el valor social corresponde a la suma de la valoración privada y la valoración apropiada de las externalidades, en cuyos que no es posible se describen cualitativamente. Los resultados generales indican que el río Loa tiene los mayores precios de mercados y valor social del agua, siendo sus diferencias menores (86%) que en el resto del país (Tabla 9).

**Tabla 9.** Precio de mercado y valor social de los derechos de aprovechamiento de agua en Chile. Período 2009.

Mercado	Precio de mercado (US\$/l/s) <sup>1</sup>	Valor social (US\$/l/s)	Var %
Río Loa	92.765	172.234	86%
Acuífero Copiapó	8.965	17.321	93%
Río Elqui	5.306	12.076	128%
Río Aconcagua	2.867	9.148	219%

<sup>1</sup> US\$ 1 = 473 (marzo 2013).

Otro ejemplo es el proyecto “Modelo para la Gestión Hídrica Sustentable del Valle de Huasco; Mediante la Evaluación de Caudales Ambientales y la Valorización Económica – Social de los Servicios Hidrológicos”, financiado por el Gobierno Regional de Atacama y ejecutado por el Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina (CAZALAC).<sup>31</sup> En este se estima el valor de uso del agua por medio del registro de compras y ventas en el Conservador de Bienes y la estimación de los usos indirectos y valores de no uso se realiza por medio de valoración contingente. Un caso más específico de valoración de los servicios ambientales, es el estudio de Geldes (2003) que estima los valores de usos indirectos por medio de valoración contingente, donde el mercado hipotético está relacionado con la compra de derechos de aprovechamiento para implementar un caudal mínimo ecológico en la cuenca del río Limarí, Región de Coquimbo.

De acuerdo a los registros oficiales de la Dirección General de Aguas (2014),<sup>32</sup> se establece que en el período 2005-2013 se ha registrado 755 transacciones de derechos de aprovechamiento de aguas en la Región de Antofagasta, de las cuales 496 (65,7%) corresponde a compra y venta que corresponden al interés de esta análisis. También, se consideraron las adjudicaciones que son 50 (6,6%), pero que finalmente quedaron fuera por estar incompletos sus registros (Tabla 10).

Si bien el método seleccionado es análisis de precios, se incorpora “transferencia de beneficios” en el contexto que en San Pedro de Atacama se registran escasas transacciones indicando un mercado poco competitivo, por lo que los precios estimados de la Región se transfieren a San Pedro de Atacama. Debido a esto, en primera instancia se caracterizan los derechos de aprovechamiento de aguas concedidos en la Región de Antofagasta.

Si bien la base de datos es oficial requiere de un aná-

**Tabla 10.** Tipo de transacciones registradas entre 2003-2013, Región de Antofagasta.

Tipo de transacción	Número	%
Adjudicación	50	6,6%
Aporte	9	1,2%
Cesión	5	0,7%
Compra-venta	496	65,7%
Constitución de derecho	55	7,3%
Derecho	10	1,3%
Dominio	2	0,3%
Herencia	9	1,2%
Inscripción	2	0,3%
Rectificación	9	1,2%
Regularización	6	0,8%
Reinscripción	9	1,2%
Sucesión	81	10,7%
Traslado	12	1,6%
<b>Total</b>	<b>755</b>	<b>100,0%</b>

31 [www.cazalac.org](http://www.cazalac.org)

32 Dirección General de Aguas. Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA. En: [[http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos\\_historicos/Paginas/default.aspx](http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx)]

lisis detallado de los registros, ya que se consideran distintas unidades monetarias y de caudales, así como información faltante y otras registradas en observaciones. De acuerdo a lo anterior se realizaron los siguientes pasos previos para su análisis:

- Se seleccionan sólo las transacciones de compra-venta (496) y adjudicación (50), con un total de 546.
- Se unifican las unidades de caudales totales promedio anuales a L/s (litros por segundo) y L (litros), existen indicaciones en L/día, m<sup>3</sup>/año, m<sup>3</sup>, m<sup>3</sup>/s, L y acciones.
- Se revisan aquellos registros que no incorporan caudales directamente y que aparecen observaciones, se realizan las estimaciones. Se eliminan aquellos que no incorporan los valores de las transacciones y los caudales o volúmenes de agua transados.
- Se actualizan los valores monetarios de las transacciones, desde las distintas fechas de las transacciones a valores del 1 de enero del 2015, utilizando pesos (\$), unidades de fomento (UF) y dólares (1 US\$ = \$605.46).
- Se analiza presencia de valores atípicos y distribución estadística de las series de precios de las transacciones.

La revisión de los registros permite identificar tres bases de datos para el análisis: i) Transacciones de compra-venta de volúmenes definidos de agua en litros (L) con 71 registros, ii) Transacciones de compra-venta de caudales de agua de derechos consuntivos (L/s) con 93 registros y iii) Transacciones de compra-venta de caudales de agua de derechos consuntivos (L/s) permanentes y continuos con 69 registros. Esta última, base es similar a la anterior, sólo se eliminan aquellos registros que no indican si el derecho es permanente o eventual.

Luego, los análisis de los precios para cada serie de

precios incluyen los siguientes pasos, que incluyen valores en pesos (\$) y dólares americanos (US\$): i) Evolución de las medias y medianas de los precios de transacciones para el período 2005-2013, ii) Estimación de estadísticos descriptivos de posición central (media, media recortada (5%), mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar, varianza, simetría y curtosis), iii) Estimadores-M, que son estadísticos robustos, en el sentido de que permiten obtener estimaciones insensibles ante posible violaciones de alguno de los supuestos relativos a la distribución de los datos. Permiten estimar la media y mediana de la muestra, difiriendo a los pesos que aplican a los casos. Estos son: estimador-M de Huber, el estimador en onda de Andrew, el estimador-M de Hampel y el estimador bponderado de Tukey, y iv) Estimación de la media y mediana de los derechos de aprovechamiento de aguas según usos definidos. Estos últimos usos, son los que aparecen en la base de datos.

#### 4.1.3 Valoración contingente

El método de valoración contingente es un método de preferencias declaradas, que se utiliza para bienes o servicios ambientales que no se transan en el mercado. Es especialmente relevante en el caso de valores de no uso. Específicamente, la estimación del valor económico se logra por medio de una encuesta, donde las personas manifiestan su disposición a pagar (DAP) o disposición a aceptar (DAA) frente a un cambio en las condiciones ambientales, para lo cual se presenta un mercado hipotético. Si bien, el método ha tenido varias críticas, por ejemplo el hecho que las personas no se familiarizan con los bienes o servicios ambientales y la presencia de sesgos. Su uso se ha hecho extenso, con mejoras en sus procedimientos y estimaciones estadísticas. De hecho, la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) en 1993 realiza una serie de sugerencias para su implementación validando el método, incluso para ser usado en litigios judiciales. En la práctica, el método entrega en forma directa la valoración del recurso y está sustentando en la teoría económica (Riera, 1994;

Groot et al 2002, Bockstael y Freeman, 2005; Vásquez et al, 2007; UNEP, 2010).

Las principales observaciones del panel NOAA son las siguientes: i) Una buena descripción del bien o servicio a ser evaluado, ii) Realizar encuestas personales, iii) Usar una pregunta de naturaleza dicotómica (sí/no), iv) Aplicar la encuesta a grupos focales para asegurar la calidad del instrumento de recolección de información primaria, v) Indagar sobre la DAP y no sobre DAA, ya que la primera provee de valores más conservadores, vi) El vehículo de pago debe reflejar una situación realista, con el fin de presentar al encuestado una situación efectiva y no hipotética, vii) Indagar por causas de respuestas negativas de DAP, viii) Aplicar la encuesta a todas las personas, no sólo aquellos familiarizadas con el bien o servicio.

Siguiendo lo propuesto por Riera (1994), Kristöni, (1999), Whittington (2002), Carson y Hanemann (2005), Vásquez et al (2007) se diseña el ejercicio de valoración contingente como método complementario al análisis de precios de derechos de aprovechamiento.

Una vez analizado otros estudios, se diseña una primera encuesta (cuestionario) para validar las preguntas y la comprensión del mercado hipotético. El cuestionario diseñado tiene cuatro secciones: i) pregunta de introducción de actitud de los encuestados para introducirlos al tema de valoración, ii) descripción del bien o servicio a valorar (mercado hipotético), iii) pregunta sobre DAP como mecanismo de valoración, y iv) características socioeconómicas de los entrevistados, incluyendo si es residente o turista.

Se diseña una primera encuesta piloto que se presenta a expertos y posteriormente se realiza una primera aplicación en San Pedro de Atacama (20 encuestas), para lo cual se capacitó al equipo de ProEcoServ en San Pedro de Atacama. Inicialmente, se presenta un mercado hipotético que dice relación con la compra de derechos de aprovechamiento de aguas para destinarlos a usos ambientales, como proteger la biodi-

versidad local y la DAP se realiza en formato abierto. Los resultados indicaron que para la mayor parte de los encuestados, especialmente turistas resulta de difícil comprensión el tema de comprar derechos de aprovechamiento de agua. Dado lo anterior, se realiza un procedimiento similar diseñando una nueva encuesta enviada a expertos, y luego se aplica (40) con el mercado hipotético siguiente, que es similar al propuesto por Gelcich et al (2013) para evaluar mejoras en un destino turístico:

“Si bien la comuna de San Pedro de Atacama se encuentra en una zona árida, en los últimos años ha habido un importante crecimiento de la demanda de agua por las crecientes industrias minera, turística y agrícola. Este consumo de agua de ríos y aguas subterráneas se ha hecho sin considerar su efecto en el ambiente, específicamente en los ecosistemas y en su biodiversidad. Frente a esta situación el gobierno local, así como distintas instituciones nacionales vinculadas con la gestión del agua esperan implementar un fondo público para la gestión sustentable del agua en la Comuna de San Pedro, con el objetivo de destinarlo a una serie de medidas que permitan manejar de forma sustentable el agua y de esta forma preservar y conversar los ecosistemas y su biodiversidad. Específicamente, con los dineros del fondo que se cobrará por la Municipalidad por una vez a los residentes y turistas, se realizarán estudios y mediciones de la provisión del agua y de sus efectos en el ecosistema y biodiversidad, así como identificar las fuentes de abastecimientos de agua, desarrollo de un plan para la gestión sustentable, implementar medidas y técnicas para un menor consumo de agua por parte de distintas industrias, con el fin de asegurar la disponibilidad de agua para los ecosistemas y su biodiversidad”.

También, se incluye la pregunta de DAP en formato abierto que permitió estimar un promedio de US\$9 por el bono, con una desviación estándar de 1,45. Esto permite identificar tres valores iniciales de punto de partida la pregunta dicotómica de DAP, dos son lo mínimo recomendado, de acuerdo a Riera (1994): US\$6, US\$9 y US\$12. Se analizaron 33 encuestas, eli-

minando 7 por considerarlas incompletas o con valores extremos de DAP cómo US\$120.

La encuesta se aplicó desde enero del 2014 a diciembre de 2014. El tamaño de la muestra considera que en el año 2013 un total 125.000 turistas visitaron San Pedro de Atacama, sumado a los más de 6.000 habitantes. Inicialmente, se estima un tamaño de muestra de 380 encuestados (nivel de confianza del 95% y error de 5%). La aplicación ha tenido una serie de inconvenientes, ya que en la práctica se han aplicado cerca 348 encuestas y sólo 183 han sido seleccionadas para el análisis, ya que se presentó problemas con las respuestas de caracterización de los encuestados, especialmente en lo referente a ingresos y nivel educacional.

Para estimar la DAP se eligió el formato de pregunta binario o dicotómico, es decir se les presenta a los encuestados un precio hipotético y estos deciden si tomarlo o dejarlo. En este caso, se utilizan los valores aleatoriamente distribuidos de US\$6, US\$9 y US\$12, como puntos de partida. Este formato es similar a las transacciones de mercados reales, donde las personas se enfrentan a ese tipo de decisiones. Las garantías de este formato es su simpleza para aplicar y disminuye la posibilidad del sesgo estratégico (que las personas respondan para quedar bien) o del sesgo del punto de partida (Lavín et al, 2000). Sin embargo, se debe considerar que este formato sólo puede ser utilizado en muestreos aleatorios o estratificado, y con tamaños de muestra grande para garantizar los resultados obtenidos por modelos logit o probit. Complementariamente, con fines prácticos para controlar y validar las respuestas de DAP, se incluyeron dos preguntas abiertas en función si la respuesta a la DAP era positiva o negativa: ¿Cuánto es lo máximo que estaría a pagar? y ¿Cuánto es lo mínimo que estaría dispuesto a pagar?, lo que es similar a lo propuesto por Riera (1994) para un estudio de caso. Adicionalmente, se incluyeron preguntas para indagar los casos de res-

puestas negativas frente a la DAP.

Para estimar la DAP promedio y la DAP mediana se sugiere un modelo logit para el formato dicotómico simple:  $DAP_i = X' \beta + \varepsilon_i$ , donde "DAP<sub>i</sub>" es la DAP dicotómica simple (sí/no frente al precio definido) para el encuestado "i". "X" es un vector de características del encuestado "i" como variables explicativas (ingresos, género, educación, residente o turista, precio de referéndum, otras) y "ε<sub>i</sub>" es el error de estimación. Luego, con el modelo se estima la DAP media y DAP Mediana por persona "i", ocupando un modelo lineal y otro logarítmico. En el primer caso, la media y mediana corresponde a " $\alpha / \beta$ ", en el segundo la media es:  $y [1 - e^{-\alpha/\beta} E(e^{\alpha/\beta})]$  y la mediana:  $y [1 - e^{-\alpha/\beta}]$ . También, se estima la media y mediana con los valores obtenidos de control y validación de las preguntas cuanto es lo máximo y mínimo que está dispuesto a pagar.

## 5.- Resultados

Se caracteriza la concesión de derechos de aprovechamiento de aguas en la Región de Antofagasta para dar un marco al análisis de sus transacciones y estimar su precio. Luego, se analiza el ejercicio contingente, analizando las características de los encuestados, para terminar con la estimación preliminar de la disposición a pagar.

### 5.1.- Caracterización de la concesión de derechos de aprovechamiento de agua en la Región de Antofagasta

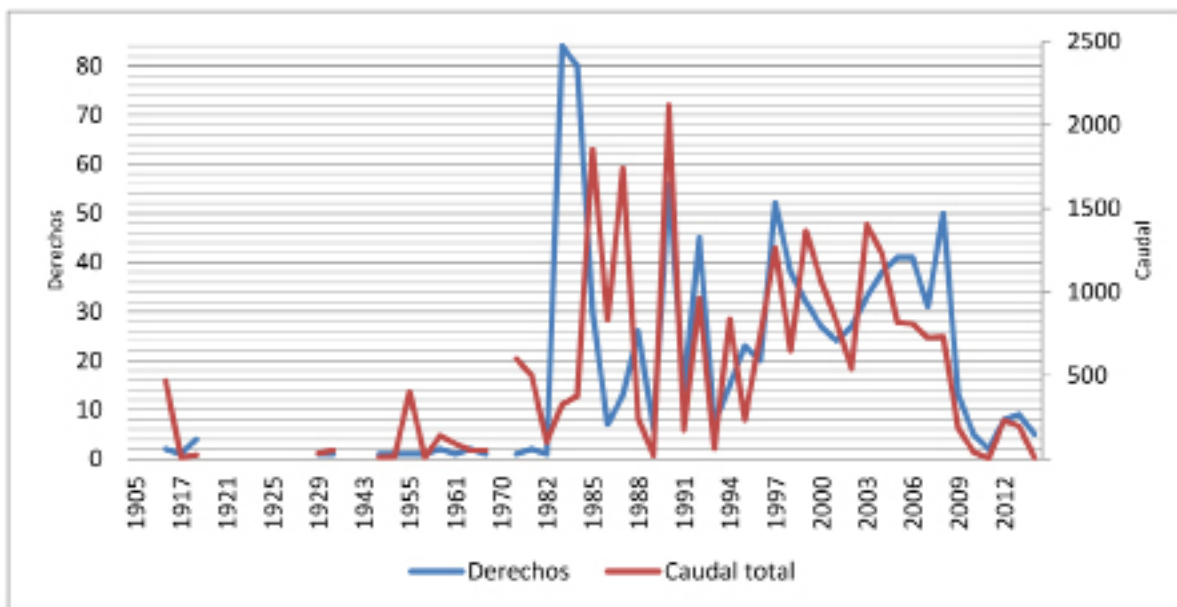
De acuerdo a los registros oficiales de derechos de aprovechamiento de aguas en la Región de Antofagasta (Dirección General de Aguas, 2014)<sup>33</sup>, se establece que en el período 1905-2014 se han entregado un total de 928 derechos de agua consuntivos y 37 derechos de agua no consuntivos.

En relación a los derechos de aprovechamiento de aguas consuntivos, si bien el primer derecho concedi-



do se registra en 1905, sólo con posterioridad a la implementación del Código de Aguas de 1981 se conceden 903 derechos que representan un 97,3% del total de derechos consuntivos concedidos y un 89,7% de

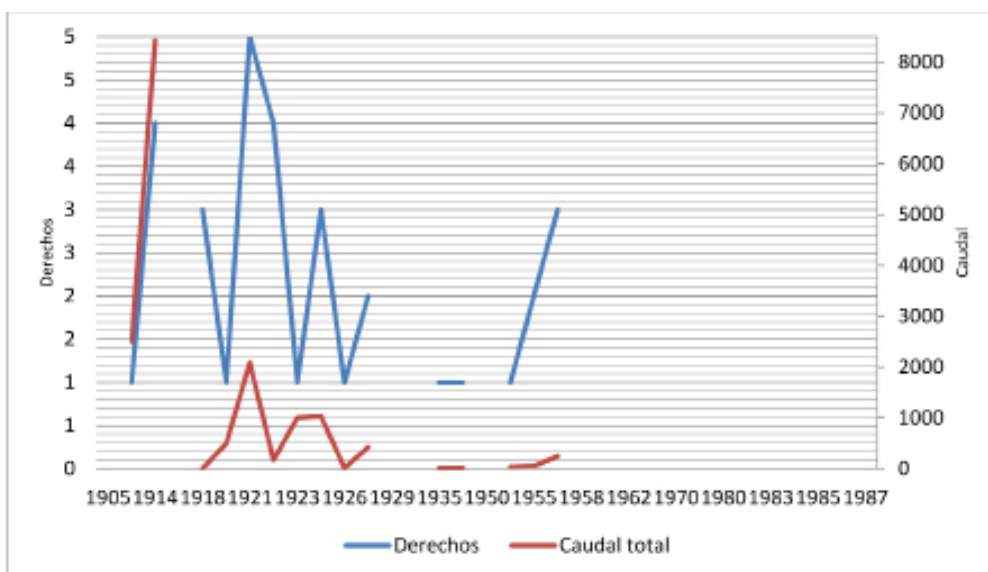
los caudales totales anuales concedidos con 22.690 L/s (Figura 5).



**Figura 5.** Evolución de los derechos de aprovechamiento consuntivos concedidos.

La primera concesión de derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos se registra en el año 1911 y la última en 1987. Sin embargo, con posterioridad a la promulgación del Código de Aguas sólo se registran

dos concesiones en los años 1985 y 1987, representando sólo un 5% de los derechos no consuntivos y un 0,2% del caudal total concedido de 16.739 L/s (Figura 6).



**Figura 6.** Evolución de los derechos de aprovechamiento no consuntivos concedidos.

En la Tabla 11, se observa con más detalle la evolución del número de derechos de aprovechamiento de aguas concedidos, haciendo referencia a tres períodos de tiempo: i) Período 1905-2014, referido a todos los derechos concedidos, ii) Período 1981-2014, referido al funcionamiento del Código de Aguas de 1981 hasta la fecha, y iii) Período 2005-2014, que corresponde a la etapa desde que se implementan las

modificaciones al Código de Aguas en el año 2005. En el caso de los derechos consuntivos se observa su aumento en número y caudales con posterioridad a 1981. Situación que es distinta en el caso de los derechos no consuntivos, ya que el número de derechos y caudales disminuye notoriamente con posterioridad a 1981, registrándose la última concesión en 1987.

**Tabla 11.** Derechos y caudales concedidos en la Región de Coquimbo.

Serie	N	Caudal total(L/s)	N/año	Caudal/año (L/s)
<b>Derechos consuntivos</b>				
1905-2014	928	25.305	15,5	422
1981-2014	903	22.690	27,4	688
2005-2014	205	3.744	20,5	374
<b>Derechos no consuntivos</b>				
1905-2014	37	16.739	0,6	279
1981-2014	2	35	0,1	1
2005-2014	0	0	0,0	0

Respecto a la distribución por provincias y comunas de la Región de Antofagasta, se presenta en la Tabla 12, que la distribución de derechos consuntivos y derechos no consuntivos es la siguiente: i) Provincia del Loa: 52,8% y 24,3%, ii) Provincia de Antofagas-

ta: 45,4% y 51,4%, y iii) Provincia de Tocopilla: 1,8% y 24,3%, respectivamente. En el caso específico de la Comuna de San Pedro de Atacama, presenta un 16,2% de los derechos consuntivos y un 8,1% de los derechos no consuntivos.

**Tabla 12.** Distribución geográfica de los derechos de aprovechamiento de aguas.

Provincia	Comuna	Derechos consuntivos		Derechos no consuntivos	
		N	Caudal	N	Caudal
Antofagasta	Antofagasta	264	1.000	2	3
	Mejillones	3	12	-	-
	Sierra Gorda	93	3	-	-
	Taltal	59	0	5	30
	Sin definir	2	940	12	18
	<i>Subtotal</i>	<i>421</i>	<i>1.955</i>	<i>19</i>	<i>51</i>
Loa	Calama	291	713	4	51
	Ollague	47	3	1	45
	San Pedro de Atacama	150	120	3	23
	Sin definir	2	60	1	20
	<i>Subtotal</i>	<i>490</i>	<i>896</i>	<i>9</i>	<i>140</i>
Tocopilla	María Elena	16	425	6	152
	Tocopilla	1	38	-	-
	Sin definir	-	-	3	70
	<i>Subtotal</i>	<i>17</i>	<i>462</i>	<i>9</i>	<i>222</i>
<b>Total</b>		<b>928</b>	<b>3.313</b>	<b>37</b>	<b>413</b>

La distribución de los derechos de aprovechamiento de aguas según usos y sus respectivos caudales, se indica en la Tabla 13, destacando en relación a los derechos consuntivos que los derechos “sin definir” tienen un 35% de los derechos concedidos y un 21% del caudal total promedio anual entregado. Luego, le

sigue el “uso minero” con un 33% de los derechos y un 39% del caudal. En el ámbito de los derechos no consuntivos, el “uso industrial” registra un 70% de los derechos concedidos y 96% del caudal total entregado. Luego, le siguen el “uso minero” con 22% de los derechos y 3% del caudal total.

**Tabla 13.** Distribución según uso de los derechos de aprovechamiento concedidos.

Usos del agua	Total	Derechos	Caudal	Derechos	Caudal
	derechos	consuntivos	total L/s	No consuntivos	total L/s
Bebida/Usos Doméstico/Saneamiento	18	18	1700		
Uso Minero	317	309	9845	8	552
Uso Industrial	62	36	563	26	16145
Riego	92	92	3533		
Piscicultura	1			1	10
Otros Usos	146	145	4466	1	33
Sin definir	328	328	5198	1	1
<b>Total</b>	<b>964</b>	<b>928</b>	<b>25304</b>	<b>37</b>	<b>16740</b>

## 5.2.- Análisis de los precios de mercado de derechos de aprovechamiento de aguas

De acuerdo a lo indicado en el método, del registro oficial se identifican tres bases de datos para ser analizadas: i) Compra-venta de volúmenes definidos de agua (L), ii) Compra-venta de derechos consuntivos con caudales en L/s, y iii) Compra-venta de derechos consuntivos permanentes y continuos. También, se hace referencia a las adjudicaciones de volúmenes definidos de agua y a compra-venta de derechos consuntivos permanentes y discontinuos.

### 5.2.1 Transacciones de compra-venta de volúmenes definidos de agua en litros (L)

Se registran 71 transacciones completas de volúmenes de agua definidos, es decir, en los que no se transa un flujo de agua medido en caudal (L/s), sino que volúmenes por una vez. En la Tabla 14, puede verse que para el período 2005-2013, el año 2007 registra la mayor cantidad de transacciones (30), junto con el mayor promedio. De hecho, se aprecian dos registros con \$13.175/L. En el resto de los años, los rangos de los valores transados no son tan amplios como en 2007. Estas diferencias de valores se pueden deber a necesidades puntuales de empresas y organizaciones o a registros mal procesados.

**Tabla 14.** Evolución de la compra-venta de volúmenes determinados de agua (L).

Año	N	Valor en \$/L		Valor en US\$/L	
		Media	Rango	Media	Rango
2005	3	10,82	24,39	0,018	0,040
2006	1	1,02	-	0,002	-
2007	30	938,12	13.175,29	1,549	21,761
2008	17	8,84	45,86	0,015	0,076
2009	3	2,11	2,21	0,003	0,004
2010	3	0,85	1,99	0,001	0,003
2011	4	2,13	0,31	0,004	0,001
2012	3	2,31	5,10	0,004	0,008
2013	7	13,72	61,87	0,023	0,102

Respecto de los valores medios de las transacciones se observa en la Tabla 15 que es de \$401,67/L o US\$0,66/L. Sin embargo, dado la presencia de registros altos de \$13.175,29, es de interés observar la media recortada al 5% con valores de \$5/L o US\$0,01/L.

También, se observa que la distribución es sesgada y presenta curtosis. También, se aplicaron pruebas que muestran que los datos no siguen una distribución normal.

**Tabla 15.** Valores medios y de dispersión para valor del agua en volúmenes definidos (L).

Estadístico	Valor en \$/L	Valor en US\$/L
Media	400,67	0,662
Media recortada (5%)	5,00	0,008
Mediana	1,58	0,003
Moda	1,73	0,003
Desviación estándar	2.200,10	3,634
Varianza	4.840.420	13
Simetría	5,75	5,753
Curtosis	32,25	32,254

Dado que no se registra una distribución normal, con diferencias importantes en la media y la mediana, se analizan los estimadores-M indicando que en térmi-

nos generales los valores se acercan a la mediana de \$1,58/L y US\$0,003/L (Tabla 16).

**Tabla 16.** Estimadores-M para volúmenes definidos de agua (L).

Estimador-M	Estimador M de Huber	Estimador bponderado de Tukey	Estimador M de Hampel	Estimador en onda de Andrew
\$/L/s	1,538	1,260	1,302	1,257
US\$/L/s	0,003	0,002	0,002	0,002

En cuanto a los valores medios según uso del agua, se observa en la Tabla 17 que “sin definir” presenta los mayores con \$718,5/L. Después, se encuentra “Comunidad indígena” con \$98,08/L, “minería” con

\$13,2/L y “riego” con \$0,69/L. Sin dudas, estos valores se deben considerar sólo como referenciales, ya que los registros son imprecisos.

**Tabla 17.** Valores del agua en compra-venta en volúmenes determinados según uso.

Uso	N	Media	
		\$/L	US\$/L
Sin definir	37	718,5	1,19
Comunidad indígena	18	98,08	0,16
Minería	7	13,2	0,02
Riego	9	0,69	0,001

También, en el caso de volúmenes determinados de agua, se registran 10 adjudicaciones (7 en 2009 y 3 en 2010), con un valor promedio de \$ 0.080/L y US\$ 0.0001/L.

### 5.2.2 Transacciones de compra-venta de caudales de agua de derechos consuntivos (L/s)

Se registran 93 transacciones de compra venta de derechos consuntivos expresados en unidades de caudal (L/s), incluyéndose registros que indican si el derecho es permanente y continuo, permanente y discontinuo y sin definir esta característica. En la Ta-

bla 18, se observa la evolución de los valores medios para el período 2005-2013, destacando el año 2008 con \$339.546.604/L/s equivalente a US\$8.679.452/L/s. Sin dudas son valores muy altos que se escapan de las compra-ventas tradicionales. El análisis detalle de estos registros indican que son compras de agua para empresas sanitarias y proyectos mineros. A su vez, se registran valores extremadamente bajos, por ejemplo existen registros de compras de una empresa minera por caudales 150 y 200 L/s con valores \$460 y \$345/L/s. También, debe considerarse en este tipo de caso, que los registros estén erróneos.

**Tabla 18.** Evaluación del valor medio de la compra-venta de derechos consuntivos.

Año	N	Valores en \$ / L/s		Valores en US\$ / L/s	
		Media	Rango	Media	Rango
2005	1	43.739.137	-	72.241	-
2006	9	11.044.018	28.477.398	18.241	47.034
2007	21	18.029.091	35.853.107	29.778	59.216
2008	24	339.545.604	5.255.060.944	560.806	8.679.452
2009	11	320.997.595	2.103.677.347	530.171	3.474.511
2010	7	12.025.420	43.889.747	19.862	72.490
2011	14	25.296.316	147.242.023	41.780	243.190
2012	4	5.791.473	7.997.441	9.565	13.209
2013	2	402.357	675.262	665	1.115

Si bien, la media de la serie de datos es de \$136.173.238 o US\$224.908, se debe considerar la media recortada y mediana como valores referenciales del valor del L/s

en la Región de Antofagasta dada la presencia de valores atípicos (Tabla 19).

**Tabla 19.** Valores medios y de dispersión para caudal de derechos consuntivos.

Estadísticos	\$/L/s	US\$/L/s
Media	136.173.238,70	224.908,73
Media recortada (5%)	30.465.271,36	50.317,56
Mediana	13.301.879,66	21.969,87
Moda	4.221.559,09	6.972,48
Desviación estándar	607.517.175,20	1.003.397,71
Varianza	369.077.118.162.374.000	1.006.806.956.820
Simetría	7,14	7,14
Curtosis	56,90	56,90
Rango	5.255.512.701,85	8.680.198,03

En consideración de la dispersión de los datos, el análisis de los estimadores-M, indica que el valor medio

del caudal (L/s) es cercano a la mediana estimada (Tabla 20).

**Tabla 20.** Estimadores-M para derechos consuntivos (L/s).

Estimadores-M	Estimador M de Huber	Estimador bponderado de Tukey	Estimador M de Hampel	Estimador en onda de Andrew
Valor en \$ / L/s	16.323.292	14.112.020	15.204.792	14.100.468
Valor en US\$ / L/s	26.960	23.308	25.113	23.289

Respecto de los usos, se destaca el valor de \$316.182.178 del agua para bebida y uso doméstico y el agua para la minería \$268.726.351. Valores coherentes con los valores atípicos detectados. Sin embargo, si se considera la mediana como valor repre-

sentativa, se observa que el agua para la bebida y uso doméstico sigue siendo las más alto, sin embargo en segundo lugar están las compras para las “comunidades indígenas”.

**Tabla 21.** Valores de derechos consuntivos según uso del agua.

Uso	N	\$/L/s		US\$/L/s	
		Mean	Median	Mean	Median
Sin definir	45	12.894.850	7.887.824	21.298	13.028
Bebida	8	316.182.178	133.536.534	522.218	220.554
Comunidad indígena	2	36.219.594	36.219.594	59.822	59.822
Minería	35	268.726.351	31.465.690	443.838	51.970
Servicios	3	25.508.015	32.789.546	42.130	54.156

### 5.2.3 Transacciones de compra-venta de caudales de agua de derechos consuntivos (L/s) permanentes y continuos

Se registran 69 transacciones de compra-venta de derechos consuntivos con caudales (L/s) definidos como permanentes y continuos. La evolución de los valores

medio indica que en el año 2008 se registran valores altos, debido a transacciones de empresas mineras y de empresas de servicios de agua para bebida y uso doméstico. También, se observa en los últimos años una tendencia a la bajo del medio de caudal (L/s).

**Tabla 22.** Evaluación del valor medio de la compra-venta de derechos consuntivos permanentes y continuos.

Año	N	Valores en \$ / L/s		Valores en U\$S / L/s	
		Media	Rango	Media	Rango
2005	1	43.739.137	-	72.241	-
2006	4	17.671.290	21.303.353	29.187	35.185
2007	17	19.067.855	35.853.107	31.493	59.216
2008	22	131.499.898	1.129.804.843	217.190	1.866.027
2009	9	18.879.371	43.231.151	31.182	71.402
2010	4	9.882.835	16.958.358	16.323	28.009
2011	6	5.992.299	8.089.084	9.897	13.360
2012	4	5.791.473	7.997.441	9.565	13.209
2013	2	402.357	675.262	665	1.115

Considerando toda la serie de datos se observa que la media es \$52.187.618/L/s o de US\$86.195/L/s. Sin embargo, se debe considerar los valores de la media

recortada y la mediana como relevantes al momento de tomar decisiones (Tabla 23).

**Tabla 23.** Valores medios y de dispersión para caudal de derechos consuntivos permanentes y continuos.

Estadísticos	\$/L/s	U\$S/L/s
Media	52.187.618,39	86.194,99
Media recortada (5%)	19.657.894,13	32.467,70
Mediana	16.243.045,36	26.827,61
Moda	5.376.917,00	8.881,00
Desviación estándar	164.068.286,46	270.981,22
Varianza	26.918.402.620.434.000	73.430.818.902
Simetría	5,24	5,24
Curtosis	29,93	29,93
Rango	1.130.256.600,95	1.866.773,36



Debido a que los registros no presentan una distribución normal, se considera el análisis de la Estimadores-M, cuyos valores son cercanos a lo estimado por

la mediana en \$16.243.045/L/s o US\$26.828/L/s (Tabla 24).

**Tabla 24.** Estimadores-M para derechos consuntivos (L/s) permanentes y continuos.

Estimadores-M	Estimador M de Huber	Estimador bponderado de Tukey	Estimador M de Hampel	Estimador en onda de Andrew
\$/L/s	17.415.865	15.927.071	16.368.012	15.924.753
US\$/L/s	28.765	26.306	27.034	26.302

Al considerar distintos usos, se observa en la Tabla 25 que el uso para bebida/doméstico tiene la mayor

media y mediana, luego le siguen servicios/industria, minería, comunidad indígena/riego y sin definir.

**Tabla 25.** Valores de derechos consuntivos permanentes y continuos según uso del agua.

Uso	N	\$/L/s		US\$/L/s	
		Media	Mediana	Media	Mediana
Sin definir	27	12.467.654	9.848.433	20.592	16.266
Bebida/doméstico	8	316.182.178	133.536.534	522.218	220.554
Comunidad ind./riego	1	19.318.170	19.318.170	31.907	31.907
Minería	31	20.614.016	24.592.159	34.047	40.617
Servicios/industria	2	38.254.470	38.254.470	63.182	63.182

Estos valores estimados son similares a los definidos por 8 dirigentes ligados a la gestión del agua en San Pedro de Atacama en los casos de compra-venta. Incluso, se habla de un arriendo de agua por parte de la Comunidad de Toconao por US\$1/L a una minera. También, destaca el secretismo en relación a los valores del agua y a las posiciones contrapuestas en relación a su gestión. Si bien la mayor parte de los dirigentes manifiesta su interés por gestionar el agua en favor de sus comunidades, la forma es distinta, a que algunos abogan por desarrollar proyectos propios de las comunidades y otros por arrendar los derechos de aprovechamiento de aguas. También, las entrevistas

indican mucho desconocimiento de la gestión del agua a nivel comunal y de la falta de información para tomar decisiones.

Adicionalmente, se establece que como parte de la compra de venta de derechos consuntivos, se encuentran 4 registros permanentes discontinuos para los años 2008 (1) y 2011 (3), cuyos valores medios son \$583.691/L/s y US\$964/L/s y \$4.575.189/L/s y US\$7.556/L/s respectivamente. De los cuatro registros se estima una media de \$3.577.315/L/s y US\$5.908/L/s, cifras que son inferiores a los derechos permanentes y continuos (Tabla 26)

**Tabla 26.** Estadísticos derechos consuntivos permanentes y discontinuos.

Estadísticos	\$ / L/s	US\$ / L/s
Media	3.577.315	5.908
Mediana	2.573.544	4.251
Moda	2.573.544	4.251
Desviación estándar	3.463.550	5.721

Dado los resultados anteriores, se indica que el valor promedio del agua en términos de derechos consuntivos permanentes y continuos es de US\$86.195/L/s, y que el uso del agua para bebida/doméstico es el que presenta el mayor valor con US\$220.554.

### 5.3 Disposición a pagar (DAP)

En esta sección se revisan los resultados de la valoración contingente en dos secciones: i) Caracterización de los encuestados y su valoración respecto de la gestión del agua en San Pedro de Atacama y ii) Estimación de la DAP y análisis de las variables relacionadas. Al respecto, se debe tener presente las dificultades prácticas para aplicar este ejercicio en San Pedro de Atacama, destacando la baja disposición de los encuestados a responder sobre sus ingresos y otras variables de caracterización personal, planteando una dificultad que se estima es parte de la comunidad atacameña y de los turistas, especialmente los extranjeros que lo consideran como información personal y privada. Adicionalmente, se presenta la dificultad en comprender el mercado hipotético, ya que a nuestro juicio se plantean dos cuestionamientos por parte de los encuestados, el primero dice con que la gestión del agua debe recaer principalmente en el gobierno y sus instituciones públicas y el segundo cuestionamiento va en relación a lo anterior, ya que consideran que el valorar el agua no tiene mucho sentido en el contexto de zona árida, ya que se debieran priorizar sus usos por parte de la autoridad pública.

Las dificultades antes planteadas y la revisión de las encuestas, especialmente en lo referente a la baja

disposición de los encuestados a responder aspectos personales como su nivel de ingresos generaron que de las 348 encuestas aplicadas, sólo 183 han sido validadas con todos los datos, convirtiéndose en la base de datos de análisis preliminar, ya que se espera continuar con la aplicación de encuestas.

#### 5.3.1 Caracterización de los encuestados y su valoración respecto de la gestión del agua en San Pedro de Atacama

En primer término, se indica que las encuestas completas para el análisis son 183. De estas 65 (35,5%) corresponden a turistas y 118 (64,5%) son residentes de la Comuna de San Pedro de Atacama, de los cuales 53 se consideran pertenecientes a una etnia indígena (29,0%) y viven en la zona en promedio hace 19,3 años. En cuanto a la distribución por género, un 59% en femenino y un 41% masculino. Respecto de la edad, el promedio es de 39 años, encontrándose diferencias estadísticamente significativas<sup>34</sup> entre residentes (41,8 años) y turistas (34,0 años).

En relación al nivel educacional de los encuestados, se establece que un 14,2% es de nivel de enseñanza básica, 18,6% de enseñanza secundaria, 27,9% nivel técnico, 32,3% licenciatura y 7,1% de postgrado. En cuanto a la distribución de los ingresos, un 69,4% indico estar en el nivel entre 0 – US\$ 1.500 y 21,3% entre US\$1.501 – US\$ 3.000. Más detalle respecto de las diferencias en género, nivel de estudios y nivel de ingreso en relación a la condición de turista o residente se presenta en la Tabla 27.

**Tabla 27.** Características de los encuestados.

Características		Residente		Turista	
		N	%	N	%
Género	Femenino	71	60,2%	37	56,9%
	Masculino	47	39,8%	28	43,1%
Nivel de estudios	Básica	25	21,2%	1	1,5%
	Secundaria	26	22,0%	8	12,3%
	Técnico	40	33,9%	11	16,9%
	Licenciatura	22	18,6%	37	56,9%
	Postgrado	5	4,2%	8	12,3%
Rango de ingresos mensuales	0-1500	99	83,9%	28	43,1%
	1501-3000	16	13,6%	23	35,4%
	3001-4500	1	,8%	9	13,8%
	4501-6000	0	0,0%	1	1,5%
	6001-7500	2	1,7%	3	4,6%
	7501-9000	0	0,0%	1	1,5%
	+9000	0	0,0%	0	0,0%

De los turistas encuestados, se indica que 55 (82,1%) viene por un turismo general y 12 (17,9%) por un turismo específico. Ambos con un promedio de 4,4 sitios visitado por estadía. Además, 36 (52,9%) ha visitado antes San Pedro de Atacama con un promedio de 3,4 veces y 32 (47,1%) no han visitado con anterioridad la zona.

En cuanto a la valoración de la provisión de agua como servicio ecosistémico, el 100% de los encuestados considera que se debe proteger los recursos hídricos de San Pedro de Atacama. Además, la mayor parte considera que la presencia del sector público debe ser relevante en su protección. De hecho, el 33,9% indica que la protección debe estar en manos sólo del “sector público”, un 41,5% entre “sector público y sector privado” y un 7,7% entre “comunidades indígenas, sector público y sector privado”. Otras respuestas son 3,8% “sector privado”, y 13,1% “comunidades indígenas”.

Un 96,2% de los encuestados está de acuerdo con priorizar los usos del agua. Asignando al “para consumo de los pobladores de San Pedro de Atacama como la primera prioridad con un ranking de 1,2 entre 6 usos posibles. Luego, le siguen “agua para la agricultura” (2,6) y “agua para conserva la biodiversidad” (2,8) con escasa diferencia. Después se presenta “agua para el turismo” (3,9), “agua para la industria local” (4,7) y “agua para la minería” (5,8). Sin embargo, cuando se revisa el ranking considerando las diferencias entre residentes y turistas, se observa una priorización alternada en el segundo y tercer lugar para “agua para conservar la biodiversidad” y “agua para el turismo” (Tabla 28).

**Tabla 28.** Ranking de usos prioritarios del agua.

Usos del agua	Residente	Turista
Agua para consumo humano de los pobladores de SPA	1,2	1,2
Agua para conservar la biodiversidad	2,9	2,6*
Agua para la agricultura	2,3	3,1***
Agua para el turismo	4,0	3,8
Agua para la industria local	4,8	4,7
Agua para la minería	5,8	5,7

Prueba T de medias, diferencias estadísticamente significativas al 90%\*, 95%\*\* y 99%\*\*\*

Con el fin de profundizar en el conocimiento de la provisión de agua y de los recursos hídricos de los encuestados se le pide valorar 5 preguntas con escala Likert con “1 = muy bajo”... hasta “5 = muy alto”. Los resultados de la Tabla 29, indican un bajo conocimiento por parte de los encuestados en general, y que es

aún más bajo en el caso de los turistas respecto de los residentes, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Este resultado puede influir en los resultados de la disposición a pagar y en el entendimiento del mercado hipotético planteado.

**Tabla 29.** Valoración del conocimiento de los recursos hídricos.

Valoración del conocimiento	Total		Media	
	Media	D.S.	Residente	Turista
Su conocimiento de SPA y sus atractivos turísticos	3,4	1,2	3,4	3,3
Su conocimiento de la biodiversidad de SPA	2,9	1,3	3,2	2,5***
Su conocimiento del estado de la biodiversidad de SPA	2,4	1,3	2,6	2,1***
Su conocimiento de los recursos hídricos en SPA	2,5	1,3	2,8	1,9***
Su conocimiento de la gestión del agua en SPA	2,1	1,3	2,4	1,4***

Prueba T de medias, diferencias estadísticamente significativas al 90%\*, 95%\*\* y 99%\*\*\*

### 5.3.2. Estimación de la Disposición a Pagar

Un 65,2% de los encuestados indica no estar dispuesto a pagar por el precio indicado, mostrando un resultado distinto a lo referido en la literatura. De hecho, Riera (1994) señala que valores sobre el 30% de respuestas negativas no es lo normal en este tipo de estudios. Específicamente, un 69% de los residentes y un 61% de los turistas residentes indican una respuesta negativa de disposición a pagar. Lo anterior, se podría explicar por problemas en el diseño del instrumento y su aplicación como sesgo del punto de partida, sesgo del encuestador o un mercado hipotético mal definido. Sin embargo, si bien esto es, también se debe considerar el contexto socio-cultural del territorio y

de la temática en particular, ya que como se indica la mayor parte de las personas consideran que el tema del agua es un tema que debe ser abordado principalmente los organismos públicos y que sus usos se deben priorizar. De hecho, muchas personas consideran extraño valorar el agua en una zona árida. Incluso, parte de la comunidad indígena considera que el agua por herencia es suya, y no se debiese valorar. A lo anterior, se suma el bajo conocimiento de la biodiversidad, de los recursos hídricos y de la gestión del agua en San Pedro de Atacama de los encuestados. Antecedentes que permiten especular respecto de la influencia del contexto territorial y de la idiosincrasia local como determinantes de los

resultados en la disposición a pagar.

Respecto de los resultados de las estimaciones de los modelos econométricos, se establece que para el modelo lineal la media y mediana de la disposición a pagar es de US\$6,3. En el caso del modelo logarítmico, la media es US\$ 3,6 y la mediana US\$ 3,5. En ambos modelos, las variables estadísticamente significativas incluidas son ingreso, conocimiento de la gestión de los recursos hídricos en San Pedro de Atacama, y la condición de residente o turista (sólo está presente un bajo nivel de significancia). Las otras variables como nivel de estudios y género no son estadísticamente significativas. Estos resultados deben tomarse con cuidado considerando lo ya expuesto, respecto de alto porcentaje de preguntas

sin disposición a pagar y de los posibles sesgos antes mencionados.

También, se analiza la pregunta de control respecto de la máxima y mínima disposición a pagar en formato abierto, formulada una vez que se pregunta la disposición a pagar en formato dicotómico. Los estadísticos indican que la disposición a pagar promedio es de US\$4,7 para el total de encuestados, y con medias distintas US\$4,2 y US\$5,7 para residentes y turistas, respectivamente (estadísticamente significativas). En cuanto a segmento de respuestas que indican una positiva disposición a pagar su media es de US\$10,48, valor que no considera las no disposición a pagar (Tabla 30).

**Tabla 30.** Estadísticos de disposición a pagar para variable de control.

Estadísticos	Total	Residente	Turista	Sí
N	183	118	65	64
Media	4,73	4,19	5,69	10,48
Media recortada (5%)	4,25	3,66	5,33	10,15
Mediana	2,00	2,00	5,00	9,00
IC[95%] superior	5,46	5,11	6,90	11,32
IC[95%] inferior	4,00	3,66	4,48	9,63
Desviación estándar	5,01	5,02	4,89	3,41
Varianza	25,12	25,18	23,94	11,66
Rango	20,00	20,00	20,00	18,00
Simetría	1,00	1,23	0,68	1,84
Curtosis	0,64	1,18	0,30	3,58

Dada las diferencias en las medias encontradas en los distintos análisis se considera como valor indicativo los US\$3,6 del modelo logarítmico por ser el más conservador.

## 6. Alcances finales

La gestión del agua en la Comuna de San Pedro de Atacama es un proceso complejo y dinámico, que involucra muchos actores como comunidades indígenas, empresas, la población en general y organismos públicos y privados. Se deben tomar decisiones de forma coordinada y en distintas escalas

territoriales como temporales. Este es especialmente complejo dada las particularidades del modelo chileno de administración del recurso hídrico. Especialmente, en referencia que son múltiples las instituciones que participan sin haber un ente coordinador por territorios o cuencas, a lo que se suma el hecho que las prioridades del uso del agua se entregan a un mercado de derechos de aprovechamiento de aguas, transformando en la práctica al agua en un bien privado.

Para lograr una gestión sustentable del servicio ecosistémico de provisión de agua en la

Comuna de San Pedro de Atacama, se propone crear una gobernanza, es decir, un acuerdo social de todos los actores involucrados que permita establecer una visión común y una serie de proyectos y actividades de corto y largo para ser desarrolladas en forma conjunta y/o individual. Este trabajo requiere necesariamente de lograr acuerdos y de cooperación entre los actores. Además, se necesita de diseñar e implementar un sistema de información que permita contar con datos fidedignos y válidos. Se necesita información, hidrológica, pluviométrica, técnica, de las actividades económicas y otros. En este marco, es donde la valoración económica de la provisión de agua cobra relevancia como referencia para tomar decisiones en torno al servicio ecosistémico y sus usos.

Respecto de la valoración económica del servicio ecosistémico de provisión de agua, el análisis de los precios de compra-venta de derechos de acuerdo a los registros oficiales de la DGA, se estima un promedio de US\$86.195/ L/s en el caso de los derechos consuntivos permanentes y continuos. En cuanto a los valores según uso, se encontraron diferencias según sector para los caudales en L/s permanentes y continuos: “bebida/uso doméstico” US\$522.218, “servicios/industria” US\$63.182, “minería” US\$ 34.047, “comunidad indígena/riego” US\$ 31.907 y “sin definir” US\$20.592. Estos valores deben considerarse como referenciales para la Comuna de San Pedro de Atacama, ya que son valores transferidos de la Región a la comuna. También, se debe considerar que los valores de las transacciones de compra-venta de derechos de aprovechamiento dependen de la disponibilidad del recurso, de la ubicación de las fuentes de captación, de la movilidad del recurso, de la infraestructura, de la rentabilidad de los proyectos donde se utilizará, entre otras. Complementariamente, se debe tener presente que la base de datos puede presentar registros mal realizados.

En cuanto a la estimación del valor de uso ambiental o ecológico del agua, los resultados preliminares de la valoración contingente indican un promedio por

persona de disposición a pagar de US\$3,6 , lo que indica un total US\$450.000, considerando los cerca de 125.000 turistas que visitan al año y pernoctan en San Pedro de Atacama. En este caso, también se deben considerar los múltiples sesgos y dificultades en la práctica para aplicar la metodología, y los desafíos propios de valorar el agua en una zona árida y en el contexto legal y económico de la gestión de agua en Chile, donde el mercado juega un rol clave en la asignación del recurso. En la práctica, se destaca el hecho que la mayor parte de los encuestados considera que el sector público debiera tener una fuerte incidencia en el manejo del agua, por lo que su valoración no es especialmente pertinente, por una parte la comunidad indígena considera que es parte de herencia cultural y los extranjeros no comprenden bien el particular modelo chileno de administración del agua. Esto se refleja en que el 100% de los encuestados indica que está de acuerdo con priorizar los usos del agua, situación que no sucede en Chile, sólo en excepciones para asegurar la provisión para uso doméstico. También, se refleja en el bajo nivel de conocimiento de la biodiversidad y gestión del agua en San Pedro de Atacama, incluso los residentes. A lo anterior, se suma el hecho que una gran parte de los encuestados no estuviese dispuesto a entregar información privada respecto de su nivel de ingresos y/o estudios, planteando una dificultad extra a la aplicación de la valoración contingente. Posiblemente, esto se debe al carácter reservado de la comunidad atacameña y a que los turistas lo consideran información privada, especialmente extranjeros.

Finalmente, se destaca que la valoración del servicio ecosistémico de provisión de agua es relevante en la medida que exista intenciones de realizar una gestión integral del recurso con el fin de lograr un desarrollo sustentable para la comuna de San Pedro de Atacama.

## 7. Bibliografía

Arrow, K. & Intriligator, M. (2005). Introduction to the series. Handbook of environmental Economics. Elsevier. Vol. 3. V p.

Aylward, B., Bandyopadhyay, J. & Belausteguigotia, J.C. (2005). Freshwater Ecosystem Services. In Ecosystems and Human Well-being: Policy Responses, Volume 3. Findings of the Responses Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Edited by K. Chopra, R. Leemans, P. Kumar and H. Simons. Washington DC: Island Press.

Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida\_Leñero, L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T., Hall, J., Lara, A., Laterra, P., Peña-Claros, M., Silva, D., Vogl, A., Romero-Duque, L., Arreola, L., Caro-Borrero, A., Gallego, F., Jain, M., Little, C., Oliveira, R., Paruelo, J., Peinado, J., Poorter, L., Ascarrunz, N., Correa, F., Cunha-Santino, M., Hernández-Sánchez, A., & Vallejos, M. (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. Ecosystem Services. Volume 2, 56-70.

Banco Mundial (2011). Chile: Diagnóstico de la Gestión de Recursos Hídricos. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Región para América Latina y el Caribe. 81 p.

Birol, E., Karousakis, K. & Koundouri, P. (2006). Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application. Science of the Total Environment, 365, 105-122.

Bockstael, N. & Freeman, M. (2005). Welfare and valuation. In: Handbook of environmental economics. Valuing environmental changes. Vol 2. Karl-Goran Maler & Jeffrey Vincent Editors. North Holland. Elsevier.

Brehm, M. & Quiroz, J. (1995). The Market for Water Rights in Chile: Major Issues. World Bank Technical Paper Number 285. World Bank, Washington, DC.

Carson, R. & Hanemann, M. (2005). Contingent valuation. Handbook of Environmental Economics. Valuing environmental changes. Chapter 17. Elsevier. Vol. 2, 821-936.

CEPAL (2000). Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en Chile. Agua para el Siglo XXI: De la Visión a la Acción. Proyecto Global Water Partnership South America. Comisión Económica para América Latina (CEPAL), 73 p.

DEFRA (2007). An introductory guide to valuing ecosystems services. Department for Environment, Foods and Rural Affairs. Ministry of Agriculture, UK. 65 p.

Donoso, G., Jouravlev, A., Peña, H. & Zegarra, E. (2004). Mercado (de derechos) de agua. Experiencias y propuestas en América del Sur. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, 80. CEPAL. 81 p.

Donoso, G., Cancino, J., Melo, O., Rodríguez, C., y Contreras, H. (2010). Análisis del mercado del agua de riego en Chile: Una revisión crítica a través del caso de la Región de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), Oficina de Estudios y Política Agraria (ODEPA), Ministerio de Agricultura, Chile, 142 p.

Gelcich, S., Amar, F., Valdebenito, A., Castila, J., Fernández, M., Godoy, C. & Biggs, D. (2013). Financing marine protected areas through visitor fees: insights from tourists willingness to pay in Chile. AMBIO: A Journal of The Human Environment. Vol 42 (8), 975-984.

Geldes, C. (2003). Valoración económica de los servicios ambientales del agua en la Cuenca del Limarí, Chile. Tesis para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental, Universidad de Chile.

GEF-MMA-PNUD, (2010). Valoración económica detallada de las áreas protegidas de Chile. (Fondo del Medio Ambiente Mundial, Ministerio de Medio Ambiente de Chile, Programa de las Naciones Unidas

para el Desarrollo). Proyecto Creación de un sistema nacional integral de áreas protegidas para Chile. 232 p.

Groot, R., Wilson, M. & Boumans, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. Vol. 41, Issue 3. 393-408.

Hadjigeorgalis, E. (1999). Private water markets in agriculture and the effects of risk, uncertainty and transaction costs. Ph.D dissertation, University of California at Davis.

INE (Instituto Nacional de Estadística) (2007). División Político Administrativa y Censal 2007. Región de Antofagasta. 14 p.

INFOR (Instituto Forestal de Chile) (2010). El estado del arte del pago por servicios ambientales en Chile. 63 p.

Kristöni, B. (1999). "Contingent Valuation". In *Handbook of Environmental and Resource Economics*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.

Lara, A. & Echeverría, C. (2007). Conclusiones del Congreso Internacional de los Servicios Ecosistémicos en los Neotrópicos: Estado del arte y desafíos futuros. *Bosque* 28(1): 10-12.

Lara A, Little, C., Urrutia, R., McPhee, J., Álvarez-Garretón, C., Oyarzún, C., Soto, D., Donoso, P., Nahuelhual, L., Pino, M. & Arismendi, I. (2009). Assessment of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile. *Forest Ecology and Management* 258: 415-424.

Little, C. & Lara, A. (2010). Restauración ecológica para aumentar la provisión de agua como un servicio ecosistémico en cuencas forestales del centro-sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 31(3), 175-178.

Locatelli, B. & Vignola, R. (2009). Managing watershed services of tropical forests and plantations: Can meta-analyses help? *Forest Ecology and Management* 258(9): 1864-1870.

Marcouiller D. & Coggins, S. (1999). The Economic Value of Water: An Introduction. G3698-1. University of Wisconsin Extension. 6 p.

MOP (Ministerio de Obras Públicas) (2013). Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 – 2025. Chile Cuida su Agua. Resumen Ejecutivo. Ministerio de Obras Públicas (MOP), Gobierno de Chile. En línea [[http://www.mop.cl/Documents/ENRH\\_2013\\_OK.pdf](http://www.mop.cl/Documents/ENRH_2013_OK.pdf)]

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) (2010). Análisis del mercado de agua de riego en Chile. Una revisión crítica a través del caso de la Región de Valparaíso. ODEPA, Ministerio de Agricultura Chile, 142 p.

ODEPA (2014). Estadísticas Económicas. Oficina de Estudios y Política Agraria (ODEPA). Ministerio de Agricultura, Chile. En línea [<http://www.odepa.cl/estadisticas/economicas>]

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2013). Estudios Económicos de la OECD: Chile. Visión General. Octubre, 2013. Organización para la Cooperación y el Desarrollo. 46 p.

Riera, P. (1994). Manual de valoración contingente. Instituto de Estudios Fiscales, España. 112 p.

O`Ryan, R., Díaz, M. & Ulloa, A. (2005). Algunas aplicaciones de economía ambiental en Chile. *Estudios Públicos*, 97. 100-134.

SERNAGEOMIN (Servicio Nacional de Geología y Minería ) (2011). Atlas de Faenas Mineras: Regiones de Antofagasta y Atacama (Versión Actualizada). Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas y Estadísticas de Faenas Mineras de Chile No 7, 153 p.

Subsecretaría de Agricultura (2011). Estimación del precio de mercado y precio social de los derechos de aprovechamiento de agua. 143 p.

Szigeti, C. (2013). Reformas Constitucionales en Materia de Aguas y Reformas al Código de Aguas. Comisiones de Trabajo, Proyectos de Ley y Mociones Par-



lamentarias presentadas a tramitación (1992 y 2012). Santiago, Chile. 36 p. En línea [[http://www.chilesustentable.net/wp-content/uploads/2013/02/reformas\\_legales\\_recursos\\_hidricos\\_feb2013.pdf](http://www.chilesustentable.net/wp-content/uploads/2013/02/reformas_legales_recursos_hidricos_feb2013.pdf)]

UNEP (2009). Water security and Ecosystem services. The critical connection. A contribution of to the United NationsWorld Water Assesstment Programme. United Nations Environmental Programme, Nairobi, Kenya. 56p.

UNEP (2010). Guidance Manual for the valuation of regulating services. United Nations Environmental Programme. 51 p.

Vásquez, F., Cerda, A. & Orrego, S. (2000). Evidencia empírica de dualidad en valoración contingente con formato binario. *Lecturas de Economía*. 53, 7 -31.

Vásquez, F., Cerda, A. &, Orrego, S. (2007). Valoración económica del ambiente: Fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones. Buenos Aires: Thomson Learning. 368 p.

Vicuña. S & F. Meza (2012). Los nuevos desafíos para la gestión de los recursos hídricos en Chile en el marco del Cambio Global. Centro de Políticas Públicas UC. P. Universidad Católica de Chile. Año 7, N°55, Noviembre 2012. 18 p.

Van den Bergh, J. (1999). An Overview of Environmental and Resource Economics. In *Handbook of Environmental and Resource Economics*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing

WCED (1987). Report of the World Commission on Environment and Development. Our Common Future (Brundtland Report). 81 p.

Whittington, D. (2002). Improving the performance of contingent valuation studies in developing countries. *Environmental and Resources Economics* 22, 323-367 p.