

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ Y
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS**



**MÁSTER OFICIAL EN HIDROLOGÍA
Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

PROYECTO DE FIN DE MÁSTER

**ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SERVICIOS DEL AGUA EN CHILE,
PROPUESTA PARA UN CAMBIO DE LEGISLACIÓN**

***ECONOMIC ANALYSIS OF WATER SERVICES IN CHILE,
APPROACH TO A NEW LEGISLATION***

AUTOR:

Evelyn Paz Falcón

DIRECTOR:

Dr. Alberto del Villar (UAH)

Alcalá de Henares, 10 de septiembre de 2020

ÍNDICE

RESUMEN	5
1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Objetivo General.....	7
1.2 Objetivos Específicos	7
2 METODOLOGÍA.....	8
3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SERVICIOS DEL AGUA.....	9
3.1 Características Principales por Sector Geográfico	9
3.1.1 Características Principales de Chile.....	9
3.1.2 Características Principales de la Región de Antofagasta.....	10
3.1.3 Características Principales de la Región del Maule	11
3.2 Indicadores Principales del Análisis Económico de los Servicios del Agua.....	12
3.2.1 Demanda Hídrica por Uso	12
3.2.2 Producto Interno Bruto, PIB	13
3.2.3 Exportaciones.....	14
3.2.4 Fuerza de Trabajo	16
4 RESULTADOS	17
4.1. Análisis económico del uso del agua en la agricultura.....	17
4.2. Análisis económico del uso del agua en la minería.....	19
4.3. Análisis económico del uso del agua en la generación eléctrica	22
4.4. Análisis económico del uso del agua en la industria manufacturera.....	23
5 DISCUSIÓN.....	24
6 CONCLUSIONES.....	27
7 BIBLIOGRAFÍA	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Volúmenes de demanda de agua dulce por sector económico en el año 2015.....	12
Tabla 2: Serie PIB 2013-2018 de Chile.....	13
Tabla 3: Serie PIB 2013-2018 de la región de Antofagasta.	13
Tabla 4: Serie PIB 2013-2018 de la región del Maule	14

Tabla 5: Evolución entre 2013 y 2018 de exportaciones de Chile en Valores FOB MMUS\$	15
Tabla 6: Evolución entre 2013-2018 de exportaciones de la Región de Antofagasta en Valores FOB MMUS\$	15
Tabla 7: Evolución años 2013-2018 de exportaciones de la Región del Maule en Valores FOB MMUS\$.	16
Tabla 8: Fuerza de Trabajo – Año 2016.	16
Tabla 9: Resumen parámetros analizados en la Agricultura – Año 2016	19
Tabla 10: Principales indicadores económicos del cobre.	20
Tabla 11: Resumen parámetros analizados en la Minería – Año 2016.	21
Tabla 12: Resumen parámetros analizados en la Industria – Año 2016.	24
Tabla 13: Volúmenes requeridos para la generación de ingresos a nivel nacional.	24
Tabla 14: Volúmenes requeridos para la generación de ingresos – Región de Antofagasta.	25
Tabla 15: Volúmenes requeridos para la generación de ingresos – Región del Maule.	25
Tabla 16: Indicadores socioeconómicos de los servicios del agua.	26

ABREVIATURAS

CNE	: Comisión Nacional de Energía
COCHILCO	: Comisión Chilena del Cobre
DAA	: Derechos de Aprovechamiento de Aguas
DGA	: Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas
ERNC	: Energía Renovable No Convencional
FOB	: Franco a Bordo o <i>Free on Board</i>
INE	: Instituto Nacional de Estadísticas
MMA	: Ministerio del Medio Ambiente
MOP	: Ministerio de Obras Públicas
ODEPA	: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
PIB	: Producto Interno Bruto
RECT	: Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
SERNAGEOMIN	: Servicio Nacional de Geología y Minería
SIFAC	: Sistema de Facturación y Coberturas
SII	: Servicio de Impuestos Internos
SISS	: Superintendencia de Servicios Sanitarios
SNA	: Servicio Nacional de Aduanas
TFM	: Trabajo de Fin de Máster

UNIDADES

GWh	: Gigawatt hora
Ha	: Hectárea
Hm ³	: Hectómetros cúbicos
Mm ³	: Miles de metros cúbicos
MM	: Miles de millones
mm	: Milímetro
Mton	: Miles de toneladas
MW	: Megawatt
Ton	: Toneladas
US\$: Dólar estadounidense
\$: Pesos chilenos

RESUMEN

El presente trabajo realiza un análisis económico de los servicios que otorga el agua a los distintos rubros productivos que hacen uso consuntivo de ella en diferentes sectores geográficos. Los sectores geográficos analizados corresponden a dos regiones político-administrativas de Chile, seleccionadas en base a sus características disímiles, y el país en su conjunto. Para ello se ha determinado el volumen de agua disponible por cada sector geográfico junto con las principales demandas de agua asociadas a sectores productivos. Se ha determinado el aporte que le agregan dichos rubros a la economía territorial en términos de Producto Interno Bruto (PIB) y montos de exportación. En la dimensión social, se relaciona la generación de empleo de cada servicio identificado. Con el análisis de las variables anteriores, se ha demostrado la necesidad de realizar un cambio en la metodología actual de distribución de los recursos hídricos en Chile, por una metodología que permita realizar un análisis racional integrando un conjunto de elementos en la decisión de la distribución y uso de recursos hídricos, evitando decisiones individuales que, aunque sean sostenibles individualmente, resultan insostenibles a nivel regional o de cuenca.

1 INTRODUCCIÓN

La República de Chile está ubicada aproximadamente entre los paralelos 17°29' y 55°58' de latitud Sur del continente sudamericano, franja de territorial con una extensión de 4.200 km de norte a sur, que deriva en una gran heterogeneidad climática influida por el océano a través de la corriente de Humboldt y el Anticiclón del Pacífico, en conjunción con la variabilidad morfológica representada por las cordilleras de Los Andes y de La Costa que, junto con la Depresión Intermedia, le otorgan características de grandes contrastes que se ven reflejados en la distribución de los recursos hídricos (www.bcn.cl).

La precipitación promedio a nivel país es de 1.525 mm/año, cuyo componente de escorrentía superficial suman a nivel país 29.245 m³/s, lo que equivale a 51.218 m³/persona/año, cantidad ampliamente superior a la media mundial de 6.600 m³/persona/año y muy superior al valor de 2.000 m³/persona/año considerado internacionalmente como el umbral para el desarrollo sostenible. Sin embargo, al analizar dicho valor promedio a lo largo del territorio país, se refleja la desigual disponibilidad hídrica donde, desde la Región Metropolitana hacia

el norte prevalecen condiciones de escasez cuya escorrentía per cápita promedio está por debajo de los 500 m³/persona/año, y hacia el sur superan los 7.000 m³/persona/año, llegando a un valor de 2.950.168 m³/persona/año en la Región de Aysén, en la Patagonia chilena (Banco Mundial, 2011).

A la desigualdad de oferta hídrica mencionada, se agrega que las demandas de los diferentes tipos de usuarios sobre los recursos hídricos son cada vez mayores, asociadas al sostenido crecimiento económico de las últimas décadas y al incremento poblacional.

La demanda asociada a la estrategia de desarrollo económica del país está basada en un conjunto de productos que dependen del recurso hídrico para su producción, como la explotación de cobre desde la minería; la exportación de frutas y vino por parte de la agricultura; la exportación de celulosa, desde las empresas forestales y; la piscicultura con la exportación de salmón (Banco Mundial, 2013). Estas demandas han generado presión sobre los recursos hídricos variable en los distintos sectores del país, donde en las regiones ubicadas desde la Región Metropolitana al norte, las demandas y extracciones superan la disponibilidad del recurso. Al contrario, en regiones al sur de la Metropolitana, hay territorios donde la disponibilidad supera ampliamente su demanda para uso.

Al aumento en la demanda, se suma la disminución de la calidad de las fuentes de abastecimiento, el incremento en la variabilidad climática y la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos más frecuentes que también impactan la situación de la oferta de agua (Banco Mundial, 2013).

Todo lo anterior se ha producido en un contexto en el cual gran parte de los recursos hídricos están comprometidos, no habiendo disponibilidad para nuevos usos, dejando la redistribución de ellos al mercado y especulación, lo que genera barreras a la entrada de competidores.

En Chile, aun cuando el agua tiene calidad jurídica de **bien público**, su uso requiere de un Derecho de Aprovechamiento de Agua (DAA) que en la práctica tiene tratamiento de **propiedad privada**, con características similares a un bien inmueble, pero separados de la propiedad de la tierra, por lo tanto, pueden ser transados libremente.

El responsable de la distribución de los DAA es el Estado de Chile a través de la Dirección General de Aguas (DGA). Ésta, conforme al Código de Aguas que, en línea con la aún vigente Constitución de 1980 que promueve fuertes derechos económicos privados, está mandatada a asignar los **DAA gratis, permanentemente, y sin límite en la cantidad demandada**, a todos los peticionarios. En el caso de existir dos o más peticiones de derecho sobre la misma agua e insuficiente disponibilidad para garantizarlos, los DAA son asignados mediante remates.

Sin embargo, Chile actualmente está frente al importante desafío de reformular las bases y directrices de su ordenamiento jurídico, como es la Constitución Política de la República que, hasta ahora ha enmarcado y limitado modificaciones al Código de Aguas que se han discutido por décadas, en base a la alta exigencia en las mayorías de votaciones parlamentarias. La nueva Constitución permitiría flexibilizar dichas mayorías legislativas para generar las modificaciones necesarias en vías de una nueva administración, distribución, protección y priorización del uso sostenible del recurso hídrico.

1.1 Objetivo General

Realizar un análisis económico de los servicios del agua en Chile para realizar una propuesta de distribución ante una nueva legislación en base a un análisis integral de su uso.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar el volumen de agua disponible en Chile por región y el volumen de agua demandado por los diversos rubros productivos que hacen uso de ella.
- Determinar el aporte económico que realizan los diversos rubros productivos a nivel nacional y regional en base al PIB generado y mano de obra utilizada por cada uno de ellos.
- Contrastar el aporte económico de cada grupo productivo con el volumen de agua que requieren, su productividad y eficiencia.

2 METODOLOGÍA

El presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) busca realizar una comparación territorial de los servicios del agua en base a su productividad medida a través de indicadores económicos. Para ello se ha definido como productividad al cociente entre el monto de ingresos en pesos chilenos por cada metro cúbico de agua demandada por cada servicio ($\$/m^3$). Dada la dispersión de la oferta de los recursos hídricos y las diferentes actividades económicas existentes en Chile, se propone un análisis en base a dos regiones con características disímiles, región de Antofagasta y región del Maule, comparando con el análisis realizado a nivel nacional, a fin de demostrar que la distribución de los recursos hídricos debe realizarse por territorio, idealmente por cuenca. Sin embargo, dado que la información disponible está detallada por división político-administrativa de forma regional, el análisis se realiza con esa división territorial y no por cuenca hidrográfica.

El análisis realizado se basa en diversas fuentes de información oficial, bases de datos, estadísticas, documentos, publicaciones, boletines, anuarios y estudios de diversos servicios públicos, como la DGA, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Ministerio de Agricultura, Banco Central de Chile, entre otros.

Para la persecución de los objetivos planteados, el trabajo ha sido elaborado mediante la ejecución de las siguientes etapas:

- i. Se ha consultado la información de uso libre disponible en los sitios web de diversos servicios públicos.
- ii. Selección de material, base de datos y documentos adecuados para el análisis, respecto de su actualización y cobertura geográfica como población, demandas hídricas, ingresos por rubro, exportación, empleo, entre otros.
- iii. Elaboración de cálculo, planillas y tablas comparativas para el análisis económico.
- iv. En base al análisis de la actualización de la información disponible, se ha seleccionado el año 2016, que cuenta con la información más completa de los elementos de interés.
- v. Formulación de la estructura, redacción y desarrollo del TFM.
- vi. Revisión y acompañamiento del tutor en el desarrollo del TFM.
- vii. Complemento y mejora del documento.
- viii. Análisis y discusión de la información recopilada y de los resultados obtenidos

3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SERVICIOS DEL AGUA

Dada la diversidad de escenarios existente en las distintas regiones o cuencas del país, este capítulo tiene como propósito presentar una caracterización económica de Chile y las dos regiones incluidas para el análisis cuantitativo de sus características económicas asociadas a los principales servicios del agua: Agricultura, Minería, Industria Manufacturera, Electricidad y Suministro de Agua Potable.

3.1 Características Principales por Sector Geográfico

3.1.1 Características Principales de Chile

Chile está ubicado aproximadamente entre los paralelos 17°29' y 55°58' de latitud Sur del continente sudamericano, franja de territorial con una extensión de 4.200 km de norte a sur, que deriva en una gran heterogeneidad climática influida por el océano, a través de la corriente de Humboldt y el Anticiclón del Pacífico, en conjunción con la variabilidad morfológica representada por las cordilleras de Los Andes y de La Costa, junto con la Depresión Intermedia, le otorgan características de grandes contrastes que se ven reflejados en la distribución de los recursos hídricos (www.bcn.cl).

La precipitación media anual Chile es 1.525 mm/año. La región con menor precipitación corresponde a la región de Antofagasta con una media de 45 mm/año y, la con mayor precipitación es la región de Aysén, en la Patagonia Austral, cuya precipitación media de 3.263 mm/año. La escorrentía a nivel regional es de 29.245 m³/s que equivale a 51.218 m³/persona/año (DGA, 2016).

La capacidad de regulación instalada, considerando los 26 embalses de mayor tamaño, es de 12.961 Hm³ distribuidos entre la región de Antofagasta a la región del Biobío. De ellos, 350 Hm³ son para Agua Potable, 1.952 Hm³ para la generación de energía eléctrica, 2.112,7 Hm³ para riego y 8.546 Hm³ de uso mixto, para generación eléctrica y riego (DGA, 2016).

Según el Censo de Población y Vivienda del año 2017 desarrollado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) la población el año 2017 era de 17.574.003 habitantes, con una

densidad poblacional de 8,77 hab/km² donde el 87,8% vive en el área zona urbana y un 12,2% en área rural (www.censo2017.cl).

3.1.2 Características Principales de la Región de Antofagasta

La región de Antofagasta se localiza aproximadamente entre las latitudes 21°28' y 25°55' Sur. Se encuentra en el extremo norte del país, limitando al norte con la Región de Tarapacá, al sur con la Región de Atacama, al este con Bolivia y Argentina, y al oeste con el Océano Pacífico. Cuenta con una superficie de 126.049,1 km² que equivale al 16,67% del territorio nacional (www.bcn.cl).

La región de Antofagasta posee diversos climas: el desértico en el interior de la región cuya principal característica es su gran oscilación térmica, presentando las cuatro estaciones del año en un día; en la zona del litoral el clima es templado producto de la influencia de la Corriente de Humboldt. Otra característica de la zona es la presencia de la Camanchaca, que es una espesa niebla que cubre desde el mar a la costa, chocando con los farellones costeros, lo que permite la irrigación del desierto, fenómeno que se reproduce a lo largo de sus 500 kilómetros de costa (www.bcn.cl).

La precipitación media anual de la región es de 45 mm/año. En la costa, la precipitación se produce en los meses de invierno con una media de 1,7 mm/año, a diferencia de la parte alta de la región (altiplano), donde la mayor contribución de agua por precipitación es entre diciembre y marzo, con una precipitación media de 142,7 mm/año (DGA, 2016).

La escorrentía a nivel regional es de 0,9 m³/s que equivale a 47 m³/persona/año y está compuesta por 10 cuencas, donde destaca la cuenca del río Loa, de régimen fluvio-nival, por ser la de mayor contribución de escorrentía superficial, que con un área de 33.081 km² y un cauce de 440 km de longitud que posee un caudal medio anual de 0.55 m³/s. La Región cuenta con un embalse de regulación para riego cuya capacidad es de 22 Hm³ (DGA, 2016).

Según el Censo de Población y Vivienda 2017, la población el año 2017 era de 607.534 habitantes, con una densidad poblacional de 8,77 hab/km² donde el 87,8% vive en el área zona urbana y un 5,9% en área rural (www.censo2017.cl).

3.1.3 Características Principales de la Región del Maule

La región del Maule se sitúa entre los 34°41' y los 36°33' de latitud sur. Limita al norte con la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, al sur con la región del Biobío, al oeste con el Océano Pacífico y al este con el límite internacional de la república de Argentina. La superficie regional es de 30.296,10 km², que representa el 4.0% de la superficie nacional (www.bcn.cl).

Esta región presenta los cinco relieves tradicionales del país con un clima mediterráneo cálido y subhúmedo el que permite la existencia de vegetación nativa y el desarrollo de plantaciones artificiales (www.bcn.cl).

La precipitación media anual de la región es de 1.377 mm/año, donde la zona costera cuenta con una precipitación media anual de 761,9 mm/año, el valle central con 863,8 mm/año y, en la Cordillera de Los Andes, una precipitación media de 1.821,1 mm/año. (DGA, 2016).

La escorrentía a nivel regional es de 767 m³/s que equivale a 23.191 m³/persona/año. Cuenta con dos sistemas hidrográficos: cuenca del río Mataquito, que drena una hoya de 6.200 km² con un caudal medio de 153 m³/s y, la cuenca del río Maule con una hoya de 20.300 km² y caudal medio de 467 m³/s. (DGA, 2016).

La Región cuenta con cinco embalses de regulación, cuyas capacidades por uso son: 1.544 Hm³ para generación eléctrica, 307 Hm³ para riego y 1.420 Hm³ de uso mixto, para generación eléctrica y riego (DGA, 2016).

Según el Censo de Población y Vivienda la población el año 2017 era de 1.044.950 habitantes, con una densidad poblacional de 34,47 hab/km² donde el 73,2% vive en el área zona urbana y un 26,89% en área rural (www.censo2017.cl).

3.2 Indicadores Principales del Análisis Económico de los Servicios del Agua

3.2.1 Demanda Hídrica por Uso

La **tabla 1** presenta las principales demandas hídricas de Uso Consuntivo y Uso No Consuntivo estimadas por la DGA para el año 2015 y el funcionamiento económico en los territorios en análisis.

Tabla 1: Volúmenes de demanda de agua dulce por sector económico en el año 2015 en miles de metros cúbicos por año

SERVICIO	CHILE		REGIÓN DE ANTOFAGASTA		REGIÓN DEL MAULE	
	Demanda (Mm ³ /año)	%	Demanda (Mm ³ /año)	%	Demanda (Mm ³ /año)	%
Consumo Humano	1.290.893	11,8%	39.186	14,7%	59.237	2,0%
Agrícola/Pecuario	7.961.305	73,0%	46.332	17,4%	2.826.940	96,6%
Mínero	430.296	3,9%	151.072	56,8%	0	0,0%
Industrial	730.853	6,7%	29.563	11,1%	33.304	1,1%
Generación Eléctrica	495.382	4,5%	0	0,0%	7.709	0,3%
CONSUNTIVO	10.908.729		266.153		2.927.190	
Acuícola	89.015.537	57,5%	0	0%	389.865	2,0%
Generación Eléctrica	65.747.526	42,5%	5.397	100%	18.959.974	98,0%
NO CONSUNTIVO	154.763.063		5.397		19.349.839	

Elaborada a partir de la información recopilada del documento Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile - DGA 2017.

Las demandas del funcionamiento económico del país han sido determinadas para el 2015 en 10.908.729 Mm³/año de usos consuntivos y 154.763.063 Mm³/año de uso no consuntivos. Lo que equivale a 621 m³/persona/año de uso consuntivo, valor que corresponde a 1,2% la disponibilidad estimada.

Respecto de la región de Antofagasta, las demandas de su funcionamiento económico han sido estimadas en 271.550 Mm³/año de usos consuntivos y no consuntivos. Lo que equivale a 438 m³/persona/año de uso consuntivo, valor que corresponde al 936% la disponibilidad estimada, lo que denota que existe una gran presión sobre dicho recurso.

Contrastando con la región de Antofagasta, las demandas del funcionamiento económico de la región del Maule han sido determinadas en 2.927.191 Mm³/año de usos consuntivos y 19.349.839 Mm³/año de uso no consuntivos, que equivale a 22.303 m³/persona/año de uso consuntivo, valor que corresponde a 13% la disponibilidad estimada.

3.2.2 Producto Interno Bruto, PIB

A continuación, se presenta la evolución de los ingresos que generan los diferentes servicios analizados en miles de millones de pesos chilenos por cada división territorial en análisis.

Tabla 2: Serie PIB 2013-2018 de Chile.

SERIE	PIB (MM\$)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Agropecuario-silvícola y Pesca	4.031	4.543	5.202	5.883	5.924	5.616
Minería	15.144	16.212	13.686	13.652	17.381	18.511
Industria manufacturera	15.326	16.820	18.606	18.608	18.687	20.137
Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	3.544	3.673	4.719	5.189	5.282	5.531
PIB NACIONAL	137.876	148.599	159.553	169.537	179.756	191.266

Elaborada con la información estadística recopilada en la base de datos Cuentas Nacionales del Banco Central (www.bcentral.cl).

Conforme a la información presentada en tabla anterior, en el año 2016 las aportaciones directas al PIB nacional realizada por los sectores productivos en análisis indicados son de 43.332 MM\$, que equivalen al 25,6% del PIB nacional, donde destaca la industria manufacturera con un aporte del 11% del PIB, seguido por el sector minero, con un aporte del 8,1% y el sector agropecuario, cuyo aporte es del 3,5% del PIB.

Tabla 3: Serie PIB 2013-2018 de la región de Antofagasta.

SERIE	PIB (MM\$)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Agropecuario-silvícola y Pesca	3	3	4	4	4	4
Minería	7.380	8.054	6.892	6.747	8.535	9.412
Industria manufacturera	794	759	800	680	616	702
Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	401	416	637	804	806	931
PIB REGIÓN ANTOGAFASTA	13.843	15.048	14.553	14.405	15.831	17.482

Elaborada con la información estadística recopilada en la base de datos Cuentas Nacionales del Banco Central (www.bcentral.cl).

El aporte al PIB nacional de la región de Antofagasta en el año 2016 es de un 8,5%. A su vez, las aportaciones directas al PIB regional realizada por los sectores productivos indicados son de 8.235 MM\$, que equivale al 57,2% del PIB regional, donde solo el sector minería equivale al 46,8% del PIB regional, indicando que la región es eminentemente una región minera.

Tabla 4: Serie PIB 2013-2018 de la región del Maule

SERIE	PIB (MM\$)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Agropecuario-silvícola y Pesca	555	609	745	843	865	863
Minería	54	60	107	87	170	229
Industria manufacturera	581	670	873	707	627	900
Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	297	373	430	384	384	457
PIB REGIÓN DEL MAULE	4.232	4.614	5.454	5.747	5.901	6.609

Elaborada con la información estadística recopilada en la base de datos Cuentas Nacionales del Banco Central (www.bcentral.cl).

En el año 2016 el aporte al PIB nacional de la región del Maule es de un 3,45%. Respecto de las aportaciones directas al PIB regional realizada por los sectores productivos indicados son de 2.078 MM\$, que equivale al 36,1% del PIB regional, donde el aporte de la producción agropecuaria al 14,7% del PIB regional, seguido por la industria manufacturera con el 12,3% del PIB regional.

3.2.3 Exportaciones

Las exportaciones corresponden a las ventas o envíos de los productos nacionales al exterior. El momento de registro de las transacciones lo define el cambio de propiedad y la valoración se realiza a precios de mercado denominado FOB, sigla del inglés *Free on Board* y que en español puede utilizarse como Franco a Bordo.

La información estadística nacional que se presenta en la **tabla 5** considera los datos de las operaciones de exportación, clasificadas por los servicios analizados, para su uso o consumo en el exterior. La categorización realizada corresponde al clasificador de productos elaborada por el Subdepartamento de Estadísticas y Estudios, Servicio Nacional de Aduanas.

Tabla 5: Evolución entre 2013 y 2018 de exportaciones de Chile en Valores FOB MMUS\$

Año	Total	Agropecuario	Minería	Industria
2013	78.908	5.317	44.079	27.499
2014	76.290	5.558	39.395	29.323
2015	63.399	5.257	31.411	24.715
2016	64.036	5.944	30.698	25.378
2017	69.640	5.680	36.680	25.262
2018	77.543	6.484	40.171	28.871

Elaborada a partir de la estadística publicada por el Servicio Nacional de Aduanas (www.aduana.cl).

Conforme a la información presentada, de la suma de los sectores analizados, se tiene que para el año 2016 el 47,9% de las exportaciones de Chile corresponden al sector minero, seguido del sector industrial y agropecuario con un 39,6% y 9,3% de las exportaciones, respectivamente.

La **tabla 6** da cuenta de la evolución de las exportaciones de los sectores en estudio entre los años 2013 y 2018 por tipo producto, en la región de Antofagasta.

Tabla 6: Evolución entre 2013-2018 de exportaciones de la Región de Antofagasta en Valores FOB MMUS\$

Año	Total	Agropecuario	Minería	Industria
2013	25.560	3	24.079	1.478
2014	23.494	4	21.982	1.508
2015	19.876	5	18.505	1.366
2016	17.973	3	16.453	1.517
2017	20.374	3	19.223	1.148
2018	24.159	4	23.009	1.146

Elaborada a partir de las estadísticas regionales informadas mensualmente por el INE y ODEPA (www.ine.cl y www.odepa.cl)

La región de Antofagasta tiene una fuerte vocación exportadora, con una alta concentración en el sector minería, que en el año 2016 representa un 91,5% de la exportación de los sectores analizados.

La **tabla 7** presenta la evolución de las exportaciones de la región del Maule entre los años 2013 y 2018, años entre los cuales no existe registro de exportaciones del sector minería.

Tabla 7: Evolución años 2013-2018 de exportaciones de la Región del Maule en Valores FOB MMUS\$.

Año	Total	Agropecuario	Industria
2013	2.270	1.680	591
2014	2.594	1.783	811
2015	2.340	1.613	727
2016	2.355	1.717	638
2017	2.275	1.641	634
2018	2.846	1.976	871

Elaborada a partir de las estadísticas regionales informadas mensualmente por el INE y ODEPA (www.ine.cl y www.odepa.cl)

En la región del Maule, para el año 2016, el sector agropecuario representó el 72,9% de las exportaciones, siendo el resto, exportaciones asociadas al sector industria.

3.2.4 Fuerza de Trabajo

La fuerza de trabajo también es considerada una información relevante para el análisis pues está asociada al bienestar social de la población. A continuación, en la **tabla 8** se presenta la información estadística clasificada por zona geográfica, rubro de actividad económica asociada a los servicios del agua, considerando el número de trabajadores dependientes, sin considerar otros tipos de trabajadores, como los independientes y esporádicos.

Tabla 8: Fuerza de Trabajo – Año 2016.

Rubro de Actividad Económica	Número de Trabajadores		
	Nacional	Antofagasta	Maule
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1.096.542	1.880	158.062
Explotación de minas y canteras	106.393	10.445	2.624
Industria manufacturera	1.081.689	27.750	35.694
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	53.244	2.404	266
Suministro de agua; evacuación de aguas residuales y otros	31.396	1.639	1.542
Subtotal Rubros	2.369.264	44.118	198.188
Total	9.102.849	180.778	392.476

Medida en Número de Trabajadores Dependientes Informados por las empresas asociadas a los distintos rubros de actividad económica. Elaborada con base en la información estadística publicada por el Servicio de Impuestos Internos (www.sii.cl).

A nivel país, los rubros asociados a los servicios de agua requieren del 26% de la fuerza laboral analizada, destacando la actividad agropecuaria con un 12% de la mano de obra contratada y la industria manufacturera, con un 11,9% de ésta.

En la región de Antofagasta, la demanda de mano de obra de la minería no destaca con el 5,8% de la mano de obra demandada; una posible razón es que la medición incluye solamente a los trabajadores dependientes de empresas cuya declaración se realiza en la Región, por lo que podría existir un número de trabajadores que no esté contratado por una empresa regional o que no cuenten con contrato de trabajo en éstas. Por su parte, la mayor demanda de trabajadores dependientes corresponde a la industria manufacturera, con un 15,8% de la fuerza de trabajo regional.

En lo que respecta a la región del Maule, el 40,3% de la fuerza laboral corresponde a la actividad agropecuaria. Sin embargo, dicha actividad se caracteriza por contratos informales o temporales asociados a las épocas de siembra o cosecha que no se ven reflejados en la tabla presentada.

4 RESULTADOS

En base a los antecedentes y estadísticas presentadas anteriormente, se realiza un análisis de los resultados obtenidos por las principales actividades económicas asociadas al uso del agua, de modo de comparar el impacto económico y social de los servicios del agua.

4.1. Análisis económico del uso del agua en la agricultura

Este sector productivo utiliza el 73% de las extracciones consuntivas de agua para regar 1,1 millones de hectáreas, generando exportaciones al año 2016 que significaron un 9% del total nacional y empleando alrededor del 12% de la fuerza laboral el mismo año.

El sector agropecuario generó al año 2016 un 3,5% del PIB Nacional. Sin embargo, en un análisis regional dicho valor resulta ampliamente variable; como ejemplo, en la región del

Maule su aporte representa el 14,7% del PIB a nivel regional, en cambio en la región de Antofagasta su participación resulta prácticamente nula.

En base a lo recabado en el Censo Nacional Agropecuario realizado por el INE el año 2007 (www.ine.cl) y actualizada mediante catastros y proyecciones realizadas por ODEPA, la actividad agrícola se distribuye a lo largo del país sumando un total de 1.108.559 hectáreas de riego de un total de 18.053.104 hectáreas de superficie agrícola, que incluye la superficie sembrada o plantada y las praderas, excluyendo las plantaciones forestales y bosque nativo.

Por su parte, la región de Antofagasta cuenta con 2.347 hectáreas regadas de una superficie de 667.737 de superficie agrícola utilizada, mientras que la región del Maule posee 305.529,2 hectáreas regadas de un total de 1.296.039,79 de superficie agrícola. Lo anterior representa un porcentaje de superficie regada del 23,6% y 63,2%, respectivamente.

A nivel nacional la superficie regada mediante sistemas de aspersión o goteo representa un 27,7% (307.227,13 ha), en la región de Antofagasta un 2% (45,78 ha) mientras que en la región del Maule corresponde al 14,3% (43.582,22 ha). El resto de la superficie aun es regada por medios tradicionales gravitacionales.

Conforme a la información entregada por ODEPA, entre 1900 y 1970, el área regada se duplicó pasando de 500.000 a 1,1 millones de hectáreas. Alrededor de un 70% de este crecimiento fue financiado por el Estado. Entre 1997 y 2007, el área regada creció solamente 30.000 hectáreas (3%). Durante este mismo período, el área bajo riego tecnificado pasó del 9 al 28% del área regada. Sin embargo, los esfuerzos realizados para la tecnificación del riego no significan necesariamente una reducción en el consumo de agua, sino más bien una expansión del área regada y una reducción en la recarga de los acuíferos (Ministerio del Interior, 2015).

La información productiva en conjunto con la información económica analizada anteriormente es resumida en la siguiente **tabla 9** para el año 2016:

Tabla 9: Resumen parámetros analizados en la Agricultura – Año 2016

	Antofagasta	Maule	Nacional
Superficie Agrícola (ha)	3.715,8	1.296.039,8	18.053.104,4
Total Regado (ha)	2.346,8	305.529,2	1.108.559,1
PIB Sector (MM\$)	3,8	842,8	5.883,3
Empleo (Puestos de trabajo)	1.880,0	158.062,0	1.096.542,0
Exportaciones (MM US\$)	2,9	1.716,8	5.943,9

4.2. Análisis económico del uso del agua en la minería

En Chile la actividad minera ha tenido importancia económica desde tiempos prehispanicos. En la época del salitre, entre los años 1880 y 1930, la producción de éste llegó a significar el 40% de las exportaciones y un 30% del PIB del país. Hacia 1930, la exportación de salitre decayó al mínimo, producto de la recesión mundial y la sustitución del mineral por uno sintético. Aquella época coincidió con el inicio del, denominado, "ciclo del cobre", cuya relevancia en la economía nacional todavía perdura (www.minmineria.gob.cl).

En la actualidad, la actividad minera nacional se concentra principalmente en la explotación de minerales como el cobre, seguido muy de lejos por el hierro, oro y molibdeno. Según información publicada anualmente por el Servicio Nacional de Geología y Minería, el cobre en el año 2010 llegó a representar un 57% del total del ingreso por exportaciones en millones de dólares a nivel país, con una participación del 14,7% del PIB nacional, con una producción de 5.547 miles de toneladas. Sin embargo, y dadas las fluctuaciones en su precio internacional, al año 2016 la participación del cobre en la exportación bajó a un 45%, al 8,1% del PIB, aunque su producción fue incrementada a 5.620 miles de toneladas. A saber, la libra de cobre se cotizaba en 341,87 centavos de dólar en el año 2010, pasando a 220,56 centavos de dólar en el año 2016. En la **tabla 10** se presenta la evolución de del precio internacional del cobre con el aporte que genera su producción y explotación a nivel nacional.

Tabla 10: Principales indicadores económicos del cobre.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Precio Promedio Cobre (US\$/lb)	3,3212	3,1126	2,4923	2,2056	2,7968	2,9588
Producción Cobre (Mton)	5851	5793	5833	5626	5558	5872
Exportaciones Cobre (MMUS\$)	39739	37969	30374	27285	34662	36367
Exportaciones (MM US\$)	77368	76649	63362	60597	69230	75482
Participación Cobre Total	51,4%	49,5%	47,9%	45,0%	50,1%	48,2%

Elaborada con base en la información proporcionada por el SERNAGEOMIN (www.sernageomin.cl)

Por su parte, los aportes a la exportación de minera total de Chile del cobre hierro, oro y molibdeno al año 2016 correspondieron al 86,6%; 2,7%; 2,7% y 2,4%, respectivamente.

La región de Antofagasta en el año 2016 produjo 2.948 Mton de cobre representando el 52,4% de la producción nacional. En cambio, la región del Maule no cuenta con registro de explotación de dicho metal, pues sus actividades mineras están basadas en minería no metálica consistente en la explotación de caliza, pumicita, arena silíceo, cuarzo y zeolita.

Los volúmenes de utilización de agua fresca en la minería del Cobre definidos por la Corporación Chilena del Cobre (COCHILCO), dependen del tipo de proceso extractivo y la ley del mineral. Los minerales de cobre que se explotan en el país corresponden a: (i) Sulfuros de cobre, con el 69% de participación en la producción de cobre a nivel nacional, que se obtiene a través de un proceso denominado “concentración”, y (ii) el Óxido de cobre, que se procesa a través de la “lixiviación”, representando el 31% restante de la producción nacional.

Según información publicada por COCHILCO, en el año 2015 las tasas de consumo de agua fresca por tonelada de mineral procesado dulce en Chile se promediaron en 0,52 m³/ton para la concentración y 0,18 m³/ton para la lixiviación. En tanto, en la región de Antofagasta dichas tasas fueron 0,43 m³/ton y 0,11 m³/ton, respectivamente (DGA, 2017).

Otra actividad económica relevante para el análisis es la minería de los compuestos de litio, que se extraen mediante el procesamiento de salmueras cloruradas con alto contenido del

mineral. El litio se utiliza, entre otros, en la fabricación de baterías recargables, clave para la electromovilidad.

Chile posee el 48% de las reservas naturales, siendo el salar de Atacama, en la región de Antofagasta, la zona con mayor potencial y competitividad a nivel mundial para su explotación. En Chile, su explotación se realiza solo en la región de Antofagasta, donde la totalidad de la producción se destina a la exportación, que en el año 2016 ascendió a 499 miles de millones de dólares para una producción de 78.182 toneladas. A saber, solo entre el año 2015 y 2016 se registró un incremento de 38,7% en su producción (COCHILCO, 2018).

La producción de litio se realiza mediante la extracción de agua subterránea existente bajo el salar de Atacama, la que contiene sales de litio disueltas, que se evaporan al sol en la superficie para luego recoger el carbonato de litio que se transforma en litio metálico. Según estimaciones, la evaporación del 95% agua contenida en la salmuera equivale aproximadamente a 7,3 Hm³/año, según las tasas de producción del año 2016, en la zona más árida del planeta, el desierto de Atacama. Adicionalmente, también se realiza uso de agua dulce para el resto de las operaciones mineras, que se ha estimado en 20 m³ por tonelada producida (DGA, 2017).

La información productiva en conjunto con la información económica analizada anteriormente es resumida en la siguiente **tabla 11** para el año 2016:

Tabla 11: Resumen parámetros analizados en la Minería – Año 2016.

	Antofagasta	Maule	Nacional
Producción Cobre (Mton)	2.947,9	0	5.620,0
Producción Litio (Mton)	78,2	0	78,2
PIB Sector (MM\$)	6.746,8	87,0	13.652,3
Empleo (Puestos de trabajo)	10.445	2.624	106.393
Exportaciones (MM US\$)	30.697,5	0	30.697,5
Exportaciones Litio (MMUS\$)	499,1	0	499,1
Exportaciones Cobre (MM US\$)	14.649,2	0	27.927,6

4.3. Análisis económico del uso del agua en la generación eléctrica

De acuerdo con la información publicada en el Anuario Estadístico de Energía 2016, por la Comisión Nacional de Energía (CNE), la capacidad instalada de generación en Chile alcanza a 22.045 MW. El total de capacidad instalada al 2016 se categoriza en un 58% de termoelectricidad, 28% de hidroelectricidad convencional y 14% de Energía Renovable No Convencional, ERNC. Además de la capacidad de generación eléctrica neta instalada a diciembre de 2016, se registran 36 centrales de generación en prueba que en total alcanzan 911 MW, de los cuales el 96% son ERNC.

Proyectos en construcción a diciembre del año 2016, se contabilizaban 89 proyectos que en conjunto alcanzan una capacidad instalada de 6.380 MW, 52% de los cuales corresponde a generación mediante ERNC, principalmente solar fotovoltaica y eólica, y el restante 48% a generación convencional.

La Generación Eléctrica Bruta en el año 2016 alcanzó 73.877 GWh, compuesta un 78,5% de termoelectricidad, 24,2% hidráulica convencional y un 12,5% de ERNC. En cuanto a la distribución de energía eléctrica a nivel nacional, el mismo año alcanzó 66.579 GWh, distribuidos en 29% para consumo residencial y comercial, un 24% para consumo industrial y un 33% para consumo minero.

A nivel regional, el año 2016 la generación bruta de la región de Antofagasta alcanzó 19.469,8 GWh, con una distribución total de 14.761,1 GWh distribuido en un 2,9% al sector residencial y comercial, 4,8% al sector industrial y el 87,6% a minería. Por su parte, la región del Maule alcanzó una generación bruta de 53628,8 GWh y una distribución de 2.495,3 GWh desglosada por sector en 25,5% residencial y comercial, 32,6% a la demanda de industrial, un 6,2% a la agricultura.

Respecto del tipo de consumo de agua para generar energía eléctrica, se imputan los usos no consuntivos a las centrales hidroeléctricas de embalse o de pasada, en tanto que los usos consuntivos se asocian a los sistemas de refrigeración en centrales térmicas.

Respecto del análisis del valor que agrega la generación de energía en Chile, nos existe información respecto del PIB en función de la generación o distribución de energía eléctrica

separada de otros servicios como el gas, agua y gestión de residuos. Por lo tanto, no ha sido posible estimar el aporte al PIB de la generación de energía hidroeléctrica (uso no consuntivo) frente a otras generadoras, como las termoeléctricas (uso consuntivo de agua).

4.4. Análisis económico del uso del agua en la industria manufacturera

En Chile no existe estadísticas ni fuentes oficiales que cuantifiquen la demanda de agua para usos industriales, por lo que su análisis resulta de gran complejidad. A la dificultad anterior, se suma que existe un porcentaje de las industrias emplazadas dentro del área de concesión que se abastecen de empresas sanitarias y otro porcentaje que se autoabastecen, ya sea a través de fuentes subterráneas o superficiales. Sin embargo, no existe un registro público que permita identificar la fuente hídrica de cada industria.

A fin de poder abordar la cuantificación de las demandas se han realizado estimaciones de la demanda hídrica en base a los volúmenes de producción de la industria manufacturera con respecto a valores bibliográficos de caudales utilizados para la elaboración de los distintos productos, con su respectivo grado de recirculación, porcentaje de uso y factor efluente/demanda (DGA, 2017).

Para definir el tipo de fuente (propia o empresa sanitaria) utilizada por las industrias analizadas, se ha utilizado la siguiente información:

- Registros de vertidos de efluentes industriales, que se encuentran declarados en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Con dicha información y los factores de efluente/demanda por sector industrial se ha estimado el volumen demandado por la industria con fuente propia.
- Para la industria que se abastece de las empresas sanitarias, se ha consultado la información registrada en base al tipo de industria y caudales de consumo que mantiene Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS, pero no son consideradas dentro de la demanda para uso industrial.
- Para el caso de las industrias con fuente propia de agua pero que vierten a alcantarillado gestionado por una empresa sanitaria, estos efluentes quedan registrados en las planillas del Sistema de Facturación y Coberturas (SIFAC) de la SISS, en el apartado de calidad de aguas servidas por tipo de servicio.

La información productiva en conjunto con la información económica analizada anteriormente es resumida en la siguiente **tabla 12** para el año 2016:

Tabla 12: Resumen parámetros analizados en la Industria – Año 2016.

	Antofagasta	Maule	Nacional
PIB Sector (MM\$)	680,2	707,1	18.608,0
Empleo (Puestos de trabajo)	27.750	35.694	1.081.689
Exportaciones (MM US\$)	1.517,2	638,0	25.378,5

Elaborada en base a información presentada anteriormente.

5 DISCUSIÓN

De acuerdo con la recopilación y análisis realizado en secciones anteriores, en este capítulo se presentan parámetros o indicadores propuestos para analizar y comparar el aporte o beneficio generado por los distintos servicios del agua asociado a los sectores geográficos en estudio, de modo de hacerlos comparables y que sean un insumo para la toma de decisiones en post de una redistribución de los derechos de uso del recurso hídrico en Chile, principalmente en lo que respecta a usos consuntivos.

Para el análisis se evalúa el uso del agua como aporte al PIB por sector geográfico en términos de porcentajes, pero también respecto de la productividad por cada unidad de volumen utilizado y la eficiencia del uso del agua en dicho rubro, presentados en las **tablas 13, 14 y 15** para los diferentes territorios en análisis. Estas tablas anteriores demuestran que la productividad y eficiencia generada por cada uno de los servicios es variable a nivel país.

Tabla 13: Volúmenes requeridos para la generación de ingresos a nivel nacional.

Rubro	PIB 2016 (MM\$)	Demanda (Mm³/año)	Productividad (\$/m³)	Eficiencia (m³ cada MM\$)	% participación (PIB_{rubro} /PIB_{nacional})
Agropecuario	5.883	7.961.305	738,99	1.353.196	3,5%
Minería	13.652	430.296	31.727,75	31.518	8,1%
Industria	18.608	730.853	25.460,68	39.276	11,0%
Subtotal PIB	38.144				
PIB Nacional	169.537				

Elaborada con la información presentada anteriormente.

Tabla 14: Volúmenes requeridos para la generación de ingresos – Región de Antofagasta.

Rubro	PIB 2016 (MM\$)	Demanda (Mm ³ /año)	Productividad (\$/m ³)	Eficiencia (m ³ cada MM\$)	% participación (PIB _{rubro} /PIB _{nacional})
Agropecuario	4	46.332	81,69	12.240.870	0,0%
Minería	6.747	151.072	44.659,41	22.392	46,8%
Industria	680	29.563	23.008,61	43.462	4,7%
Subtotal PIB	7.431				52%
PIB Regional	14.405				

Elaborada con la información presentada anteriormente.

Tabla 15: Volúmenes requeridos para la generación de ingresos – Región del Maule.

Rubro	PIB 2016 (MM\$)	Demanda (Mm ³ /año)	Productividad (\$/m ³)	Eficiencia (m ³ cada MM\$)	% participación (PIB _{rubro} /PIB _{nacional})
Agropecuario	843	2.826.940	298,13	3.354.194	14,7%
Industria	707	33.304	21.232,42	47.098	12,3%
Subtotal PIB	1.550				27%
PIB Regional	5.747				

Elaborada con la información presentada anteriormente.

Para la región del Maule no se considera el aporte de la minería puesto que para explotación de sus productos no está considerada una demanda de agua.

El análisis respecto de los ingresos generados por las exportaciones está incorporado en el PIB. Sin embargo, el análisis resulta relevante pues la economía nacional tiene una fuerte dependencia de las variaciones de la cotización internacional de la libra de cobre. Como ejemplo se tiene el efecto de la variación del precio promedio del cobre entre los años 2014 y 2015. En el año 2015 la producción en toneladas aumentó en un 0,7% respecto del año 2014, pero el ingreso por su exportación disminuyó en más de 20%.

A saber, para incorporar las exportaciones al análisis se propone un factor respecto del grado de dependencia que tiene el PIB de las exportaciones por rubro.

Se propone también incorporar un **indicador social** asociado a la fuerza de trabajo utilizado por cada uso del agua analizado, como número de trabajadores asociados a cada unidad de volumen demandado y a los ingresos que genera dicha demanda.

Los indicadores propuestos se resumen para Chile en la **tabla 16**:

Tabla 16: Indicadores socioeconómicos de los servicios del agua.

Uso del agua	PIB/m ³	Exportación/ PIB	PIB/Empleos	m ³ /Empleos
Agropecuario	739	1,01	0,005	7
Minería	31.728	2,25	0,128	4
Industria	25.461	1,00	0,017	1

Si bien el uso del agua en la minería resulta de los más eficientes a nivel país, la estabilidad de sus ingresos depende fuertemente de factores externos y su aporte en generación de empleos considerablemente menor que la de los otros servicios analizados.

El Banco Mundial ha estimado la productividad del agua a nivel mundial para el año 2016 (PIB en US\$ por metro cúbico de extracción total de agua dulce) en 5,048 US\$/m³. En Chile, dicho valor es en promedio para los servicios analizados es 6,06 US\$/m³ en el mismo año. Donde los usos respecto de la minería e industria tienen una productividad de 45,871 US\$/m³ y 36,81 US\$/m³, respectivamente. En la agricultura el valor desciende a 1,068 US\$/m³.

El uso de agua para la minería es el más productivo muy por sobre la media de productividad mundial, pero que su demanda en Chile se produce en sectores donde es menor la disponibilidad de los recursos hídricos.

La creciente necesidad de ampliar el abastecimiento de agua para usos mineros, en especial en el norte del país, ha generado una fuerte inversión en la exploración de aguas subterráneas, mejoramiento de la tecnología para incrementar la eficiencia de su uso, la compra de derechos de aprovechamiento de agua que estaban asociados al riego y al aumento considerable de plantas desalinizadoras, que en su mayoría, están ubicadas en la Región de Antofagasta con un total de 12 y otras 8 plantas proyectadas con distintos estados de avance, que en conjunto aportan 7.400,6 l/s a la oferta.

Para el análisis del valor que agrega la generación de energía en Chile, no se encontró información respecto del PIB en función de la generación o distribución de energía eléctrica separada de otros servicios como el gas, agua y gestión de residuos. Por lo tanto, no ha sido posible estimar el aporte al PIB de la generación de energía hidroeléctrica (uso no consuntivo) frente a otras generadoras, como las termoeléctricas (uso consuntivo de agua). Sin embargo, dado que existen diferentes fuentes que han corroborado la relación entre el aumento del PIB y la distribución de energía, se propone investigar el aporte al PIB por cada tipo de generación, de modo de hacer un uso más eficiente de los recursos.

6 CONCLUSIONES

Ante la posibilidad de generar una revisión y redistribución de los recursos hídricos del país, el desafío consiste en la articulación y confección de un instrumento metodológico capaz de vincular el comportamiento hídrico de las cuencas hidrográficas con indicadores socioeconómicos y así apoyar la toma de decisiones racionales en la distribución de los recursos hídricos conduciéndolo hacia un modelo de gestión integral de la cuenca. En un escenario como el descrito anteriormente, se hace relevante la necesidad de establecer un sistema de métricas que permita correlacionar de una manera científica la oferta hídrica con las demandas provenientes de la población y de los diferentes sectores económicos, y así evaluar capacidades para la generación de empleo y valor económico, como también las estrategias de desarrollo y crecimiento sustentable.

Se recomienda un trabajo interdisciplinario para la elaboración de una matriz de decisión, donde a los elementos analizados se le incorporen nuevas dimensiones de análisis como:

- La eficiencia del uso de energía eléctrica asociada a los servicios del agua, que también implica directa e indirectamente el uso de recursos hídricos.
- Incorporar variables medioambientales de los servicios respecto de las emisiones, huella de carbono, huella hídrica, a fin de que la toma de decisiones tenga sustentabilidad en el tiempo.
- Incorporar otras dimensiones económicas, como factores que incluyan la interrelación de los diferentes sectores productivos.

- Se recomienda la generación de modelos hidrológicos y de operación hídrica que estén acoplados con las actividades económicas para generar escenarios de gestión de manera integral.

Adicionalmente, en el ámbito legislativo, se recomienda procurar una gestión a nivel de cuenca hidrográfica dinámica, que permita adaptar la distribución de los recursos hídricos a las condiciones climáticas, sociales, ecológicas, tecnológicas, financiera, entre otras. Para ello, se sugiere generar organismos a nivel de cuenca que puedan utilizar parámetros y metodologías en dicha distribución, modificando la tenencia individual de derechos de uso de aprovechamiento que hoy rige la utilización del recurso.

Si bien el agua tiene una categoría jurídica de dominio público, desde el punto de vista del análisis económico se comporta como bien privado, por lo que se debe procurar generar soluciones óptimas a las demandas para los diferentes servicios que compiten entre sí por el uso de los recursos hídricos.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Aduanas (2019). *Anuario Estadístico 2018*. Servicio Nacional de Aduanas. Ministerio de Hacienda.
- Banco Mundial. (2011). *Chile: Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos*, Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Región para América Latina y el Caribe.
- Banco Mundial. (2013). *Chile: Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua*. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Región para América Latina y el Caribe
- CNE (2017) *Anuario estadístico de energía 2016*. Comisión Nacional de Energía. Ministerio de Energía.
- COCHILCO (2018) *Mercado internacional del litio y su potencial en Chile*. Dirección de Estudios y Políticas Públicas. Comisión Chilena del Cobre.
- DGA (2016). *Atlas del Agua Chile 2016*. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas
- DGA (2017). *Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile*. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas
- Ministerio del Interior (2015) *Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015*. Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos. Ministerio del Interior y Seguridad Pública
- SERNAGEOMIN (2017) *Anuario de la minería de Chile 2016*. Servicio Nacional de Geología y Minería. Ministerio de Minería.
- SERNAGEOMIN (2019) *Anuario de la minería de Chile 2018*. Servicio Nacional de Geología y Minería. Ministerio de Minería.
- www.bcn.cl (Biblioteca Nacional del Congreso de Chile) *Chile, relieve, clima e hidrografía* https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/index_html
- www.bcn.cl (Biblioteca Nacional del Congreso de Chile) *Región de Antofagasta, relieve, clima e hidrografía*. <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region2>
- www.bcn.cl (Biblioteca Nacional del Congreso de Chile) *Región del Maule, relieve, clima e hidrografía*. <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7>

www.minmineria.gob.cl (Ministerio de Minería) *Historia de la minería en Chile.*
<http://www.minmineria.gob.cl/%C2%BFque-es-la-mineria/historia-de-la-mineria-en-chile/>