



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Pregrado
Carrera de Geografía.

**INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA EN INFRAESTRUCTURA
HIDRÁULICA. IMPACTO EN LA CIRCULACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA,
PERÍODOS 1981-2019.**

Memoria para optar al título profesional de Geógrafa.

MARIAM NINA JESUS MENDOZA AGUIRRE

Profesora Guía: María Christina Fragkou.

SANTIAGO – CHILE

2020

Memoria financiada por Proyecto Fondecyt Regular 1181859 "*Reconfiguring hydrosocial territories, disclosing socially constructed scarcities; an analysis of State responses to permanent and temporal water deficits in Chile*"

Agradecimientos.

A mi mamá, que la amo más que a nada en esta vida.

A mi hermano Emmanuel, por acompañar, aconsejar y enseñarme lo incondicional y perpetuo que puede ser el cariño de un hermano.

A la profesora María Fragkou y a Tamara Monsalve, por guiarme en el proceso, las reuniones con ustedes fueron tan alegres como fructíferas. De verdad muchas gracias por el tiempo, paciencia y conocimiento entregado.

A los compañeros que se convirtieron en amigos, los quiero a todos y para siempre.

Resumen

La presente memoria analiza el comportamiento de los actores públicos y privados en torno a la inversión de infraestructura hidráulica en la región de Antofagasta. Para este análisis la investigación contempla información respecto a los montos de inversión de proyectos hidráulicos ingresados en el Servicio de Evaluación Ambiental, la evolución en la cantidad de proyectos por año, distinción de los tipos de infraestructura hidráulica según su funcionalidad, localización geográfica y tipo de inversionista del proyecto hidráulico.

El análisis contempla el período comprendido entre los años 1981- 2019, busca evaluar cómo ha influido la inversión en infraestructura hidráulica según sea su tipo de financiamiento en la circulación del agua en Antofagasta. Cuestionar la efectividad de la construcción de infraestructura hidráulica como solución a los problemas de escasez en la región, invitando a una reflexión respecto a que la infraestructura hídrica podría o no significar una solución eficiente mientras existan límites legislativos que comprendan el agua como un bien de transable en el mercado y no como un elemento vital para el desarrollo humano.

Índices

Índice de Contenido

Agradecimientos	2
Resumen	3
I Presentación de la investigación	7
1.1 Introducción.....	7
Antecedentes generales área de estudio.	9
1.2.3 Aspectos Geográficos y Demográficos.	9
II Planteamiento del problema.	15
2.1 Consecuencias de la privatización del agua y su impacto en Infraestructuras hidráulicas de Antofagasta.	17
2.2 Pregunta de investigación	19
2.3 Objetivos	19
2.3.1 Objetivo General.....	19
2.3.2 Objetivos Específicos.....	19
III Estado del Asunto.	21
3.1 Infraestructura hidráulica. Definición, clasificación y funcionalidad.	21
3.1.2 Obras de Captación o extracción.	23
3.2.2 Obras de Conducción hídrica.....	23
3.1.4 Potabilización, tratamiento de aguas.....	24
3.1.5 Obras de regulación y control de aguas.....	26
3.2 Rol de la institucionalidad en la gestión de Infraestructura hidráulica como mecanismo para la resolución de problemas de escasez hídrica.	26
3.3 Enfoques sobre la Infraestructura Hídrica como medida de resolución de problemas hídricos.	30
3.3.2 Impactos ambientales producidos por las plantas desalinizadoras.	30
3.3.3 Infraestructura hídrica como parte de la solución a la escasez.	32
IV Marco Metodológico	33
4.1 Catastrar la evolución de infraestructura hidráulica construida en Antofagasta desde 1981 a la actualidad. Así como sus costos y tipo de inversionista.	34
4.2 Identificar y analizar la distribución de infraestructura hidráulica en la región de Antofagasta, según funcionalidad y monto de inversión.	35
4.3 Analizar cómo la infraestructura hidráulica ha configurado la disponibilidad y distribución del agua en la región.	36
V Resultados	38
5.1 Catastro de la evolución de infraestructura hidráulica construida en Antofagasta desde 1994 a la actualidad. Costos y tipo de inversionista.....	38
5.1.2 Catastro de infraestructura Hidráulica por año, nombre y tipo de inversionista	42

5.2 Identificar la distribución de infraestructura hidráulica en la región de Antofagasta, según funcionalidad y monto de inversión.	42
5.3 Identificar cómo la infraestructura hidráulica ha configurado la disponibilidad y distribución del agua en la región	47
5.3 Analizar cómo la normativa/ privatización ha impactado en la dinámica de inversión actual en infraestructura hidráulica.	50
VII Discusiones.	56
7.1 ¿Puede una mayor inversión y cantidad de infraestructura hidráulica disminuir el problema de escasez en Antofagasta?.....	56
VI Conclusiones.....	60
VII Bibliografía.....	62

Índice de anexos.

Anexo 1 Cobro de agua por M3 según empresa sanitaria	66
Anexo 2 Proceso de Planta Desalinizadora	66
Anexo 3 Tecnología según empresa sanitaria para el tratamiento del agua	¡Error!
Marcador no definido.	
Anexo 4 Tecnología utilizada según empresa sanitaria para el tratamiento del agua..	67
Anexo 5 Tabla Síntesis. Nombre del proyecto, monto, clasificación y tipo de titular....	70
Anexo 6 Calidad química del agua en la región de Antofagasta	71
Anexo 7 Organigrama DOH.....	72
Anexo 8 Nombre Proyectos de Infraestructura Hídrica. Visualización con número para los Mapas 3,4 y 5.....	80
Anexo 9 Infraestructuras hidráulicas realizadas desde los años 1994-2019, nombre del proyecto y tipo de inversión.....	82

Índice de Mapas

Mapa 1 Área de estudio. Región de Antofagasta	10
Mapa 2 Clima área de estudio. Región de Antofagasta Fuente:	12
Mapa 3 Localización de infraestructura y su tipo de inversionista	43
Mapa 4 Localización de la infraestructura y su función	44
Mapa 5 Zonas de Agotamiento de aguas superficiales.....	61

Índice de tablas.

Tabla 1 Antecedentes generales Fuente:.....	9
Tabla 2 Antecedentes demográficos generales	11
Tabla 3 Clasificación de Infraestructura Hidráulica según funcionalidad y estructuras vinculadas	22
Tabla 4: Organismos vinculados con la gestión y manejo de aguas	28
Tabla 5 Plantas desalinizadoras y tipo de agua que producen	48
Tabla 6 Distribución del agua según sector en la región de Antofagasta	50

Índice de Esquemas.

Esquema 1 Circuito común de plantas de Tratamiento	24
Esquema 2 Metodología de Investigación.....	34
Esquema 3 Hitos de la infraestructura hídrica	55

Índice de Gráficos.

Gráfico 1 Oferta y demanda de agua dulce por región Fuente:.....	14
Gráfico 2: Rentabilidad de los activos Sanitarios a nivel Nacional.....	14
Gráfico 3 Proyectos aprobados de Infraestructura Hidráulica y su inversión entre 1994- 2019	39
Gráfico 4: Total de Proyectos Aprobados según tipo de titular Fuente:.....	39
Gráfico 5 Inversión total en Proyectos según tipo de titular I.....	40
Gráfico 6 Inversión Total según Funcionalidad del Proyecto Hidráulico	40
Gráfico 7 Proyectos según funcionalidad de la Infraestructura Hidráulica	41
Gráfico 8 Tipo de agua generada por las plantas desalinizadoras en Antofagasta ...	49

I Presentación de la investigación.

1.1 Introducción.

Durante las últimas tres décadas, la presión sobre los recursos hídricos en Chile se ha intensificado considerablemente, producto de la estrategia de desarrollo que ha adoptado el país. Esta estrategia se basa en la privatización de gran parte de los recursos naturales, también promueve fuertemente las exportaciones de materias primas como el cobre y productos agrícolas, la madera y su pulpa, el salmón y el vino, todas ellas grandes demandantes de agua en su proceso productivo, y que además gran parte de ellas son producidas en las cuencas fluviales más pobres del país. Esta tendencia continuará en el corto a mediano plazo sin mayores variaciones y con un factor añadido relacionado con la calidad de las aguas, cada vez más deficitaria en algunas cuencas del país, además de los efectos del cambio climático que se proyectan más intensos en la zona centro norte del país (Banco Mundial, 2011).

Se proyecta que el 2035 al menos tres mil millones de personas estarán viviendo en condiciones de severa limitación de este vital elemento. (MOP, 2016) Es importante destacar que esto no es sólo un problema de las naciones más pobres. En la mitad de los países de la OCDE la accesibilidad al agua constituye ya un problema o lo será en el futuro (WWAD, 2019).

Internacionalmente los debates sobre la gestión del agua han sido impulsados por factores sociales, económicos y ambientales. Particularmente en las regiones áridas, las demandas y la competencia por el agua han crecido más allá de los límites sustentables de los recursos disponibles. La creciente escasez relativa del agua ha incrementado su valor económico la ha convertido en el foco de crecientes conflictos políticos y ambientales (Bauer, 2002).

A nivel nacional, el agua es utilizada de diversa maneras y cantidades según sea el sector productivo. En los últimos años, se ha producido un crecimiento de la demanda y una consecuente crisis de abastecimiento, esto ha generado conflictos, especialmente en el norte del país. (MOP, 2016). Debido a que en esta zona se presencia un clima mayormente desértico y con escasez de precipitaciones, además de caracterizarse por el desarrollo de la industria minera, intensificando la demanda del recurso hídrico. Frente a este escenario, surgen como alternativas la utilización de fuentes no convencionales de agua, de la mano con el desarrollo de tecnologías que permitan incorporar nuevas fuentes de agua a la oferta existente.

Considerando lo anterior, resulta de suma importancia entender el rol de las obras hidráulicas, aún más en zonas áridas donde el manejo del recurso debe ser optimizado y correctamente distribuido entre las esferas que conforman el territorio. Un país como Chile con sus características hidrológicas requiere de infraestructura multifuncional adecuada que permita una captación, tratamiento, distribución y control de agua eficientes, de forma de obtener una optimización del recurso.

En consideración, los desafíos y prioridades deben estar enfocados básicamente en la construcción de obras hidráulicas multifuncionales, combinando una infraestructura que asegure el agua para uso agrícola, agua potable, minería, y que facilite el uso recreacional y turístico (Armenta, 2008), lo anterior sin causar mayor impacto al medio ambiente y en armonía con el ecosistema. Estas obras siempre deben construirse en

función de un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos. Sin embargo, considerando el contexto nacional de la mercantilización del recurso hídrico, desarrollar una gestión que asegure la disponibilidad de agua para el consumo de la población y para el desarrollo productivo, en el mediano y largo plazo, a través de obras hidráulicas, constituye un gran desafío, al cual el estado no puede sustraerse. El gran obstáculo para la masificación de estas tecnologías, además del costo de inversión y mantención, son las limitaciones normativas que poseen hoy los principales organismos vinculados al manejo y planificación de recursos hídricos. Esto ha repercutido directamente en los montos de inversión en tecnologías e infraestructura hidráulica. Reflejándose en que la mayor parte de la infraestructura construida es financiada por actores privados, los que utilizan, generan y distribuyen dicha agua para sus procesos productivos. Provocando sobre todo tensiones en aquellas zonas con menos disponibilidad de agua.

Los recursos hídricos en la Región de Antofagasta siempre han conformado parte de los temas más controvertidos para la región. La actividad minera, la aridez y el conflicto por el uso del recurso han impulsado grandes debates que van desde la orientación económica de la región hasta el acceso al agua por parte de población (Baeza, 2016)

La investigación busca exponer el comportamiento de la Inversión Pública y Privada en infraestructura hidráulica en la Región de Antofagasta, con el fin de evaluar su relación con el actual escenario de estrés hídrico en la región, identificar quiénes y cuánto invierten y su relación con la circulación y cantidad de agua disponible en la región. Uno de los hitos claves para entender el marco normativo que regula el agua en Chile es la creación del código de aguas en el año 1981, es por ello que la investigación busca comprender el comportamiento de la inversión en infraestructura hídrica desde dicha fecha hasta la actualidad (2019).

Es importante destacar que el agua además de conformar un elemento físico también se debe comprender como un elemento vital integrador sobre el que los seres humanos han tejido múltiples significados a través de diversos procesos históricos. De esta manera, cada grupo humano posee una cultura del agua, representada por un sistema de símbolos materiales e inmateriales, que son el reflejo de la construcción social del espacio por parte de los habitantes (Trujillo, Mondaca, Aranguren, & Lomas, 2018) por lo que no basta tan solo con una distribución de agua potable para todos los hogares, esta debe ser bajo los parámetros de calidad de agua y seguridad hídrica. Por lo que, si bien se considera la utilización de tecnologías como medio para aliviar los problemas de falta de gestión o escasez, no se plantea como un mecanismo de solución total a los conflictos derivados del agua.

Para integrar cifras, datos concretos e hitos claves que han forjado la dinámica actual de inversiones en manejo de aguas, la metodología empleada fue del tipo mixta debido a que esta permite una complementariedad de ambas permitiendo el relato secuencial de los hechos. Se utilizaron como principales fuentes documentos normativos e institucionales, tanto nacional como del área de estudio, además de la sistematización de datos estadísticos que aportaron a un catastro de las inversiones en infraestructura hídrica realizada en el país durante los periodos de 1981 -2019 de manera que permita esclarecer las consecuencias del marco institucional y normativo del código de aguas, en materia de inversión de infraestructura hidráulica, su

repercusión en la distribución y cantidad de agua disponible en la región de Antofagasta.

Antecedentes generales área de estudio.

1.2.3 Aspectos Geográficos y Demográficos.

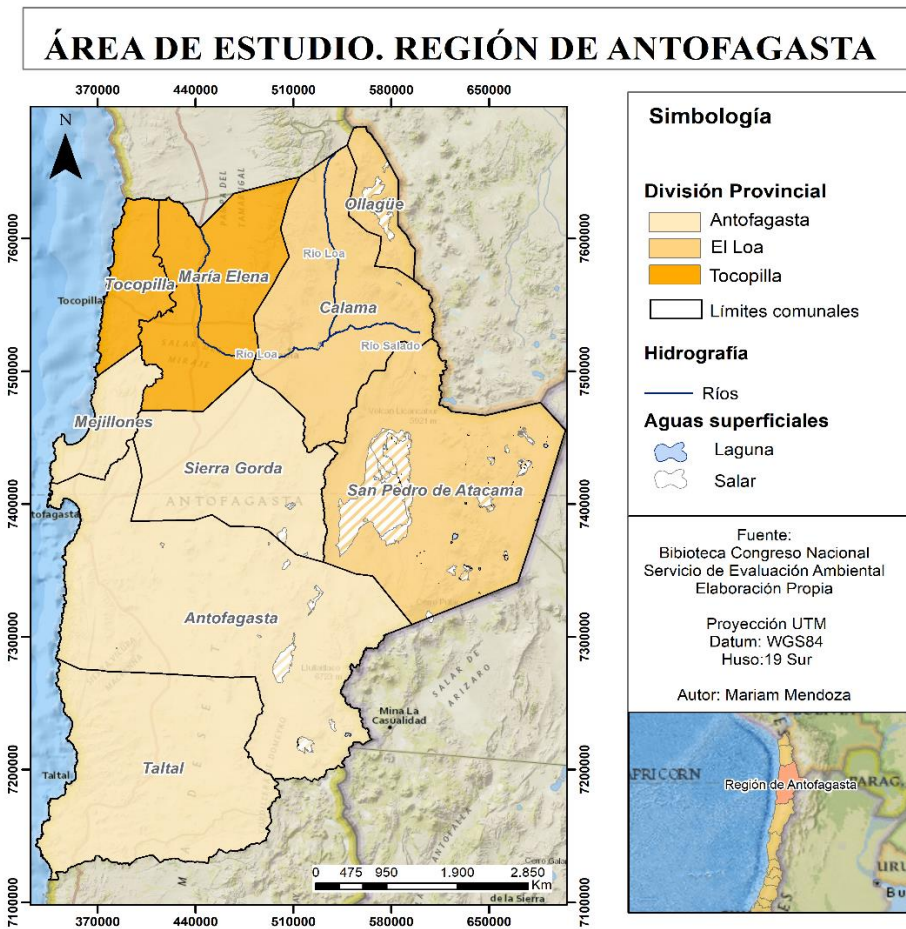
A continuación, se procede a mencionar las principales características del área de estudio. Estas permiten generar la información necesaria para comprender el contexto general dentro del cual se desarrolla la investigación y por qué la importancia de una infraestructura hídrica multifuncional que permita generar y distribuir agua de manera óptima y segura la cantidad de agua disponible en la región. Por lo anterior, los principales aspectos a mencionar son aquellos pertinentes con el clima de la región, dando cuenta de su extrema aridez y escasa escorrentía superficial, condiciones que permiten la formación del desierto más árido del mundo, el desierto de Atacama. La región también destaca por su intenso desarrollo de la industria minería, principalmente por la extracción y procesamiento de cobre. Además de ser la segunda región con mayor superficie a nivel nacional.

Geográficamente se localiza en el norte del país, entre los 21° 28' hasta aproximadamente los 25° 55' de latitud sur. La superficie a nivel regional presenta una longitud de 500 kilómetros aproximadamente, y abarca un área de 126.049,10 kilómetros cuadrados, equivalentes al 16,67% del territorio nacional¹ De acuerdo con su división político-administrativa, la región está constituida por tres provincias y nueve comunas, estas se distribuyen en las comunas de: Antofagasta, Mejillones, Sierra Gorda y Taltal para la provincia de Antofagasta; Calama, San Pedro de Atacama y Ollagüe para la provincia de El Loa y Tocopilla y María Elena, para la provincia de Tocopilla, siendo su capital regional la ciudad de Antofagasta.

Superficie	126,049,1 Km ²
% en la superficie nacional	16,7 %
Densidad	4,8 Hab/km ²

*Tabla 1 Antecedentes generales
Fuente: Elaboración propia en base a datos BCN. Censo, 2017.*

¹ <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region2>



Mapa 1 Área de estudio. Región de Antofagasta
 Fuente: Elaboración propia en base a BCN (2012).

En términos demográficos, la población alcanza los 607.534 habitantes (Censo, 2017) (Tabla 1) 23% más de lo registrado en el Censo 2002 y una densidad de 4,82 habitantes por kilómetro cuadrado, siendo una de las regiones a nivel nacional con menor densidad².

² <https://www.ine.cl/estadisticas/censos/censos-de-poblacion-y-vivienda>

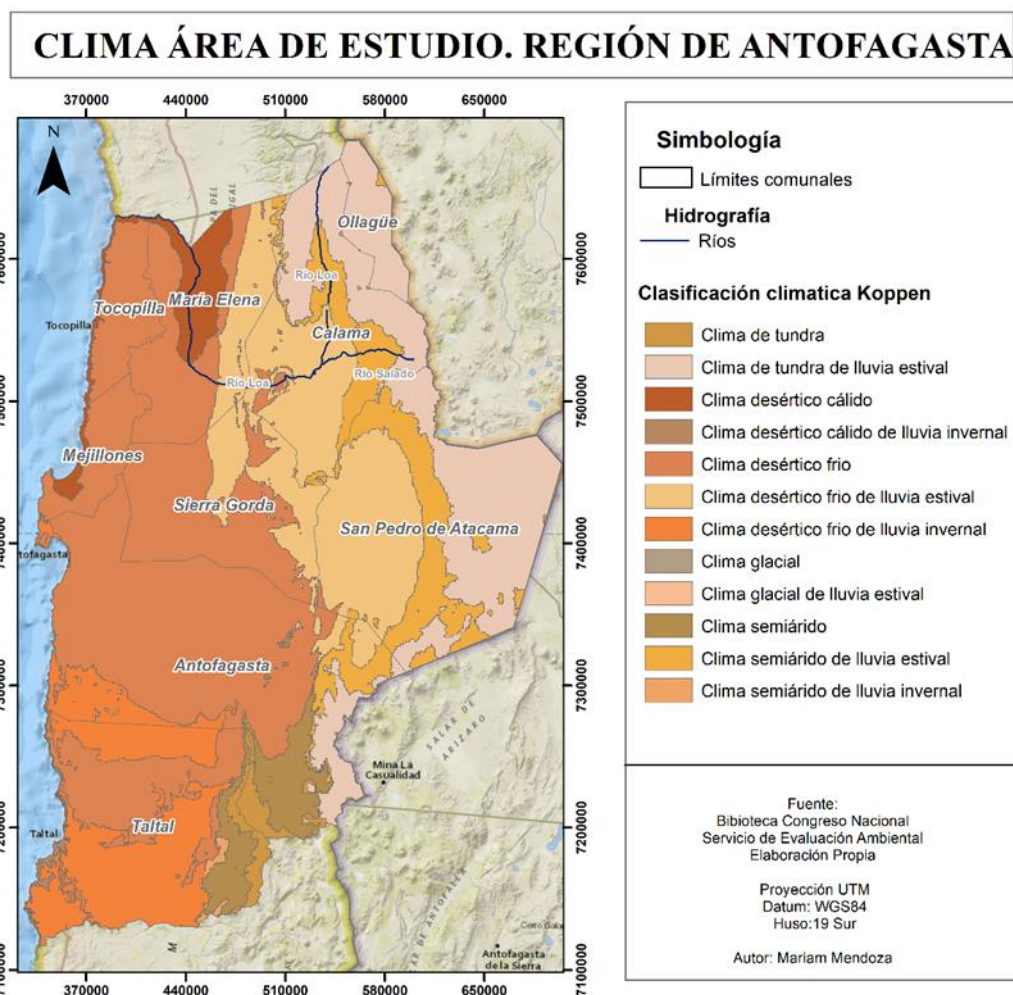
Población total	607.534
Población Urbana	571.748
% Mujeres	48,1
% Hombres	51,9
% Población Rural	2,1
% Pueblos Originarios	14,1
% Migrantes Internacional	11,0

*Tabla 2 Antecedentes demográficos generales
Fuente: Elaboración propia en base a datos BCN. Censo, 2017.*

1.2.1.2 Características Climáticas.

La región tiene un clima del tipo desértico, según la clasificación climática de Köppen-Geiger(1900). (Mapa 2). Esta se basa en la temperatura y precipitación media mensual y anual, además de usar la vegetación nativa para denominar los tipos de climas. Según la clasificación de koopen (1900) en la región predomina el clima del tipo desértico frío, sin embargo, en la costa de la región, donde se concentra gran parte de la población, predomina el del tipo desértico cálido, los climas de tipo desérticos y semi áridos son representativos en Antofagasta, dando cuenta de las condiciones climáticas de la región, la que se caracteriza por presentar una marcada aridez y escasez de agua. Esta situación, en combinación con la escasa vegetación existente, define uno de los paisajes naturales más áridos del mundo, el Desierto de Atacama. El principal factor que controla la vegetación en este tipo de clima no es la temperatura, sino que la sequedad. La aridez no corresponde únicamente a las precipitaciones, sino que también con las pérdidas de agua del suelo por evaporación (Reyes, 2012).

Desde el punto de vista pluvial, la región presenta dos situaciones diferenciadas con claridad. Por un lado, el altiplano, con abundantes lluvias durante el verano, y por el otro, las cordilleras, depresión intermedia y planicies, con una marcada ausencia de precipitaciones. (BCN, 2016).



Mapa 2 Clima área de estudio. Región de Antofagasta
 Fuente: Elaboración propia en base a BCN (2012)

1.2.1.3 Características Hidrológicas.

Respecto a la hidrografía en la región de Antofagasta se presenta sólo un río que desemboca en el mar: el río Loa. Siendo una de sus características principales el escurrimiento continuo de sus aguas durante todo el año, pero con un caudal moderado, el río Loa es el principal recurso hídrico de la región de Antofagasta. Posee un largo de 440 kilómetros desde su nacimiento en los faldeos norponiente del volcán Niño. Al interior y al sur del río Loa, que marca el límite norte de la región, se extiende el Desierto de Atacama, considerado el más extremo de la tierra por la falta de humedad, de agua dulce y de vegetación. (BCN, 2016).

La calidad de los flujos de agua en Antofagasta, Arica Parinacota y Tarapacá es cuestionable debido a la presencia de metales en sus flujos, domina una calidad de agua insuficiente durante todo el año, principalmente por el contenido de arsénico, limitando su uso prioritario (Radiografía del agua, 2018) El Índice de Calidad de Aguas Superficiales que indica si la calidad de agua disponible en las cuencas es apta para los diferentes usos o es una condición limitante para el desarrollo, muestra que las

regiones mencionadas se caracterizan por poseer una tendencia generalizada a una calidad insuficiente para diferentes usos. (FCH, 2018)

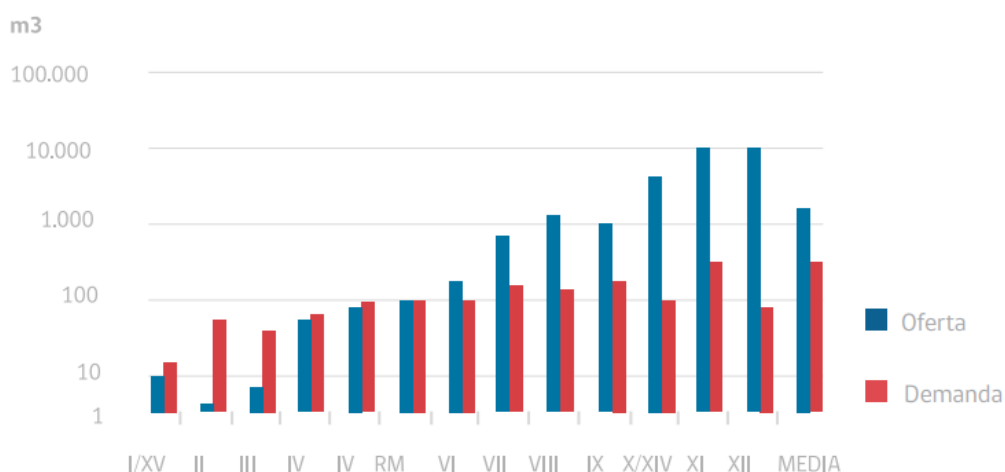
El resumen de la situación de calidad química de las aguas en la región de Antofagasta se representa en el anexo 1 elaborado por el Ministerio de Obras Públicas. Se reconocen los tipos de calidades presentes en la región, destacando que los afluentes superficiales tienen una clasificación entre 4 y 3, lo que implica una calidad regular y mala respectivamente, permitiendo su uso para riego riesgoso y para la conservación solo de comunidades acuáticas.

1.2.1.4 Agua potable en la región.

Chile tiene uno de los servicios sanitarios más caros de Latinoamérica con 7 de las diez ciudades en el ranking de mayores precios siendo Antofagasta parte del listado. Los especialistas defensores de las sanitarias hablan de “una relación con la calidad del servicio” dada la alta cobertura del sistema, lo cual con un sistema privado con baja fiscalización es bastante discutible. Este monopolio por ley tiene un 7% de ganancias mínimas sobre activos para, esto quedó establecido en 1988 con el Decreto con Fuerza de Ley N° 70, firmado por Augusto Pinochet y sus ministros de Obras Públicas.

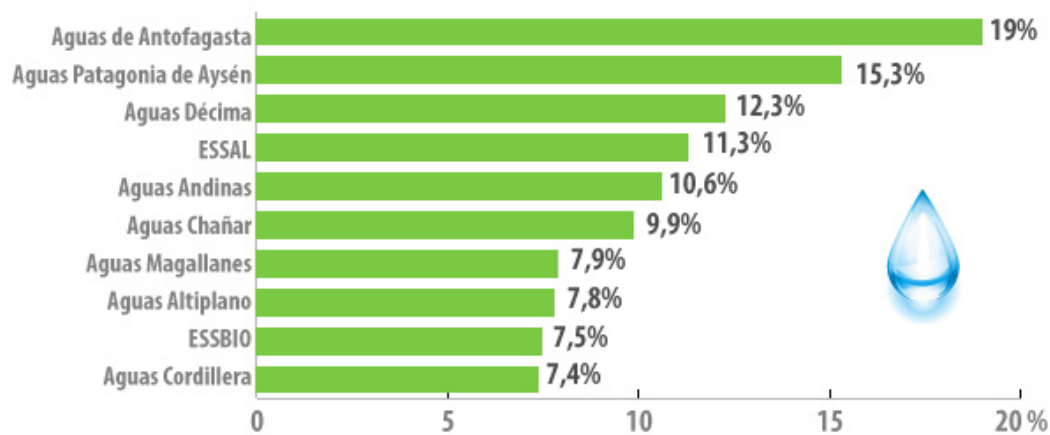
Las tarifas de agua potable en Chile se calculan en base a dos partes, una tarifa volumétrica (\$/m³) y una tarifa fija (\$). El DFL 70 de 1983 del Ministerio de Obras Públicas (MOP), establece una tarifa no-punta, variable para los meses de abril a noviembre, y una tarifa punta para los períodos de alta demanda, durante los meses de verano, (\$/m³). La tarifa punta se aplica al sobreconsumo de agua, definido como el volumen de agua (m³) consumido por sobre el promedio de los consumos mensuales entre abril y noviembre de cada año. Las tarifas punta consideran los cambios en la demanda estacional para así cubrir las diferencias en los costos de prestación del servicio. El cargo fijo por cliente es en función de los costos de conexión y de medición del consumo por hogar. El objetivo de accesibilidad se logra mediante subsidios a los hogares más vulnerables y de bajos ingresos (Donoso & Molinos-Secante, 2017).

En el Gráfico 2, se indican aquellas empresas con las rentabilidades más altas a nivel nacional en relación a los activos sanitarios. **Aguas Antofagasta**, empresa encargada de distribuir el agua potable en la región de Antofagasta, propiedad del Grupo Luksic, es la que proporcionalmente obtiene el retorno sobre activos más alto, este alcanza el 19%, casi tres veces por sobre el ya sobredimensionado 7% de rentabilidad que asegura el sistema a las sanitarias, seguido por Aguas Patagonia de Aysén, sin embargo, es esta última la que mayor precio de agua por m³ tiene (Anexo 1)



*Gráfico 1 Oferta y demanda de agua dulce por región
Fuente: Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, 2013*

Parte de este incremento en las tarifas de agua potable se debe a la alta demanda de agua dulce en la región en comparación con la oferta (Gráfico 1) y a lo insuficiente de la calidad de sus aguas, lo que obliga a la inversión de mayores tecnologías e infraestructura para su tratamiento y posterior distribución. las regiones de la zona norte del país, Arica Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo presentan los valores más bajos de oferta superficial y subterránea del país



*Gráfico 2: Rentabilidad de los activos Sanitarios a nivel Nacional
Fuente: Súper Intendencia de Servicios Sanitarios, 2013.*

II Planteamiento del problema.

La mayor parte de la superficie de la Tierra está compuesta de agua, pero sólo un poco más del 2% corresponde a agua dulce y la mayor parte de esta se encuentra en los polos, en estado sólido, o en depósitos subterráneos muy profundos. (UNESCO, 2006). Las aguas dulces existentes en la superficie del planeta y de las cuales el hombre puede usar de forma económicamente viable y sin generar grandes impactos negativos en el ambiente corresponden a menos del 1% del agua total de la Tierra. De este modo, el agua constituye un insumo indispensable para la vida humana pero extremadamente escaso a nivel mundial (Almirón, 2018).

A nivel nacional, Chile no queda exento del escenario hídrico mundial. Incluso, en los últimos años el país ha evidenciado una creciente escasez de agua a lo largo del territorio, según indicó el Ministerio del Interior (2015). El año 2011 se estimó para Chile una Brecha Hídrica de 82,6 m³ /s, que al año 2030 aumentará a 149 m³ /s. Dentro de las causas se mencionan las relacionadas con el cambio climático, con ello la disminución paulatina de las precipitaciones o el alza de las temperaturas, sin embargo, el director general de Aguas, Óscar Cristi (2019) afirma que el 60% de escasez de agua en Chile es causada por una mala gestión del recurso, aumento de demanda y el sobre otorgamiento de derechos. Igualmente, Pablo García, Hidrólogo de la Unesco (2019). Menciona que el 80% de los problemas de agua en el país se resolvería con una adecuada planificación hídrica. En relación con las causas naturales mencionadas, como la disminución de las precipitaciones agua y nieve o el retroceso de glaciares por aumento de temperaturas, el estudio realizado por Fundación Chile “Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile” las posiciona como una cuarta causa del escenario hídrico actual, otorgándoles una responsabilidad del 12%.

Con respecto a la gestión de aguas nacional, el código de aguas actual ha favorecido la concentración de la propiedad del recurso hídrico para el sector eléctrico, minero y exportador, debido a que son considerados ‘motores’ del desarrollo nacional, en perjuicio del acceso al recurso para la mayoría de la población (Larrain, 2006). Este desigual ejercicio de asignación y derechos ha sido favorecido por el marco jurídico establecido en el Código de Aguas, que define simultáneamente al agua como un bien nacional de uso público y como bien económico, lo que faculta su gestión según las pautas y códigos de la propiedad privada, resguardada constitucionalmente. Esta definición promueve la regulación del uso y acceso a los recursos hídricos principalmente a través del “mercado del agua”, donde prima la dinámica de la oferta y la demanda, por encima de la satisfacción de las necesidades de la población y los debidos resguardos ambientales que se requieren para asegurar la existencia de un recurso vital y escaso como el agua. (Larrain, 2006)

La presencia y demanda, al igual que la escasez y sequía varía según la región y es particularmente aguda en las áreas norte y central, donde desde mediados del siglo 20 toda el agua superficial ya fue asignada (MOP, 2013)

El agua es un recurso estratégico y forma parte clave de los sectores productivos. Si bien a nivel nacional el sector que mayor parte de los usos consultivos de agua posee

es el destinado a la agricultura, bordeando el 73% (MOP, 2013). En el caso de Antofagasta es la minería el sector productivo más demandante del recurso, alcanzando el 50% (MOP, 2016). La minería es considerada un motor en la economía nacional, para el año 2011 contribuyó con un 15% del PIB nacional, y genera el 60% de las exportaciones (MOP, 2013). La tensión radica en que muchas de las concesiones y operaciones mineras se ubican en zonas donde la escasez de agua es un factor limitante para el desarrollo regional (COCHILCO, 2017). Provocando particular tensión en la región de Antofagasta. La región se caracteriza por poseer uno de los climas más áridos del país, la calidad de sus aguas ha sido históricamente cuestionada por el contenido de arsénico y el motor de la economía es la industria minera y donde su PIB es uno de los más altos del país. Una tarea a nivel nacional, es la creación de nuevas fuentes de agua y la optimización del consumo mediante la introducción de mejores tecnologías, sin embargo, esta tarea ha pasado a manos de empresas privadas. La región cuenta con un gran número de plantas desalinizadoras, estas se caracterizan por su modernidad y elevado costo, además de ser las encargadas de la producción de agua en la región, tanto industrial como potable. Ahora bien, lo interesante es que, el agua se encuentra privatizada, por lo que la responsabilidad de producir y generar agua está a cargo de empresas que también son privadas y que son dueñas de las mismas aguas, lo que deja en segunda categoría a quienes necesitan el agua como elemento vital y en primera necesidad a quienes lo utilizan como un elemento clave para el desarrollo de sus cadenas productivas o de extracción minera. Lo que ayuda a que la distribución y escasez de agua se haga más latente en la región.

Sumado al árido clima de Antofagasta, la creciente escasez de agua y la sobreexplotación de reservas hídricas convencionales a lo largo todo el país han creado un escenario crítico respecto al tema agua, llevando a la búsqueda de nuevas fuentes de suministro con ayuda de infraestructuras hidráulicas que más que relacionarse con una gestión óptima de los recursos hídricos con el fin de realizar un manejo coherente respecto a las características y necesidades específicas de cada región, han tendido más a aumentar la cantidad de agua disponible, con fines económicos. Es por ello que una planificación hídrica nacional a largo plazo resulta primordial, esta representa una medida no estructural para dar solución a la creciente escasez del país, complementariamente, el desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías es un factor fundamental en la gestión hídrica para aumentar la productividad de las compañías y mejorar la calidad y cantidad de agua que recibe la población.

Según expertos, esta disparidad respecto al acceso al agua, que apremia en sectores de extrema aridez como es la región de Antofagasta, podría resolverse si el estado tuviese un mayor control respecto al manejo del agua a nivel nacional y robusteciera el marco regulatorio que rige la administración del recurso hídrico.

Es por ello que la necesidad de cambiar el enfoque actual de la gestión del agua es urgente, considerando no solo el escenario de hídrico actual sino además las proyecciones a largo plazo, por ejemplo, sumado a la escasez nacional, según la Cepal, se proyecta un aumento en la probabilidad de ocurrencia de sequía en el centro

norte de Chile, estimando un incremento de este fenómeno principalmente entre los años 2040 y 2070.

2.1 Consecuencias de la privatización del agua y su impacto en Infraestructuras hidráulicas de Antofagasta.

Uno de los costes más directos para los ciudadanos es el aumento de los precios. Según las cifras recopiladas por organismos no gubernamentales en Chile, y en particular de la organización de consumidores ODECU, existen diferencias de hasta 400% entre las tarifas de agua a lo largo del país, concentrándose las mayores alzas en la zona centro-norte. Una consecuencia directa de estas alzas ha sido la reducción del consumo de agua potable, no por una mayor eficiencia en el uso del recurso, sino debido a que los hogares no cuentan con los ingresos suficientes para pagar su consumo normal de agua potable (Larraín, 2006).

El agua de Antofagasta está dentro de las diez más caras de Latinoamérica. Las tarifas que cobran las empresas sanitarias en nuestro país, ESSAN en el caso de Antofagasta, son reguladas y fijadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y entre las razones que ese organismo considera para determinar un valor tan alto son la lejanía de las fuentes a los centros de consumo, la longitud de las tuberías es tal que puede alcanzar hasta 180 km desde la fuente de extracción. En segundo término, el agua natural (cruda) de la Región de Antofagasta contiene algunos componentes que deben ser extraídos para el consumo humano según las normas de calidad vigente, como lo es el arsénico. Por lo tanto, la tarifa debe internalizar su potabilización, esto comprende las obras en plantas de tratamiento y el costo en operación de dichas plantas. (Venegas, 2008). Además, se debe considerar el costo energético para la producción de agua desalada por osmosis es tal que representa un tercio del costo total del proceso. Para el año 2020 Antofagasta será la primera gran ciudad de América Latina cuyo suministro será 100% con agua desalada.

El inconveniente con la privatización del agua y de las sanitarias es la evidencia que la participación del sector privado no ha significado un mejoramiento de la cobertura ni del acceso a los recursos hídricos para la población. Los usuarios pagan, además, el 100% del costo del tratamiento de aguas cloacales, lo que constituye una fuente de ingresos permanentes adicionales para las empresas, muy superiores a la inversión en infraestructura o gestión inicial. Además, para resolver el problema de acceso a los servicios sanitarios en los sectores de menores ingresos, el Estado otorga un subsidio directo a las familias de menores ingresos para cubrir el gasto de tarifas, lo que implica un subsidio indirecto para las empresas además de subsidiar a las empresas sanitarias al asegurarles un 10,3% de rentabilidad (Larraín, 2006).

Por lo que pueden desprenderse que la privatización de los derechos de agua y de las empresas sanitarias no se traduce en mayor eficiencia de su uso, ni mejor calidad, cobertura, costo o acceso para la población (Larraín, 2006).

La finalidad de la infraestructura hidráulica debe focalizarse en el aprovechamiento, producción y distribución óptimo de los recursos hídricos disponibles, velando por generar las condiciones para garantizar la seguridad hídrica y satisfacer las

necesidades básicas de agua, interviniendo lo menos posible en el medio ambiente y ecosistemas acuáticos.

Finalmente, el problema radica en quién y para quién se planifican las obras hidráulicas, su finalidad y beneficiarios. Debe contemplarse cuanta de la inversión destinada a infraestructura hidráulica o tecnologías tienen como finalidad la producción, conducción o aprovechamiento de aguas para en beneficio de la población.

Una de las tecnologías más usadas para la generación del recurso hídrico es la desalación del agua de mar, a nivel nacional, de las 36 plantas desaladoras catastradas por (MOP, 2017), están emplazadas en la región de Antofagasta, el costo de su implementación es financiado por empresas privadas, y con una finalidad destinada para usos referidos a la minería, exceptuando algunas plantas que además generan agua potable para sus faenas.

Resulta oportuno plantar por qué no es el estado el encargado de administrar agua potable a la población, delegando dicha responsabilidad a empresas privadas. Lo que ha causado como consecuencia la priorización del uso del agua para industria en vez del uso doméstico. Bien se ha mencionada como el código de aguas privilegia el otorgamiento de derechos para aquellos sectores productivos denominados “motores” de la economía. La dinámica descrita es el resultado del modo de gestión de agua en Chile, manifestándose estructuralmente en la existencia de infraestructura hidráulica mayormente privada que prioriza la potencialización de la economía en desmedro de la población.

El gasto de implementación económico y energético para poner en marcha una planta desaladora es reconocidamente alto, por lo que quizás contrastar solo la diferencia de inversión público y privada en infraestructura hidráulica sería insuficiente, es por ello que el problema no solo radica en la inversión, sino además de la calidad de infraestructura hídrica que el estado provee y con ello la distribución y calidad del agua que imparte. Un ejemplo de ello es la modernización de ellas, estas incluyen infraestructura hidráulica con finalidades de captación, tratamiento, distribución, etc. y se encuentran al nivel de los más altos estándares globales, en contraste con el desarrollo infraestructura hidráulica focalizada en la construcción de obras de regulación y en la modernización de los sistemas de canales de riego, donde Chile presenta un retraso en relación con los países desarrollados. (Cchc,2016).

Complementariamente debe considerarse que las decisiones que toma el estado respecto a la infraestructura hidráulica poseen de base una normativa que lo limita en ciertos aspectos. Sin duda el escenario actual es consecuencia de normativas, decisiones y privatizaciones, por lo que reconocer la historia que ha conllevado a la escasez de agua también resulta de suma importancia.

En este contexto, de tipo medidas estructurales respecto a la optimización del agua en Antofagasta, algunos aspectos indispensables de promover son: El abastecimiento de agua de riego con una seguridad adecuada; la protección frente al riesgo de fallas catastróficas hidrológicas; la utilización de métodos cada vez más eficientes de captación, conducción y aplicación del agua (CNR, 2003).

así como un riguroso control de los procesos de contaminación del agua, la mención de mejora de infraestructura hidráulica tales como captación conducción o control de contaminantes es referida a potenciar el país como potencia agro alimentaria más que velar por controlar la escasez de agua potable que vive parte de la población en el país.

Se necesita de infraestructura para suministrar agua potable a los ciudadanos, comunidades, empresas e industrias, reunir, tratar y descargar aguas residuales y manejar la esorrentía de aguas pluviales, y para prevenir inundaciones, es por ello que contar con una infraestructura efectiva y resistente es esencial para la salud pública y ambiental y para los sectores económicos del mundo, desde lo farmacéutico a lo agrícola y las industrias de servicios. Las interrupciones o pérdida de los servicios de aguas o de aguas residuales, una reducción de la cantidad y calidad del agua, sumado a sistemas inadecuados o desastres hidrológicos causados por inundaciones o contaminaciones, como resultado de no realizar inversiones en la infraestructura de los cuerpos de agua, pone en riesgo la salud pública, la economía y el ambiente.

El agua al ser un recurso esencial para la vida, no puede limitarse a solo ser un bien de consumo transable. Debe ser el estado quien regule su distribución, circulación y también su producción. La distribución de este preciado bien debe priorizar el consumo seguro de agua para la población, por sobre su concentración para usos productivos de empresas privadas, quienes hacen circular el agua en post de su economía y desmedro de la ciudadanía.

2.2 Pregunta de investigación

¿De qué forma la inversión pública y privada en infraestructura hidráulica ha impactado en la circulación y distribución de los flujos de agua en la región de Antofagasta?

2.3 Objetivos.

2.3.1 Objetivo General:

Evaluar la forma en que la inversión pública y privada en infraestructura hidráulica ha impactado en la circulación y distribución de los flujos de agua en la región de Antofagasta.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Catastrar la evolución de infraestructura hidráulica construida en Antofagasta desde 1994 a la actualidad, sus costos y tipo de inversionista.
- Analizar la distribución de infraestructura hidráulica en la región de Antofagasta, según funcionalidad y costo de inversión.

- Identificar cómo la infraestructura hidráulica ha configurado la disponibilidad y distribución del agua en la región de Antofagasta.

III Estado del Asunto.

A continuación, se presentan los antecedentes teóricos necesarios para el desarrollo del presente estudio. Para ello es fundamental la definición de ciertos conceptos. Una primera parte del capítulo tiene por objetivo enmarcar el concepto de infraestructura hidráulica que se utilizó, sus clasificaciones, funciones y cómo interfiere en el manejo del agua. En segunda instancia, se busca exponer el rol del estado en la planificación de infraestructura hidráulica. Se propone definir los límites y la responsabilidad del estado mediante los marcos normativos nacionales vinculados con la gestión y manejos de las aguas en Chile, añadiendo aquellos organismos que tienen directa relación con la planificación y gestión del diseño de plantas de tratamiento, control hídrico y estructura hidráulica.

El manejo, uso y proyección adecuada de ella permitiría una mitigación en problemas relacionados con la distribución y el agua para la población, para entender

3.1 Infraestructura hidráulica. Definición, clasificación y funcionalidad.

Un gran número de países goza de importantes recursos hídricos por sus propias condiciones naturales, sin embargo, la existencia por sí sola de agua no significa que esté garantizada su existencia para su uso efectivo, normalmente se requieren una serie de procesos adicionales para que pueda realmente ser usada en los fines a que se destine. Un ejemplo de ello, lo es el agua para consumo humano, que supone la captación del agua, su traslado, tratamiento, potabilización y finalmente, su distribución. Para todos los procesos mencionados anteriormente se quiere de un tipo de infraestructura específica que si bien pueden encontrarse diferentes definiciones de lo que se considera infraestructura hidráulica, aquella que más compete con la presente investigación es la establecida por la Real Academia de Ingeniería de España (2012). Entiende a la infraestructura hidráulica como:

“La construcción de bienes que tengan naturaleza inmueble destinada a la captación, extracción, desalación, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas, así como el saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes y la protección frente a avenidas, tales como presas, embalses, canales de acequias, azudes, conducciones, y depósitos de abastecimiento a poblaciones, instalaciones de desalación, captación y bombeo, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad, diques y obras de encauzamiento y defensa contra avenidas, así como aquellas actuaciones necesarias para la protección del dominio hidráulico.”

La definición resulta competente debido a que en ella se incluyen procesos como el saneamiento y tratamiento de las aguas. Al igual que el concepto de desalación, siendo pertinente con el área de estudio, debido a que son procesos fundamentales para entender la dinámica hídrica de producción y distribución de agua que se

desarrolla en la región de Antofagasta. Otras definiciones de infraestructura hidráulica incluyen aquella destinadas para generar energía, lo que implicaría añadir las termoeléctricas en el desarrollo de la investigación, sin embargo, contemplando que el foco del presente documento tiene como finalidad el análisis y la repercusión de la infraestructura hidráulica en la circulación y distribución del agua en la región, es que se ha decidido utilizar la definición señalada que no incluye aquellas obras destinadas a generar energía. De igual forma cabe mencionar que las termoeléctricas en el área de estudio tienen una alta implicancia tanto por la elevada presencia de ellas en la costa como por el impacto medio ambiental que implican, sin ir más lejos, nueve de las 10 termoeléctricas más contaminantes están en Antofagasta. (Herrera J. , 2018).

En términos prácticos y para una clasificación que facilite la identificación de lo que es la infraestructura hidráulica a continuación se clasificará según su función y aquella obra hidráulica vinculada con dicha función.

FUNCIÓN	ESTRUCTURA VINCULADA
Captación / Extracción	Presas de derivación
	Bocatoma
	Tomas directas sobre los ríos
	Pozos
	Plantas de bombeo
Conducción / transporte	Canales
	Causes
	Tuberías o conductores cerrados
	acueducto
	Alcantarillado
	Plantas elevadoras
	Sifón
Almacenamiento	Tanque
	Tranque
	Embalses
Tratamiento de aguas residuales	Plantas de tratamiento
Tratamiento de aguas crudas	Plantas desaladoras
Regulación / Control	Aliviaderos
	Embalses
	Estanques
	Canales
	Colectores
	Tranque

*Tabla 3 Clasificación de Infraestructura Hidráulica según funcionalidad y estructuras vinculadas
 Fuente: Elaboración propia en base a Conagua, 2010.*

A continuación, procederá a definir brevemente cada función de las obras hidráulicas con la finalidad de interiorizar respecto a las obras vinculadas. Es importante destacar que, si bien las obras hidráulicas pueden clasificarse según su función, no se debe olvidar que en su mayoría trabajan de manera complementaria.

3.1.2 Obras de Captación o extracción.

Se considera como obra de captación toda aquella infraestructura que permita la extracción de las aguas de su medio natural y se definan como aquellas obras que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud.

- Captación de aguas superficiales: Comúnmente se realiza mediante bocatomas o galerías filtrantes
- Captación de aguas subterráneas: a través de pozos o galerías filtrantes

Se consideran las estaciones de bombeo características de este tipo de infraestructura, tienen como función elevar el nivel del agua de la fuente de riego a los sitios donde se desea utilizar, aún más cuando la energía hidráulica de que se dispone en un conducto a presión no es suficiente para cumplir con los requerimientos del diseño se instalan estaciones. La estación de bombeo consta de una o varias bombas con sus correspondientes pozos de bombeo, tuberías de succión y descarga, y de las instalaciones civiles y electromecánicas adecuadas para su operación

3.2.2 Obras de Conducción hídrica.

La infraestructura de conducción es la encargada de transportar el agua desde la captación hasta su almacenamiento y/o distribución. Mediante la conducción el agua se distribuye a los sitios donde será almacenada y posteriormente utilizada.

Estructuras propias que tienen por finalidad la conducción de aguas son Canales

Causes, tuberías o conductores cerrados, acueducto o Alcantarillado

3.1.3 Obras de Almacenamiento.

Se considera estructura de almacenamiento todo aquella que sea capaz de mantener el recurso hídrico para su posterior distribución o tratamiento, principalmente se utilizan tanques o estanques

En los sistemas que utilizan agua subterránea el acuífero funciona como un tanque de almacenamiento

Para almacenar agua de los ríos o arroyos que no garantizan en todo momento el caudal necesario se construyen embalses.

3.1.4 Potabilización, tratamiento de aguas

La potabilización se puede realizar en aguas residuales como en aguas crudas, ambas requieren de más un tipo de infraestructura hídrica lo que en su conjunto realizan el tratamiento completo de potabilización (Esquema N1). a continuación, definiciones sobre algunos conceptos:

Agua potable: Es aquella que, por reunir requisitos físicos, químicos y bacteriológicos, En las condiciones señaladas, al ser consumida por la población humana no produce efectos adversos a su salud.

Agua residual: Son aguas sucias o contaminadas, que corresponden a la mezcla de los desechos líquidos de casas, fábricas e industrias y aguas lluvias, las cuales llegan al alcantarillado o también a ríos, canales, mares, etc.,

Agua cruda: Se entiende por agua cruda aquella que no ha sido sometida a procesos de tratamiento. Y por tratamiento al conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas para obtener agua potable que cumpla las normas y criterios de calidad establecidos.

Planta de tratamiento: Es el conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos y operaciones unitarios que permitan obtener agua potable.

3.1.4.1 Tratamiento de aguas residuales

Captación: La recolección se inicia a través del Sistema de Alcantarillado Público, que se compone de uniones domiciliarias y cañerías de desagüe las que desembocan en los colectores, los que están instalados a mayor profundidad en el suelo. Los residuos que son recolectados y que se descargan en los colectores de grandes diámetros, son los que conducen sus aguas hacia las estaciones elevadoras y a las Plantas de Tratamiento³

Tratamiento: Existen diferentes tipos de tratamiento de acuerdo con el lugar donde se devolverán las aguas, El detalle del sistema de tratamiento de aguas que se realiza en Antofagasta se menciona en la tabla N3.



Esquema 1 Circuito común de plantas de Tratamiento
Fuente: Elaboración propia en base a Conagua, 2010.

³ <https://portal.esval.cl>

En general las pueden ser tratadas preliminarmente con mecanismo de:

- Emisarios submarinos los que se disponen al mar.
- Plantas de Tratamiento Biológico que se disponen las aguas en cauces naturales como ríos y esteros.
- Sistema de Lodos Activados. Del Proceso de Tratamiento se extraen sólidos en la forma de basura, los cuales son sacados mediante camiones y transportados a lugares especialmente habilitados, que han sido aprobados por las autoridades municipales, de salud y medio ambiente.

Disposición final: En esta fase las aguas previamente tratadas son devueltas a los cauces, río o mar.

3.1.4.2 Tratamiento de aguas crudas.

Plantas desalinizadoras

Son las plantas desalinizadoras las principales tratantes de aguas crudas, para el caso de plantas desalinizadora estas incluyen varias obras hidráulicas debido que para desalar agua el proceso exige obras de captación, conducción, almacenamiento, descarga y de desalinización propiamente tal, todas ellas corresponden a obras hidráulicas, al ser el agua de mar, el elemento que justifica su utilización (MOP, 2016).

- Desalinización: Es el proceso de separación del agua de las sales mediante Osmosis Inversa.

Los recursos hídricos susceptibles de desalinización pueden ser: Agua de mar o Agua salobre de distintos orígenes: agua subterránea salinizada, acuíferos costeros en contacto directo con el mar y de acuíferos aislados del mar.

- Del agua de mar se aprovecha el 45% y el 55% es rechazo o salmuera.
- En aguas salobres se aprovecha el 75% -80% y genera un 20- 25 de rechazo.

Se debe considerar que, en el borde costero, sólo se instalan las cañerías: una de aducción de agua y otra como emisario para la eliminación de la salmuera. En general, la instalación de la planta se realiza en otro sector del territorio.

La planta desaladora contempla infraestructura para cada una de sus funciones. El detalle su funcionamiento se indica en el anexo N°2

Captación: El proceso comienza con la captación de agua desde el mar, a través de una bocatoma que extrae el agua desde la costa y a metros de profundidad. Ésta se conduce a un depósito especialmente acondicionado.

Pre tratamiento: El agua ingresa a un doble filtrado, de arena seguido por uno de cartuchos, para su posterior acondicionamiento a través de diversos productos afines.

Desalación: Consiste en la separación de las sales que están presentes de manera disuelta en el agua de mar. Esto se logra gracias al proceso de osmosis inversa, que permite obtener agua purificada a partir del agua salada, mediante presión. Es un proceso con membranas semipermeables que permite forzar el paso del agua salada (ya filtrada de los materiales sólidos) a la corriente de agua con baja concentración de

sal. Para ello es necesario suministrar el agua a una presión lo suficientemente alta, como para superar la presión osmótica, obteniendo como consecuencia dos tipos de agua: salmuera y agua desmineralizada por separado.

Post tratamiento: En la etapa final, al agua purificada (o agua producto) es remineralizada con aquellos elementos que el cuerpo humano necesita y posteriormente se le agrega cloro y flúor, de acuerdo con lo establecido por las normativas vigentes. Sólo entonces es conducida a la red de distribución de Aguas Antofagasta y está en óptimas condiciones para su consumo

3.1.5 Obras de regulación y control de aguas.

a) Obras de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Las obras de aguas lluvias corresponden a la infraestructura diseñada para evacuar los escurrimientos originados por un evento de precipitación en el área urbana y evitar de este modo inundaciones. Para cumplir con lo anterior, existen soluciones tradicionales, que implican la ejecución de obras de conducción superficial tales como canales y cauces naturales mejorados; o bien del tipo subterránea, como los colectores de aguas lluvias. Adicionalmente, existen las denominadas técnicas alternativas, que son obras destinadas a acumular, regular y/o infiltrar aguas (embalses, lagunas, zanjas de infiltración, entre otros). También existen los llamados proyectos multipropósito, que combinan el manejo de las aguas lluvias con otros objetivos, como son los parques inundables, los embalses para uso múltiple, las obras de infiltración y recarga de acuíferos, los canales de uso mixto para riego y aguas lluvias, entre otros

b) Obras fluviales y de control Aluvional.

Se realizan intervenciones en cauces naturales mediante obras fluviales y de control aluvional, con el objetivo de controlar las crecidas y los eventos aluvionales que puedan poner en riesgo viviendas, infraestructura o terrenos.

3.2 Rol de la institucionalidad en la gestión de Infraestructura hidráulica como mecanismo para la resolución de problemas de escasez hídrica.

Sequía y escasez pudieran parecer lo mismo, pero son conceptos que representan fenómenos diferentes; mientras que la sequía es un fenómeno natural que termina (en todas sus manifestaciones) cuando llegan las lluvias y se recupera el nivel normal de los cuerpos de agua, la escasez puede persistir con o sin lluvias y sin que ocurra una sequía, ya que este fenómeno se debe a la acción humana y consiste en extraer y consumir más agua de la que se logra recargar y de la que se encuentra en existencia y disposición. (Esparza, 2013).

Si el agua constituyese un bien de dominio público, el estado tendría la responsabilidad inalienable de su gestión y regulación en función del interés y necesidad pública, tal como ocurre en otros países, sin embargo, el código de aguas y

la privatización del agua en el país ha implicado una disminución de las responsabilidades del estado, si bien este podría enfocar sus objetivos en tecnologías para aumentar la oferta del recurso, mediante infraestructura hidráulica, este ha tendido a presentarse más como un ente fiscalizador y normativo para las empresas en las que ha recaído la responsabilidad de la construcción de infraestructura hidráulica, debido en gran parte a las medidas restrictivas que implica la privatización del agua, por lo que escenario actual es consecuencia de normativas, decisiones y privatizaciones.

A continuación, se indica el rol de las instituciones estatales en el manejo del agua. Se presentan los organismos que participan directa e indirectamente en la gestión del recurso hídrico y en la planificación de infraestructura hidráulica.

En la tabla 4 se indican las misiones y funciones de los organismos dependientes del Ministerio de Obras Públicas, luego el resto de los organismos que se vinculan con la regulación y manejo del agua a nivel nacional.

ORGANISMO	MISIÓN	FUNCIÓN
<p>DGA Dirección General de Aguas</p>	<p>Promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente; y proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica y la contenida en el Catastro Público de Aguas, con el objeto de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas</p>	<p>Planificar el desarrollo del recurso hídrico en las fuentes naturales. Investigar y medir dichos recursos hídricos. Constituir los derechos de aprovechamiento sobre las aguas y regular su ejercicio en los términos definidos en el Código de Aguas, vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público. Autorizar los proyectos de obras hidráulicas mayores. Supervigilar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios; y desarrollar el Catastro Público de Aguas</p>
<p>DOH Dirección de Obras Hidráulicas</p>	<p>Proveer de servicios de Infraestructura Hidráulica que permitan el óptimo aprovechamiento del agua y la protección del territorio y de las personas, mediante un equipo de trabajo competente, con eficiencia en el uso de los recursos y la participación de la ciudadanía en las distintas etapas de los proyectos, para contribuir al desarrollo sustentable del País</p>	<p>Provisión de infraestructura hidráulica. En particular le corresponde la construcción de las obras de riego del Estado, las actividades relacionadas con la construcción de la red primaria de drenaje de aguas lluvias en zonas urbanas y la construcción de los sistemas de agua potable rural (APR).</p>
<p>SISS Súperintendencia de Servicios Sanitarios</p>	<p>Velar porque la población urbana abastecida por las empresas de servicios de agua potable y saneamiento de las zonas urbanas del país reciba dichos servicios con la calidad y continuidad establecido en la normativa, a precio justo y sostenible en el largo plazo; adicionalmente, asegurar a la comunidad, que el agua una vez utilizada será tratada para ser devuelta a la naturaleza de forma compatible con un desarrollo sustentable. Esta responsabilidad será cumplida buscando promover la transparencia en el mercado, el autocontrol por parte de las empresas y desarrollando una actuación eficiente.</p>	<p>Fiscalización de las empresas sanitarias. Fijación de tarifas por los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas que prestan Fiscalización de los establecimientos industriales generadores de Residuos Industriales Líquidos (RILES).</p>
<p>INH Instituto nacional de Hidráulica</p>	<p>Tiene por objetivo de desarrollar actividades de investigación y estudios en materias hídricas y mecánica de flujos.</p>	

*Tabla 4: Organismos vinculados con la gestión y manejo de aguas
Fuente: Elaboración propia en base a transparencia DOH.*

Para los propósitos de la presente investigación también es relevante mencionar los siguientes organismos:

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA): El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) es un organismo público funcionalmente descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. su objetivo es administrar el Sistema de Evaluación Ambiental, SEIA, el cual lidera la incorporación de la dimensión ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos y actividades que se realizan en el país. A través de él se evalúa y certifica que las iniciativas, tanto del sector público como del sector privado, se encuentran en condiciones de cumplir con los requisitos ambientales que les son aplicables Este Servicio cumple la función de uniformar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental que establezcan los ministerios y demás organismos del Estado competentes, mediante el establecimiento, entre otros, de guías trámite.

La tecnificación del sistema apunta a establecer criterios comunes para evaluar cada tipo de proyecto, con el objeto de asegurar la protección del medio ambiente de manera eficiente y eficaz.

Superintendencia del Medio Ambiente (SMA): Tiene como misión liderar y promover el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental de su competencia a través de la fiscalización, asistencia al cumplimiento, sanciones disuasivas y la entrega de información ambiental a la comunidad.

Comisión Nacional de Riego (CNR): a través del Consejo de Ministros de la CNR, coordina la política nacional de riego y la realización de los programas y planes de riego del Estado. Además, le corresponde la administración de la Ley 18.450 que fomenta la inversión privada en obras menores de riego y drenaje y promueve el desarrollo agrícola de los productores de las áreas beneficiadas.

Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs): Son entidades autónomas, de carácter privado que, sin embargo, son reguladas por el Estado. Sus objetivos son distribuir las aguas de acuerdo con los derechos de aprovechamiento de agua de sus usuarios junto con construir, mantener, mejorar y administrar los sistemas de distribución y resolver los conflictos que se pueden generar. Entre ellas se distinguen las Juntas de Vigilancia (JdV), que tienen jurisdicción sobre una cuenca o una sección de un río y las Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Agua que operan a nivel de una determinada fuente artificial, ya sea canal, acueducto, pozo u otro.

Además de la Dirección General de Aguas, otras instituciones también se relacionan con la gestión del recurso hídrico a través de la elaboración de normas y leyes relacionadas. Por ejemplo, las normas de emisión de contaminantes y de calidad de agua para diferentes usos o la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas que fue propuesta bajo el alero de la Comisión Nacional de Medio Ambiente. En la elaboración de normas de emisión y de calidad, se involucran el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Salud.

Se ahondará en las funciones de la DOH debido a que es la responsable de es responsable del estudio, la proyección, la construcción, la reparación y la explotación de obras hidráulicas que se realicen con fondos fiscales (obras de riego y ciertos canales en zonas urbanas, drenaje y colecta de aguas lluvias, obras de saneamiento y recuperación de terrenos), además del desarrollo de los Planes Maestros, que definen sistemas de evacuación de aguas lluvias en centros urbanos, incentivar a los agricultores a realizar proyectos de optimización del uso del agua, en particular en el marco de la Ley 18.450 para el fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje (Meza, Los Actores del Agua en Chile, 2008).

En el anexo 4 se presenta el organigrama de la Dirección de Obras Hidráulicas en detalle de Chile.

3.3 Enfoques sobre la Infraestructura Hídrica como medida de resolución de problemas hídricos.

Fundación Chile en su publicación “Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile” postula que para el año 2040 Chile será el único país en Latinoamérica con estrés hídrico. La problemática hídrica está instalada, dejando al país con una vulnerabilidad en lo ambiental, social y económico, aumentando la exposición a eventuales conflictos sociales, políticos y económicos.

El origen del alarmante escenario actual es diverso, los efectos del cambio climático, la sobreexplotación de las fuentes de agua y una gestión basada en la privatización del recurso son consideradas las principales causas que han generado las condiciones hídricas actuales en el país. A continuación, se espera indicar las visiones respecto al rol que se otorga a la infraestructura hídrica en este escenario.

La opinión respecto al uso de mega estructuras hídricas para solucionar la escasez es variada, hay quienes postulan que las mega soluciones en materia hídrica en el siglo XXI debiesen ir en retroceso, debido a que muchas de estas obras son de altísimos costos y no son sostenibles ni ambiental ni socialmente, ya que no van en pos de solucionar los problemas de agua para la ciudadanía. (Poo, 2019). Dentro de las soluciones hídricas consideradas como macro proyectos se contemplan carreteras y hídricas las plantas deslizadoras, debido a la alta presencia de estas últimas en la región de Antofagasta, a continuación, se mencionan ciertos mecanismos que utilizan las plantas desalinizadoras que impactan en el ecosistema, motivo por el cual se cuestiona su implementación.

3.3.2 Impactos ambientales producidos por las plantas desalinizadoras.

Antes de mencionar aquellos impactos producidos por la infraestructura hidráulica, es importante entender que se entiende por la palabra “impacto”. Bajo este marco, es que se indican dos definiciones del concepto, una lo reconoce como la acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable en el medio o algunos de los componentes del medio (Perez, 1997), también se entiende que el impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio

ambiente futuro modificado, como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro como habría evolucionado sin la realización del proyecto, es decir, la alteración neta -positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano- resultante. Se puede observar que, en todos los conceptos, el impacto se refiere a cambios en el medio ambiente producidos por una determinada acción (Bonilla, 2007).

Los megaproyectos se caracterizan por requerir grandes inversiones, largos periodos de construcción, afectar superficies importantes de territorio y, en muchas ocasiones involucran también el desplazamiento de comunidades enteras. Las plantas desalinizadoras son parte de megaproyectos hidráulicos más comunes, en el mundo operan más de 16.000. Por otro lado, estas macro estructuras también figuran como parte del problema, dado que han intensificado la pérdida de ecosistemas y especies, lo que está ahondando la crisis climática y ecológica.

Por cada litro de agua producida se desechan un promedio de 1,5 litros de salmuera hipersalina, generando diariamente una media de 142 millones de metros cúbicos de salmuera (Jones, Qadir, Van Vliet, Smarkhtin, & Kang, 2019). El 80% de las plantas desalinizadoras se encuentran ubicadas a menos de 10 kilómetros de la línea de costa y frecuentemente descargan la salmuera residual sin tratar directamente al medio ambiente marino. Esto genera una modificación a medio marino debido a que la distribución de los organismos marinos está estrechamente relacionada con la temperatura y la salinidad del agua, la salmuera aumenta la temperatura y reduce la cantidad de oxígeno lo que causa graves daños a la vida acuática, esto interfiere en la flora marina costera, la que muestra variaciones en abundancia y distribución por recibir directamente la descarga de salmuera que proviene de plantas desalinizadoras (Sandwani 2004).

Sin embargo, este impacto de la salmuera en el medio marino y aumento de temperaturas dependerá de las características oceanográficas y tecnologías que utilice la planta, por ejemplo, el volumen y concentración de sales contenida en las salmueras producidas por destilación representa de 8 a 10 veces el volumen de agua desalada, mientras que en plantas de Osmosis Inversa el volumen de salmuera es de 2.5 a 3 veces el volumen de agua desalada. Respecto al aumento de temperatura, esta también dependerá del tipo de tecnologías utilizadas, así si la planta desaliniza agua mediante la evaporación relámpago (MSF o evaporación multietapa) u otro tipo de destilación propias del medio oriente por la alta disponibilidad de combustibles fósiles suelen emitir salmueras con 10° a 15°C de temperatura más altas por sobre las aguas receptoras, mientras que aquellas plantas de Osmosis Inversa vierten salmueras con mayor concentración de sales y temperaturas no mayores de 1°C por sobre el agua circundante (BCN, 2017).

Durante el tratamiento de plantas desalinizadoras, estas ocupan diferentes tipos de químicos como biocidas, anti incrustantes y antiespumantes. Pata el caso de plantas de Osmosis Inversa estos químicos deben ser extraídos antes de entrar a las membranas de filtración. Sin embargo, las cantidades y concentraciones de estos productos son muy bajas reduciendo su posible impacto. En general, todas las plantas desaladoras algunas más que otras, emiten productos contaminantes al ambiente generados durante su funcionamiento. Por ejemplo, Roberts el al. (2010) cita variados estudios en el área del Golfo Árabe con plantas de Evaporación Multi etapa y otros procesos de destilación, que se descargan diariamente al mar entre 11 y 20 millones

de m³ de agua y salmuera. En el Mar Rojo. 21 plantas descargan 2.708 kg de cloro. 36 kg de cobre y 9.478 kg de anti incrustantes. Estudios similares realizados en Florida. Estados Unidos, durante las décadas del 1960 y 1970 mostraron que una planta desalinizadora con tecnología de destilación arrojaba al mar 45 kg de cobre por día. El cobre proviene principalmente del proceso de toma y concentración del agua de mar. Además, debe considerarse que una fracción de este metal está presente en forma natural en el medio marino (BCN, 2018).

Otro impacto producido por las plantas desalinizadoras se relaciona con el proceso de captación de agua marina, durante el procedimiento de absorción de agua marina se eliminan muchos animales marinos que son atrapados en redes para evitar ser succionados.

3.3.3 Infraestructura hídrica como parte de la solución a la escasez.

La escasez hídrica afecta gran parte del territorio nacional por lo que ha generado la búsqueda de nuevas formas de obtención de agua de manera de suplir la carencia existente. Además de las técnicas tradicionales como la captación mediante pozos, cosecha de lluvias, o bien su acumulación a través de embalses, la urgente necesidad de acceder a más fuentes hídricas ha propiciado la adopción de métodos no tradicionales, como la desalinización del agua de mar. Hay quienes ven en las plantas desalinizadoras una oportunidad para el desarrollo, Miguel Sanz presidente de la IDA (International Desalination Association) afirma:

“No entiendo como Latinoamérica no va a aprovechar la desalación como una oportunidad para su desarrollo”

Miguel Sanz, 2013.

En la Comunidad Valenciana coexisten ejemplos de utilización de la desalación y el reúso como complementos al abastecimiento urbano, el riego agrícola o incluso la regeneración de espacios naturales protegidos (García, 2016). Sin embargo, el gran factor limitante de la desalinización sigue siendo que requiere grandes cantidades de energía. Y ello explica en parte por qué algunas de las mayores plantas se encuentran en países ricos en recursos energéticos como Arabia Saudita (Martins, 2017).

Otra razón por la que se propone la utilización de obras que permitan el aprovechamiento del agua como una herramienta positiva es la utilización de infraestructura hídrica que permita la reutilización del agua residual, esta destaca como una herramienta que permite mermar la sequía en algunas zonas. La reutilización de aguas residuales tratadas ha tenido un gran desarrollo en las últimas décadas en regiones donde se han hecho más escasos los recursos hídricos convencionales, (García, 2016).

IV Marco Metodológico.

La metodología es planteada en relación directa con los objetivos específicos de la investigación.

Debido a la finalidad de los objetivos se utilizará una metodología del tipo mixta, en términos generales, los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Sampieri, 2014).

Particularmente para la investigación la fuente de datos inicial desencadenó parte de los resultados de los siguientes objetivos. La metodología mixta permite el desarrollo de una perspectiva completa y dinámica del fenómeno.

A continuación, se presenta el Esquema N°2 el cual síntesis del desarrollo de las fuentes de información, métodos, herramientas y productos esperados según el objetivo propuestos.



Esquema 3: Metodología de Investigación
 Fuente: Elaboración propia en base a metodología propuesta.

4.1 Catastrar la evolución de infraestructura hidráulica construida en Antofagasta desde 1981 a la actualidad. Así como sus costos y tipo de inversionista.

Para la elaboración de este objetivo se consideró la promulgación del código de aguas de 1981 como inicio, debido a que modificó la normativa del uso recurso hídrico, entendiéndola como un bien comercial transable en el mercado, esta normativa prevalece hasta la actualidad.

Para la recopilación de información se optó por trabajar con datos proporcionados por el Servicio de Evaluación Ambiental, debido a que además de evaluar, certifica que las iniciativas tanto del sector público como del sector privado, se encuentran en condiciones de cumplir con los requisitos ambientales, además, cumple con la función de uniformar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes y exigencias técnicas de los proyectos, por lo que a la hora de indicar montos, años o tipo de inversionista, existe una uniformidad en los criterios y datos utilizados.

Los proyectos presentados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental contienen la siguiente información:

- Nombre: Nombre del proyecto.
- Tipología: Indica si corresponde a una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).
- Región: Indica la región en la que se emplazará el proyecto.
- Tipología: Indica a qué tipo de proyecto corresponde. Para el caso de estudio se utilizaron las del tipo a y o.
- Titular: Nombre del titular del proyecto.
- Inversión: Monto total de inversión en MMU\$.
- Fecha Presentación de Ingreso.
- Estado: Se clasifican en aprobado, en calificación, desistido, rechazado.

En relación con los proyectos que se someten al Servicio de Evaluación ambiental, se consideraron aquellos que dentro de la categoría indicasen la construcción de infraestructura hidráulica y se consideró aquellas tipologías pertinentes para la investigación, tipologías del tipo a y o:

- **a.** Las estructuras básicas para el manejo hídrico como acueductos, embalses o tranques sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenajes, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas ⁴
- **o.** Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamientos y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos.

⁴ <https://sea.gob.cl/sea/proyectos-actividades-sometidos-eia>

Dentro de los proyectos que se registraron bajo estas características, solo se consideraron aquellos que estuviesen en calificación de aprobados, de este modo los montos de inversiones significan una intención de inversión real, Respecto a la fecha se trabajó a partir de la fecha de calificación y no a la de presentación de los proyectos, debido a que la calificación se realiza una vez culminado el proceso de evaluación e indica finalmente si el proyecto fue aprobado o rechazado. El primer proyecto catastrado por el Servicio de Evaluación ambiental relacionado con infraestructura hidráulica data de 1994 por el análisis de proyectos estructurales se inicia en aquel año.

Se debe mencionar que dentro de las infraestructuras hidráulicas catastradas se encuentran aquellas que son multifuncionales, o que en su construcción interviene más de un solo tipo de estructura hidráulica, mayormente este el caso de proyectos que contemplan la construcción de plantas de tratamiento de aguas crudas o residuales, ellas incorporan en su mayoría funciones de almacenamiento, tratamiento, conducción y distribución. Por lo que, para este tipo de infraestructura se optó por categorizarlas según la intencionalidad del proyecto. Si bien, una planta desaladora contempla distintas estructuras hidráulicas para la captación de agua, almacenamiento o distribución, esta se categorizó como planta de tratamiento de aguas crudas (Anexo 4) debido a que esta es la finalidad final del proyecto y el resto de las estructuras contribuyen en medida a este propósito.

La discriminación de los datos y la posterior sistematización de ellos se realizaron mayormente en Excel, dando como resultados principalmente gráficos que permitan visualizar diferentes entre montos de inversión, los tipos de inversionistas y las tendencias según los años de calificación de los proyectos.

4.2 Identificar y analizar la distribución de infraestructura hidráulica en la región de Antofagasta, según funcionalidad y monto de inversión.

Para el desarrollo de este apartado resultó primordial las clasificaciones previas de la infraestructura reconocida en el objetivo anterior.

Para la elaboración de los mapas se descargaron Shapes files de la página de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Esta información nos proporciona los contornos geo referenciados de los límites regionales, comunales y provinciales. La información rescatada del Servicio de Evaluación Ambiental se descarga en el Software Excel. Posterior a su descarga se depura la información, conservando solo los datos útiles para la investigación y pertinentes para el mapa.

- Tipo de inversionista, el cual dependiendo del titular se clasificó en público o privado.
- Montos de inversión en Millones de Dólares (MMU\$)
- Coordenadas Geográficas
- Tipo de Infraestructura Hidráulica.

Al shape file de la región se le realiza un “Join” el cual permite unir la tabla de origen (shape file) con la tabla depurada en nuestro Excel. Posterior a este Geo proceso se

descarga información complementaria como ríos, salares o lagunas, descargadas del IDE.

Las categorías utilizadas para la visualización de la infraestructura hidráulica fueron las siguientes:

Según su funcionalidad:

- Captación / Extracción.
- Conducción / transporte.
- Almacenamiento.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Tratamiento de aguas crudas.
- Regulación / Control.

Según tipo de inversionista:

- Público.
- Privado.

Según monto de inversión en MMU\$, acorde a la selección en quiebres naturales en el Software Arcgis:

0-30. MMU\$.

1,1-120. MMU\$.

121-400. MMU\$.

401-1000. MMU\$.

1001-3500. MMU\$.

4.3 Analizar cómo la infraestructura hidráulica ha configurado la disponibilidad y distribución del agua en la región.

Para la elaboración de este objetivo se trabajó tanto con datos cualitativos como cuantitativos, por lo que se contempló también se utilizó una metodología del tipo mixta, con la intención de integrar la información elaborada en los objetivos anteriores.

Una vez identificados los tipos de inversionistas, rangos de monto de inversión, y titulares en los objetivos anteriores, se procede a utilizar diferentes fuentes para construir y relacionar la forma en que se distribuye, produce y circula el agua en la región. Las principales fuentes de datos utilizados fueron las siguientes:

- Ministerio de Obras Públicas: Estrategia Nacional del Agua 2012-2025.
Atlas del agua.
Boletines informativos.
- Comisión Chilena del cobre.
- Centro de Información de Recursos naturales.
- Servicio de Evaluación Ambiental. Información proveniente de los proyectos contemplados en la investigación.

-

La sistematización de los datos se llevó a cabo en Excel, dando como resultados gráficos que permitan una visualización del tipo de agua que se genera en la Región de Antofagasta.

V Resultados.

En el siguiente apartado se procede a presentar los resultados obtenidos en la investigación mediante la metodología propuesta, estos serán expuestos según los objetivos señalados.

5.1 Catastro de la evolución de infraestructura hidráulica construida en Antofagasta desde 1994 a la actualidad. Costos y tipo de inversionista.

Pueden reconocerse 68 proyectos inscritos al Servicio de Evaluación Ambiental vinculados con la construcción de Infraestructura hidráulica, según la metodología propuesta. Los proyectos se encuentran en la categoría de aprobados, y el primer proyecto data del año 1994, corresponde a la elaboración de un tranque para la minera Michilla, siendo esta misma el titular e inversionista de la obra.

El gráfico 3 se elaboró con todos aquellos proyectos **aprobados** ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental y que estuviesen bajo la categorización del sector “Infraestructura Hidráulica”. Además, se consideraron aquellos proyectos que si bien no estuviesen catalogados como infraestructura hidráulica explícitamente, si requieran de ella para su elaboración, tal es el caso de proyectos del tipo de: Extracción, conducción, almacenamiento, control, aprovechamiento o plantas de tratamientos de agua cruda o residuales. Al igual que aquellos de las tipologías a. y b. nombrados anteriormente. También se indica la inversión total en proyectos que contemplen infraestructura hidráulica entre los años 1994-2019. De este se desprende que **la cantidad de proyectos no tiene relación directa con el monto de inversión en proyectos** que contemplan infraestructura hidráulica. Así bien, el año con mayor cantidad de proyectos aprobados corresponde al 2010, con un total de 10, sin embargo, el año en que mayor inversión se realizó fue el 2009 con un monto de **3500,67 MMU\$** de los cuales 3,500 MMU\$ pertenecen a la inversión de solo un titular, aquella es realizada por parte de Minera Escondida Limitada, para la elaboración de una planta desaladora, dicha planta contempla más de una infraestructura hidráulica, esta requiere de la construcción, mar adentro, de la infraestructura necesaria para la **captación de agua de mar**, consideró además, **2 tuberías** de polietileno de alta densidad (HDPE) para la **conducción del agua**, diseñadas para 8.000 litros, esperando que el caudal de captación operacional sea de 7.700 l/s promedio.

En términos generales, se desprende un pick en la cantidad de proyectos entre los años 1999 y 2004, para luego descender hasta el año 2010 con una pequeña alza de 5 proyectos para dicho año, posterior a ello se produce una media sin altas variaciones respecto al número de proyectos. De igual forma resulta interesante destacar que a la fecha, ya se hayan aprobado 3 proyectos en lo que contempla solo al año 2019.

En relación con el monto de inversiones, estas suman un total de 6.650,30 MMU\$, poco menos de la mitad se concentra en el año 2009 y en solo uno de los 3 proyectos aprobados ese año. La tendencia posterior indica un aumento en las inversiones, con un segundo pick los años 2017 y 2018 concentrados en la aprobación de 4 proyectos,

3 de ellos implican el tratamiento de aguas crudas mediante construcción de plantas desalinizadoras

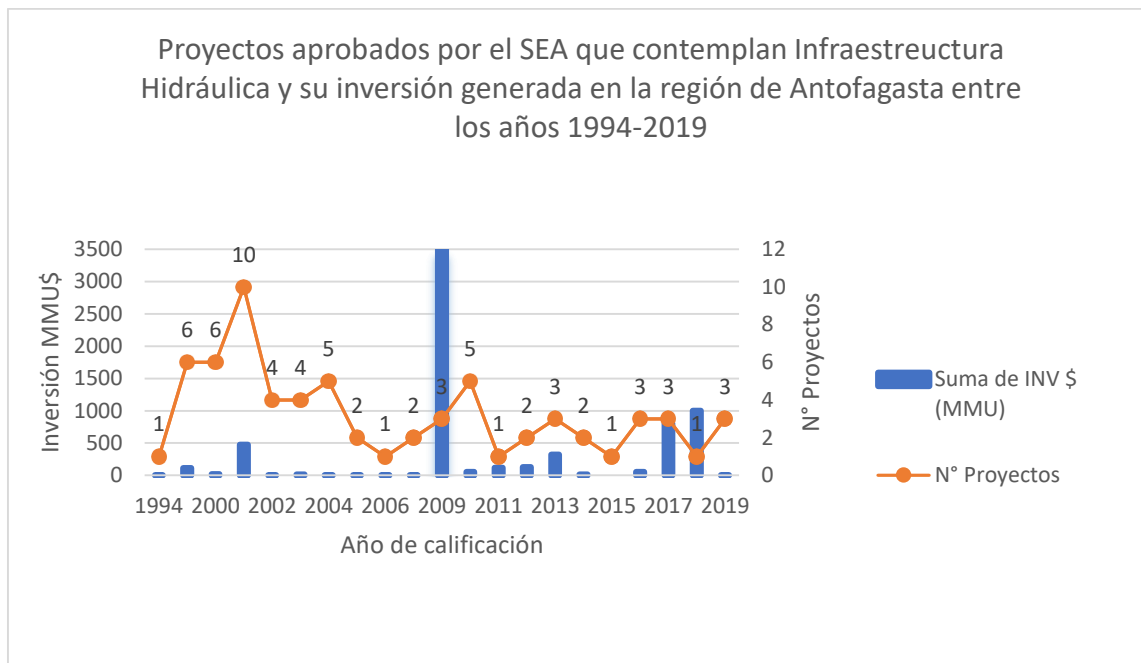


Gráfico 3 Proyectos aprobados de Infraestructura Hidráulica y su inversión entre 1994-2019
Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de Servicio de Evaluación Ambiental

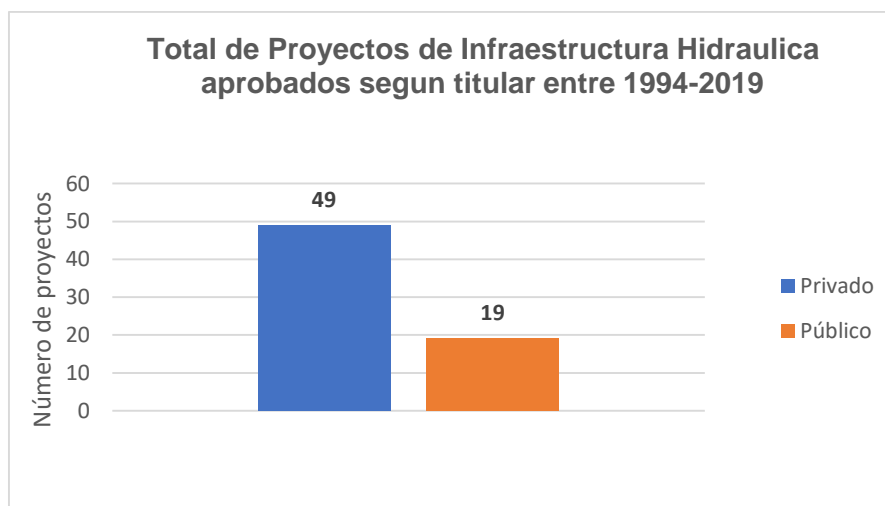


Gráfico 4: Total de Proyectos Aprobados según tipo de titular
Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de Servicio de Evaluación Ambiental

A modo de recuento general, la cantidad de proyectos públicos entre las fechas 1994-2019 corresponde a 19 y a 49 para el caso de aquellos proyectos con inversionistas privados, (Gráfico 4) esto llevado a montos de inversión en MMU se representa en el Gráfico 5, este indica que la inversión privada total en infraestructura hídrica durante los años comprendidos entre 1994 y 2019 corresponde a un monto de 5.511 MMU,

mientras que la inversión pública durante el mismo periodo de años corresponde a 139 MMU.

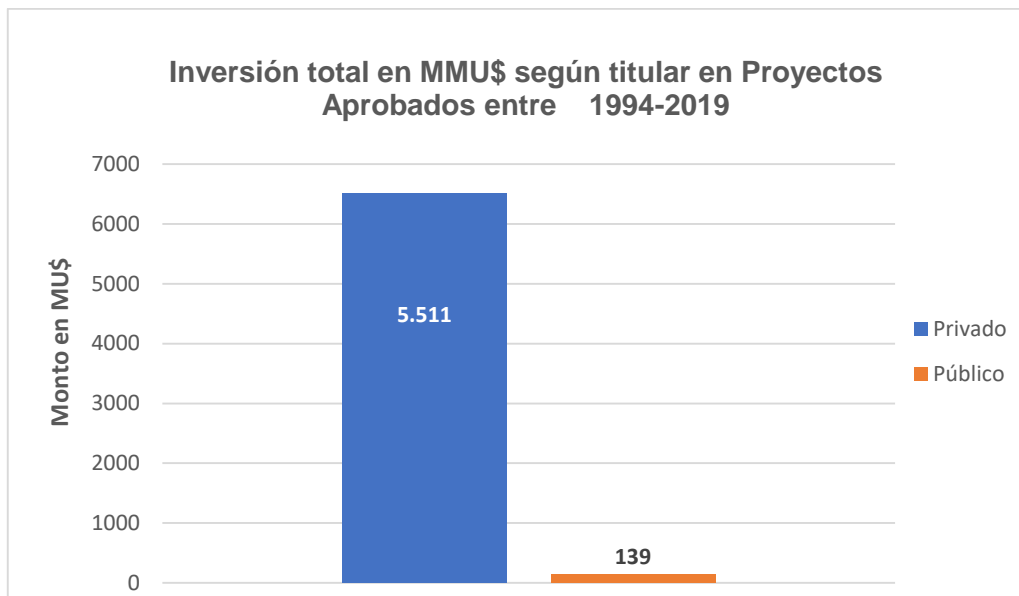


Gráfico 5 Inversión total en Proyectos según tipo de titular
Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de Servicio de Evaluación Ambiental

A continuación, en el Gráfico 6 se diferencia la inversión total según funcionalidad de la infraestructura hídrica, sin diferenciar si el tipo de inversionista corresponde público o privado entre los años 1994-2019

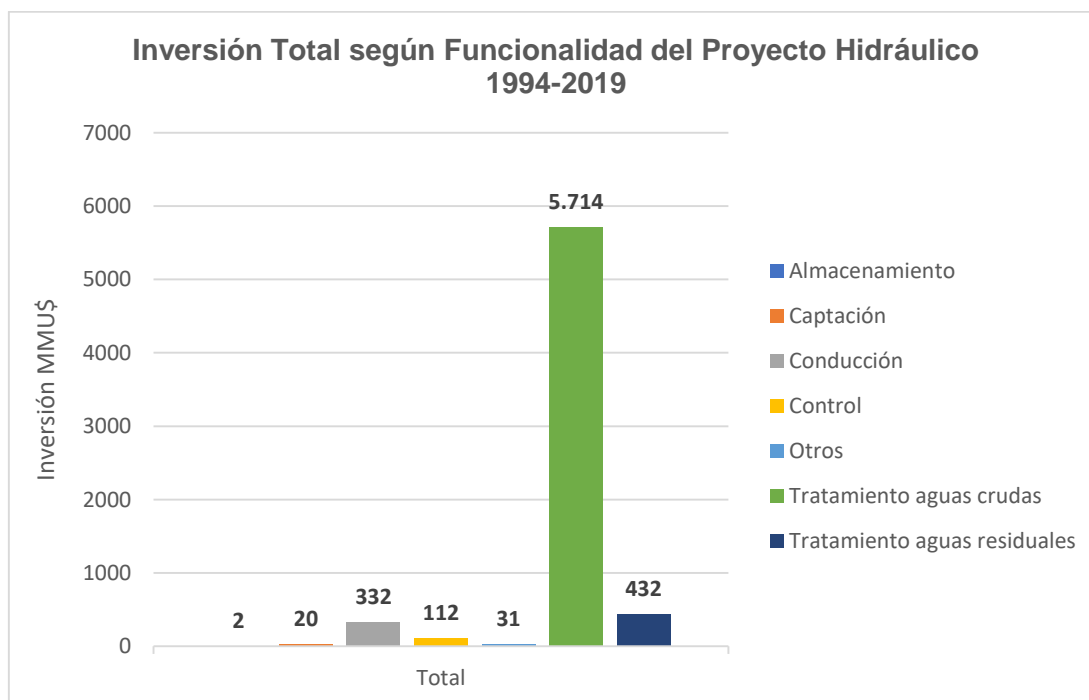


Gráfico 6 Inversión Total según Funcionalidad del Proyecto Hidráulico
Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de Servicio de Evaluación Ambiental

La diferencia de inversión según la funcionalidad de la infraestructura hidráulica en el gráfico anterior indica que la mayor inversión se realiza en las obras del tipo de tratamiento de aguas crudas, estas incluyen plantas Desaladora y plantas de abatimiento, estas últimas tienen como principal objetivo disminuir los altos contenidos de arsénico de las aguas.

El segundo tipo de infraestructura con mayor inversión, es aquella destinada al tratamiento de aguas residuales, las cuales mediante procesos físicos, químicos y biológicos tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano.

El tercer tipo de infraestructura con mayor inversión, corresponde al del tipo de conducción, este contempla todos aquellos proyectos que requieran infraestructura para el transporte o conducción del agua, ya sean acueductos, sifones o redes de alcantarillado, esto adquiere bastante sentido si se piensa que el agua “producida” por las plantas desalinizadoras debe ser conducida a través de infraestructura que permita su desplazamiento desde la fuente de producción hasta el punto de utilización.

En el Gráfico 7 Se representa el número de proyectos según tipo de inversionista y funcionalidad de la infraestructura hidráulica construida. El privado cuenta con un mayor número de proyectos destinados al tratamiento de agua cruda y residual, además de aquella infraestructura destinada a la conducción, mientras que el público cuenta con un mayor número de proyectos destinados al control de aguas, luego al tratamiento de aguas residuales al igual que a la elaboración de playas artificiales, lo que se clasificó en la categoría de “otros”

El desprende que privado invierte en producir agua, esto implica la desalinización del agua de mar y tratar la de tipo residual, al igual que construir infraestructura destinada la conducción de esta, mientras que el estado invierte en el control del agua, más que nada en la disipación de energía aluvional en quebradas y en la del tipo destinada al esparcimiento, materializado en playas artificiales.

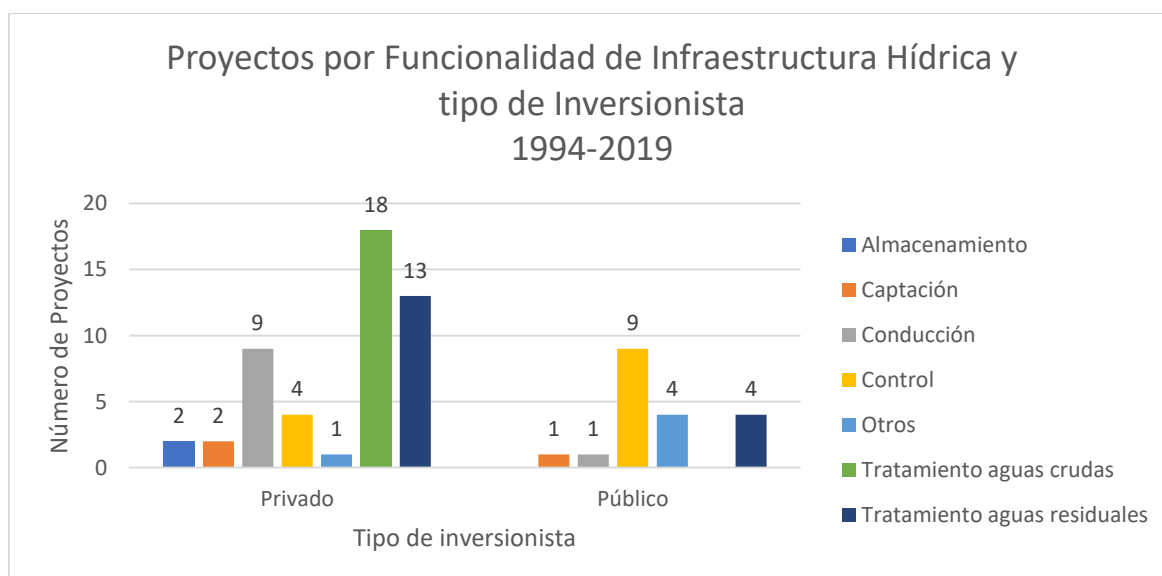


Gráfico 7 Proyectos según funcionalidad de la Infraestructura Hidráulica
Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de Servicio de Evaluación Ambiental

5.1.2 Catastro de infraestructura Hidráulica por año, nombre y tipo de inversionista

El catastro final de los proyectos vinculados con las infraestructuras hidráulicas se presenta en el Anexo 8, en él se indican las infraestructuras hidráulicas realizadas entre los años 1994-2019 diferenciando su nombre y tipo de inversionista.

5.2 Identificar la distribución de infraestructura hidráulica en la región de Antofagasta, según funcionalidad y monto de inversión.

Con respecto a la distribución espacial, se observa la presencia de infraestructura hídrica en casi todas las comunas de la región, excepto Ollague, comuna que no presenta ningún proyecto público o privado en lo que a infraestructura hídrica se refiere. Se reconocen 4 zonas de mayor densidad de infraestructura, estas corresponden a las costas de Tocopilla, Mejillones y Antofagasta, se desprende que la infraestructura hidráulica se concentra en asentamientos humanos. La cuarta zona de mayor densidad de infraestructura corresponde a la comuna de Calama, principalmente al interior de esta, en las cercanías del río Loa, único río exorreico de la región y que a pesar de su alta superficie posee un bajo caudal debido a las características desérticas del área y su sobreexplotación, además se presenta como una fuente directa para la obtención de agua.

A continuación, se indica la localización de la infraestructura hídrica en Antofagasta, señalando la funcionalidad principal, su monto de inversión y el tipo de inversionista, la localización se representa mediante 3 mapas, los cuales contienen 4 acercamientos a las zonas de mayor concentración de infraestructura hídrica. Cada infraestructura se enseña mediante un punto, el que en su parte superior posee un número que indica el nombre del proyecto, este se encuentra en la

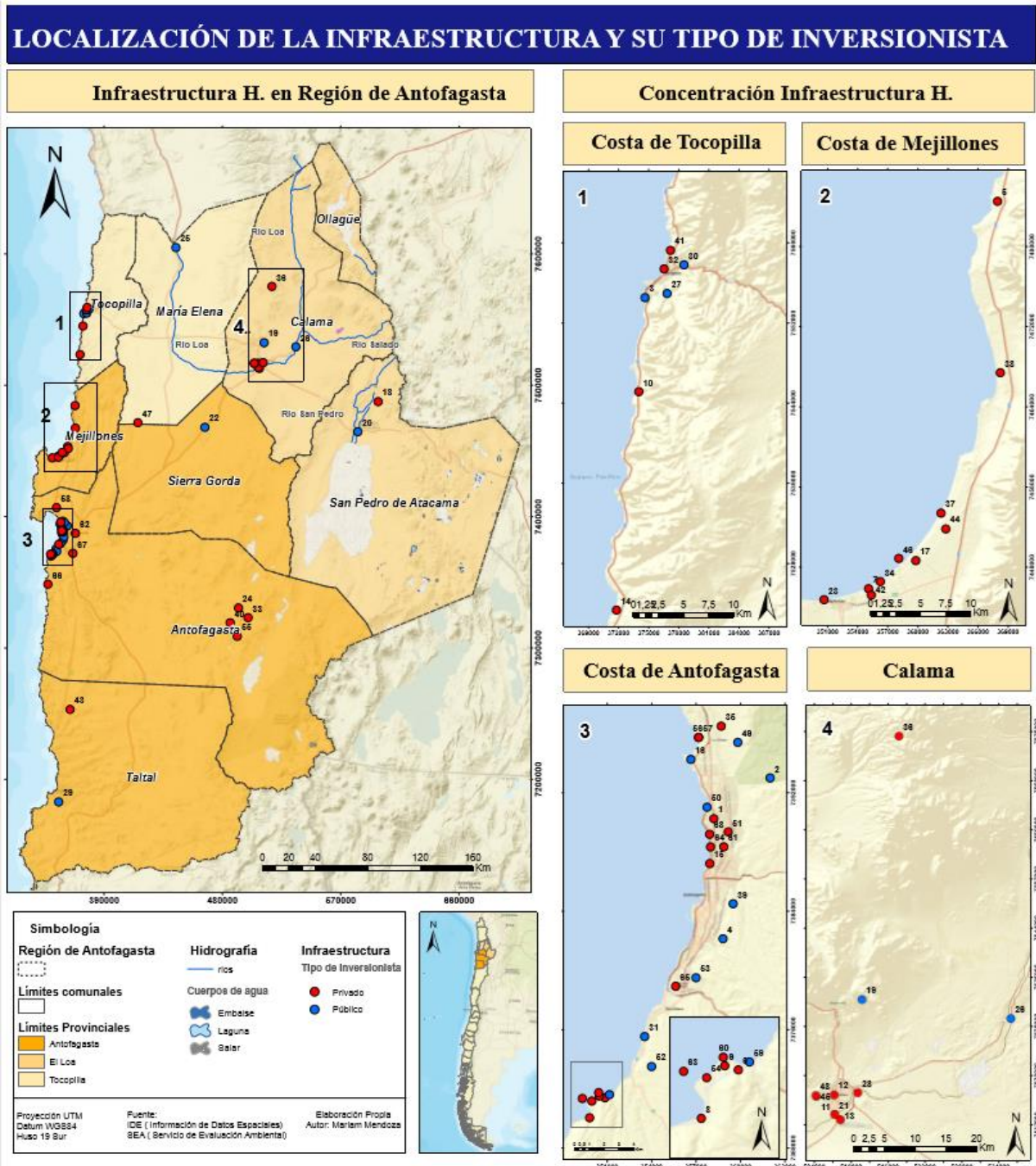
Respecto al tipo de inversionista (

Mapa 3) hay que recordar que a nivel regional existen 49 proyectos financiados por titulares privados y 19 por públicos, por lo que la presencia de estos últimos es menor.

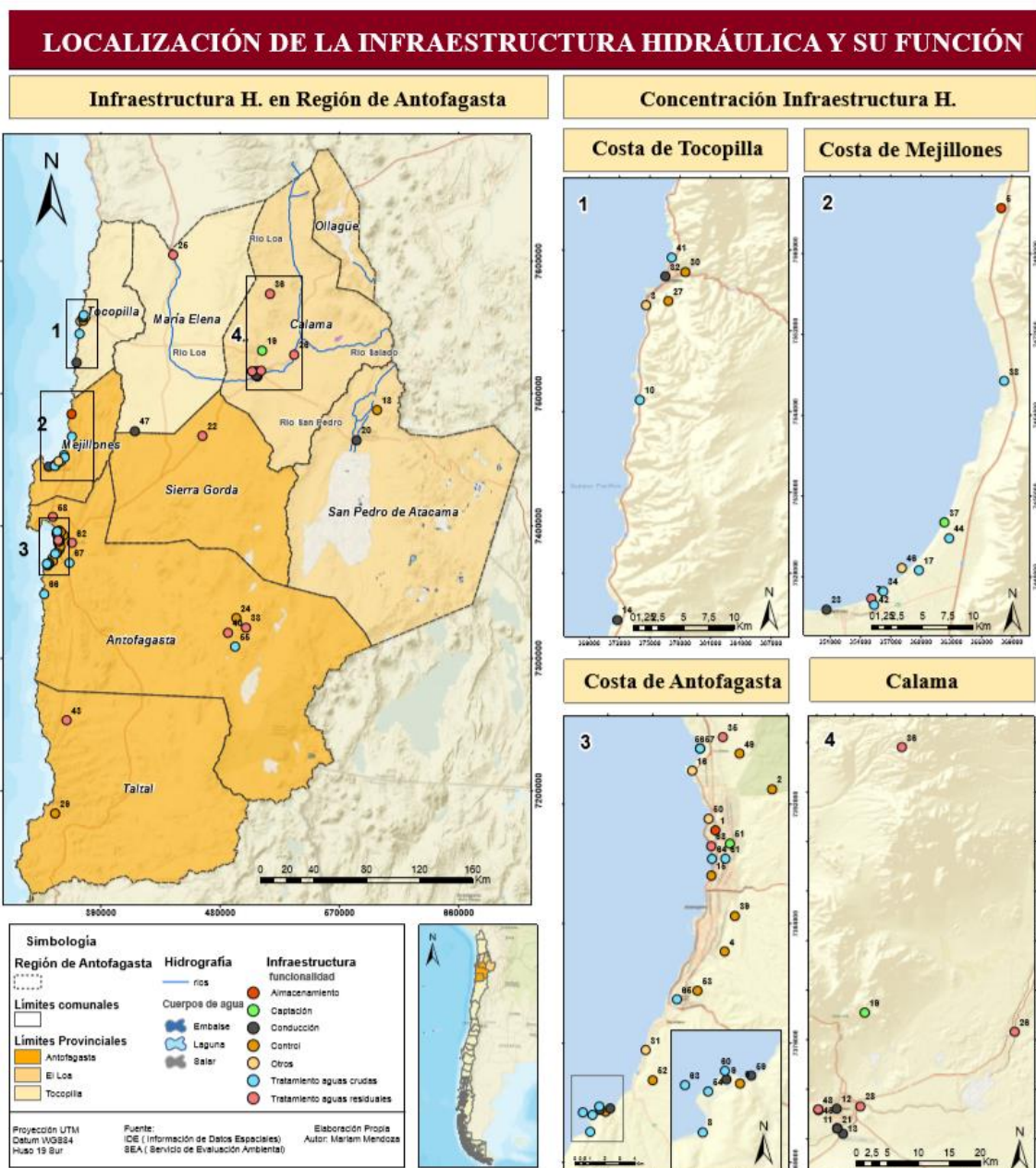
La infraestructura con titulares privados tiene presencia en 8 de las 9 comunas de la región y se distribuye principalmente en la zona costera, esto debido a que gran parte de sus proyectos corresponden a plantas desalinizadoras, ampliaciones o modificaciones de estas mismas, por lo que su cercanía al mar resulta imprescindible. Existen dos zonas con una concentración exclusiva de infraestructura hídrica privada, la primera es la costa de Mejillones y la segunda al interior de la región de Antofagasta, situación que se explica por la presencia de la Minera Escondida. También debe destacarse la importante presencia de capitales privados en la comuna de Calama, en las cercanías del río Loa.

En relación con el financiamiento público en infraestructura esta se materializa en casi todas las comunas de la región, excluyendo Ollague y Mejillones. La mayor presencia de este tipo de infraestructura se aprecia en la zona costera de las comunas de

Tocopilla y Antofagasta, aquellos proyectos que no se localizan en la costa están cercanos a fuentes de agua como el río Loa, Salado o de San Pedro.



Mapa 3 Localización de infraestructura y su tipo de inversionista
 Fuente: Elaboración propia en base a BCN, IDE, y SEA.



Mapa 4 Localización de la infraestructura y su función
Fuente: Elaboración propia en base a BCN, IDE, y SEA.

En base a la Mapa N°4 se puede desprender la disposición de la infraestructura hídrica según su funcionalidad en la región de Antofagasta

El mayor número de infraestructura está destinada al tratamiento de aguas crudas, se desprende que en su mayoría se localiza en la zona costera de la región, y pertenece a su mayoría a infraestructura privada, mientras que el tratamiento de aguas residuales, el segundo número más en cantidad de infraestructura se concentra.

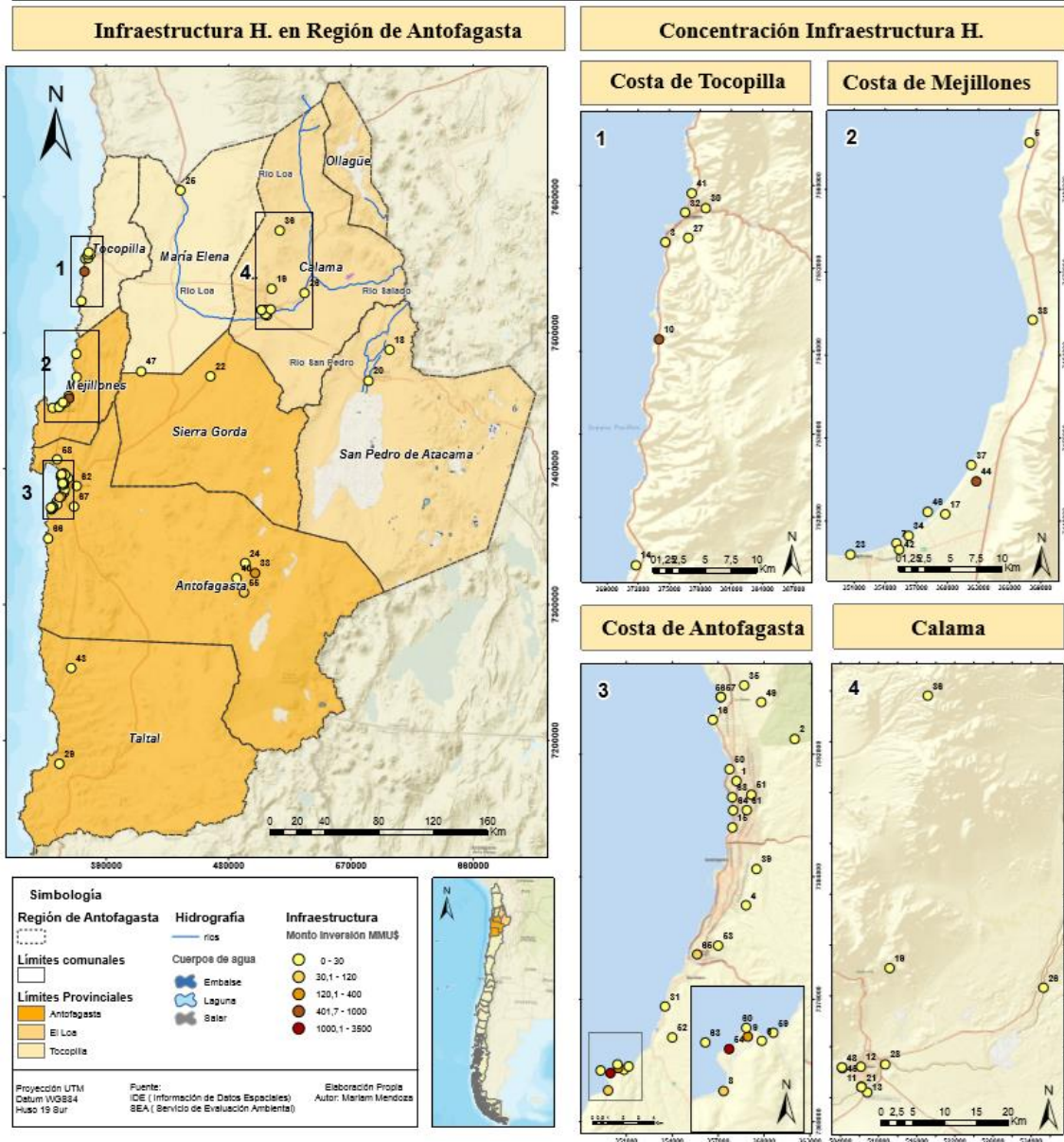
Además de localizarse en la zona de costa, además se concentra en las fuentes de agua del Río Loa o Salado.

A modo general, la distribución de infraestructura tiene relación con la cercanía o a centros poblados de las ciudades o con mineras, por ejemplo, al interior de Antofagasta se reconoce un quinto punto de concentración de infraestructura, esta responde a la cercanía de la Minera Escondida.

El privado invierte mayormente en la generación de agua, mientras que el público invierte en el control del agua, esto implica obras destinadas al manejo y control Aluvional en quebradas.

El mayor número de proyectos es del tipo de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, el mayor monto de inversión lo tienen las plantas de tratamiento de aguas crudas.

LOCALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SU RANGO DE INVERSIÓN EN MMU



Mapa 5 Localización de la infraestructura y su rango de inversión en MMU
 Fuente: Fuente: Elaboración propia en base a BCN, IDE, y SEA.

A continuación, mediante la Mapa 5 se analizará la distribución de infraestructura hidráulica según su monto de inversión, esta se dividió según quiebres naturales en Arcgis, clasificando los montos de inversión en 5 intervalos.

Del mapa se desprende que gran parte de las infraestructuras no superan los 20 MMU de inversión, y que respecto al último rango de montos de inversión solo existe una infraestructura representativa, la correspondiente al Suministro Complementario de Agua Desalinizada para Minera Escondida (54) con el mayor monto. La segunda categoría con mayor monto corresponde a aquellas inversiones que contemplaron entre 401 y 1000 MMU\$, dentro de ellas se reconoce la Adecuación Planta Desaladora

RT Sulfuros (10) y (44) Planta desalinizadora y suministro de agua industrial ambas plantas desalinizadoras y ambas con titulares privados.

5.3 Identificar cómo la infraestructura hidráulica ha configurado la disponibilidad y distribución del agua en la región

Actualmente la responsabilidad de la distribución de agua potable en la región de Antofagasta corresponde a la empresa Aguas Antofagasta, la empresa tiene como objetivo abastecer al 100% de la población de la ciudad de Antofagasta con agua desalada de aquí al 2020, para ello trabaja en la ampliación de una de sus 4 plantas desalinizadoras. La empresa no solo invierte en tratamiento de aguas, sino que además se aprecian inversiones relacionadas con la conductividad del recurso, específicamente nuevas y mejores redes de alcantarillado que se utilizan para una posterior distribución de agua. Resulta relevante mencionar que si bien Aguas Antofagasta destaca tener abastecida a la totalidad sus áreas de cobertura (SISS, 2016) esto no implica que abastezca a toda la región (Anexo 4). Cobertura hace referencia a los servicios sanitarios dentro de las áreas de concesión de las empresas sanitarias, las que se encuentran insertas en las áreas urbanas de cada localidad, y no siempre coinciden. Por lo que existe un número no determinado de viviendas que se ubican entre el límite del territorio operacional y el límite urbano que no forman parte de estas coberturas (SISS, 2016). Es por ello que aunque las diferentes concesiones de empresas sanitarias manifiesten una cobertura total en su límite operacional, esto no es sinónimo de que la población total de la región este abastecida del recurso.

Respecto a la generación de agua esta recae mayormente en mineras como a empresa de Aguas Antofagasta y el resto de concesiones sanitarias. El mecanismo para “producir” agua corresponde a la implementación de plantas de tratamiento para desalinizar el agua, localizadas en la zona costera de la región. (

Mapa 3) Estas plantas pueden producir agua de calidad industrial, principalmente para el uso en la minería o agua potable.

A continuación, mediante el Anexo 8 y Gráfico 8 se permite comparar la cantidad de agua que producen las plantas desaladoras en la región según el tipo de calidad de agua que generan.

TITULAR	NOMBRE DE LA PLANTA	AGUA POTABLE L/S	AGUA INDUSTRIAL L/S
Aguas Antofagasta	Sur Antofagasta: Aguas Antofagasta	1000	-
Aguas Antofagasta	Tocopilla	200	-
Aguas Antofagasta	Tal Tal	5	-
Caja Compensación Los Andes	Mejillones Planta "Hornitos"	4,3	-
Aguas Antofagasta	La chimba	725	-
DOH	Raposo	1,4	-
Minera Escondida	Plata Coloso	525	-
Antofagasta Minerals	Michilla	75	23
Antofagasta Minerals	Distrito Centinela	100	1140
Antofagasta Minerals	Antucoya	50	280
Grupo minero Las Cenizas	Tal Tal	9	55
Minera Mantos De Luna	Mantos de Luna Tocopilla	20	5
Moly Corp	Mejillones Planta Moly Corp	4,3	-
Minera Quadra Chile	Sierra Gorda	63	1315
BHP Billinton	Planta Coloso	-	2500
Total		2.787	5.318

*Tabla 5 Plantas desalinizadoras y tipo de agua que producen
 Fuente: Elaboración propia en base a datos del Servicio de Evaluación Ambiental.*

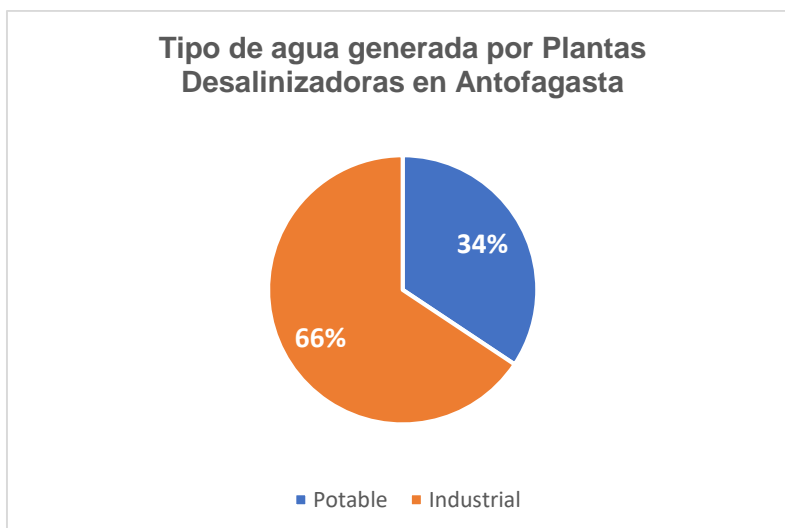


Gráfico 8 Tipo de agua generada por las plantas desalinizadoras en Antofagasta
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Servicio de Evaluación Ambiental.

De acuerdo a los datos de cantidad de agua desalada potable e industrial que genera cada una de las plantas, cabe mencionar que Aguas Antofagasta quien produce la mayor cantidad de l/s de agua. Sin embargo, la cantidad de agua que producen principalmente las empresas mineras del cobre es muy superior al agua potable, y que en mayor medida la utilización de esa agua potable recae para el cumplimiento de sus faenas mineras.

En la actualidad, Antofagasta tiene el agua potable más cara de Chile con una tarifa de \$876 por metro cúbico (m³) fuera de punta, más un costo fijo de \$758 por mes, más un sobre consumo de \$2.182/m³. El costo del agua potable producida por desalación de agua de mar es de alrededor de \$700/m³ (aproximadamente 700 pesos chilenos equivalen a un dólar), lo que constituye un costo similar que el agua proveniente de la Cordillera. (Banco interamericano de desarrollo, 2003)

Para abastecer las comunas de Antofagasta, Mejillones, Calama y Tocopilla, el agua es captada en la alta cordillera, principalmente afluentes del río Loa. Existen tres captaciones principales: Lequena, Quinchamale y Toconce ⁵

En cuanto a los límites normativas que rigen la construcción de infraestructura hidráulica para el sector estatal La Dirección de Obras Hidráulicas tiene, entre sus funciones posee la construcción de nuevos embalses y su supervisión, construcción de nuevos canales de riego y entubamiento, mejoramiento de canales la construcción de pozos, entre otros.

Considerando lo anterior y en relación con la inversión pública generada por el estado en Infraestructura Hidráulica en Antofagasta, esta considera de manejo de crecidas y control aluvional, (Anexo 4) presentándose como principal titular el Ministerio de obras públicas, el cual también invierte en la construcción de playas y piscinas artificiales, las que el Servicio de Evaluación ambiental también considera como Infraestructura

⁵ <http://www3.aguasantofagasta.cl/>

Hidráulica. Desde otro lado las Municipalidades también realizan inversiones en estructuras, principalmente en redes de alcantarillado, tratamiento de agua potable, plantas de abatimiento de arsénico y medidas de sistemas de disipación de energía aluvional en quebradas.

DEMANDA AGUA	M3/SEG	% EN REGIÓN
Agropecuario	3,31	26,4
Agua potable	1,68	14,4
Industria	1,29	10,3
Minería	6,26	49,9
Total región	12,54	100%

*Tabla 6 Distribución del agua según sector en la región de Antofagasta
Fuente: Ministerio de Obras Públicas 2017*

La planta Desaladora de Antofagasta, ubicada en el sector norte de la ciudad entrega 600 litros por segundos para abastecer el 60% del consumo actual de los habitantes de la ciudad. A ello se suma la Desaladora de Taltal, que actualmente produce 5 litros por segundo.

5.3 Analizar cómo la normativa/ privatización ha impactado en la dinámica de inversión actual en infraestructura hidráulica.

La actual configuración en inversión de Infraestructura Hidráulica del país no es producto de procesos aislados, por lo que resulta primordial enmarcarla dentro del contexto nacional, para ello es necesario contemplar normativas o procesos históricos vinculados con la economía, política, medio ambiente y sociedad que han ido permitiendo la marcada diferencia de inversión según privados y estado que existe en la actualidad.

A modo de sintetizar la normativa e hitos que se relacionan con las inversiones en infraestructura hídrica en el país, a continuación, en la esquema 3 se presenta una línea secuencial que abarca 1981 -2019 de aquellos hitos o normativas que han contribuido a conformar la dinámica de inversiones en Infraestructura Hidráulica actual, además se presenta el porcentaje de proyectos financiados con montos privadas y montos públicos por periodo presidencial, los detalles y nombre del proyecto se encuentran en la tabla 5.

A continuación mediante el

Esquema 3 Hitos de la infraestructura *hídrica* se relatan los principales hitos ocurridos 1981-2019. Desde la promulgación del Código de aguas. Este separa completamente la vinculación de las aguas a sus usos, permitiendo la apropiación de los derechos para un uso sin límites, en forma perpetua y sin pagar suma alguna por su obtención ni por su mantención. Este enfoque no sólo es contrapuesto al marco que estableció tanto el Código de Aguas de Chile de 1951 como el de 1969, sino que, además, es

único a nivel mundial. Este fue establecido bajo la dictadura militar de Augusto Pinochet y si bien tuvo modificaciones el año 2005 la característica fundamental del código de aguas que define simultáneamente al agua como un bien nacional de uso público y como bien económico, permitiendo su transacción y regulación a través de “mercados de agua” primando la oferta y la demanda con una escasa fiscalización estatal no se ha modificado hasta la actualidad.

Durante este período se creó la Súper Intendencia de Servicios Sanitarios, ejerciendo un mayor control sobre las empresas de agua potable, tuvo como primeros propósitos la fijación de tarifas para empresas autónomas y luego de empresas con financiamiento independiente del Estado, lo que implicó en un alza en las cuentas del agua.(

Esquema)

En materia de economía en 1981 se aprueba la Ley 18.097, la Ley Orgánica Constitucional sobre concesiones mineras. Mediante la cual los yacimientos de minerales pasaron a ser «Concesiones Plenas», lo que implicó que los recursos naturales pasaron a ser propiedad del que obtuviera la concesión para explotarlos, hasta el momento en que se agotara el yacimiento. Los defensores de esta ley señalan que esta medida se tomó en consideración a que el Estado de Chile y Codelco no disponían de los recursos financieros, tecnológicos y personal capacitado para explotar los yacimientos.

Patricio Alwayn fue electo presidente de la república en marzo de 1990, antiguo presidente del Senado durante la Unidad Popular, durante su mandando se presenta una modificación sustantiva al parlamento para transformar el código de aguas, La modificación se estancó debido a una pared constitucional que no dejó avanzar prácticamente ninguna de las líneas propuestas. Finalmente, y luego de trece años de discusión, se promulgó la Ley 20.017 que modificó parcialmente el Código de Aguas en relación con el proyecto de 1992. Mediante Instructivo Presidencial N.º 03, de fecha 19/06/09, se creó el Comité Interministerial de Política Hídrica, cuyo objeto es elaborar una propuesta que contuviera los lineamientos de una política nacional de recursos hídricos y colaborar en la coordinación de las distintas potestades públicas en esta materia.

Se considera también la promulgación de la Ley N.º 19.300 de o Ley de Bases del Medio Ambiente (LBMA) y se registra la primera obra hidráulica construida en Antofagasta y catastrada por el Servicio de Evaluación Ambiental, esta consistió en un tranque para la minera Michilla y fue financiada con fondos de la misma minera.

En cuanto a la Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento: En Chile, los servicios sanitarios que atienden las zonas urbanas se rigen por el DFL MOP N° 382/88 y la Ley 19.549 de 1998, que establece un régimen de concesiones y una estructura legal que se caracteriza por entregar la producción, distribución, recolección y tratamiento de las aguas a empresas. Labores que años más tarde serán responsabilidad de la empresa privada Aguas Antofagasta.

Como indica el

Esquema el proceso de privatización de los servicios sanitarios en el Chile ocurrió durante periodo de democracia y bajo la presidencia de Eduardo Frei Ruiz- Tagle. La principal razón que los defensores respecto a la medida de la privatización fue el

interés de aumentar la eficiencia de las empresas, considerando que el estado no poseía los recursos y facultades suficientes para tomar dicha responsabilidad, posterior a ello se privatizaron todas las empresas con leyes aprobadas por el Congreso a partir del año 1997, para luego en 1998 modificar el marco regulatorio del sector sanitario con la Ley N°19.549, permitiendo el ingreso de capitales privados a las sanitarias, corrigiendo fallas regulatorias y aumentando las facultades reguladoras y fiscalizadoras de la SISA.

En términos de infraestructura a nivel nacional debe considerarse que hubo un aumento demográfico en el país a partir de 1999, la población urbana pasó de los 12 a 17 millones de habitantes, lo que tuvo como consecuencia un incremento de la red de agua potable en 10.000 kilómetros, la de agua servidas en 11.000 kilómetros, además de la construcción de 290 servicios de tratamientos de aguas (Galilea, 2017). Por consiguiente, se aprecia un aumento en cuanto a la infraestructura hidráulica de Antofagasta, se registran 12 proyectos de los cuales 7 corresponden a iniciativas estatales y 5 a financiamiento privado con un monto total de inversión de 131,23 MMU\$.

En el año 1999, aun bajo el mandado del presidente Eduardo Frei Ruiz-Tagle se establece la Política Nacional de Recursos Hídricos, en ella se reconocen desafíos a superar, mediante el reconocimiento previo de ciertas problemáticas, los principales desafíos tienen relación con el *incremento de la demanda del recurso hídrico* debido a un desarrollo demográfico considerable y reconocimiento de que las demandas de agua existentes significan una gran presión sobre los recursos hídricos, indicando desde ya que desde la Región Metropolitana al norte las demandas superan el caudal disponible

La Política Nacional de Recursos Hídricos de 1999 propone para un futuro un avance en la definición de la viabilidad de establecer un sistema de tarificación del agua. Y respecto a la consideración de infraestructura hidráulica hace mención la mejora de tecnologías para el aprovechamiento del recurso.

La contaminación de las aguas y consideración con el medio ambiente también forma parte de lo establecido en el Política Nacional de Recursos Hídricos, de destaca un requerimiento hídrico para protección de ecosistemas, respecto a la contaminación hace referencia a 3 ejes: Contaminación de las aguas servidas domésticas, contaminación por efluentes mineros y residuos industriales líquidos y Contaminación agrícola y difusa de aguas subterráneas. Contempla además un tercer desafío relacionado con la incertidumbre del recurso debido a la variabilidad climática.

Se reconoce una falta de coordinación entre los organismos institucionales y la necesidad de una plataforma que permita la unificación de los datos hídricos levantados por diversas fuentes, reconoce además la inexistencia de una preocupación por parte del Estado para que los privados y el sector público accedan a la información relativa a los sistemas de recursos hídricos, propone la corrección con creación del Servicio Nacional de Información Ambiental (SINIA) y, del Reglamento del Catastro Público de Aguas y la implementación de un Centro de Información de Recursos Hídricos en la DGA.

Durante el gobierno de Ricardo Lagos (2000-2006) Se aprueba la implementación de la primera Planta Desoladora de Agua de Mar para agua potable en Antofagasta, “La Chimba”, el año 2001, financiado por la empresa sanitaria Aguas Antofagasta la que

comenzó a desarrollarse como sociedad anónima a partir del 2003. Para el año 2015 el Grupo EPM compra Aguas Antofagasta por un valor de 965 millones de dólares. Actualmente, Aguas de Antofagasta S.A. es una empresa perteneciente al grupo Antofagasta PLC (Grupo Luksic), y es la encargada de la explotación de los servicios públicos de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas en la región.

El año 2005 se realizan modificaciones al código de aguas del cual se desprende que el de aprovechamiento de aguas consiste en un derecho real, de carácter perpetuo, que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas. La propuesta de modificación gubernamental pretende que, en la constitución de nuevos derechos, éstos tengan una extensión temporal limitada a un máximo de 30 años, siempre prorrogables, salvo que la Dirección General de Aguas acredite el no uso efectivo del recurso, caso en el que operarán las causales de caducidad contempladas en este mismo instrumento. Además, se menciona la incorporación del cobro de “patente” por no uso del derecho de aprovechamiento de agua con el fin de obligar a quienes detentaran tales derechos, a lanzarlos al mercado, donarlos o bien renunciar a ellos

Durante este mandato se realizaron mayor cantidad de infraestructura hidráulica que en cualquier otro periodo, aumentando la presencia de proyectos privados, elevándose a un número de 17 proyectos en relación con los 5 del gobierno anterior. 65,4% del total de proyectos aprobados tuvieron como titular un privado y el restante 34,6 correspondió a capitales estatales. La suma total correspondió a 503,40 MMU\$, lo que corresponde a casi 4 veces el monto de inversión total del periodo presidencial anterior.

En el año 2010 bajo el mandando presidencial de Michelle Bachelet (2006-2010) se reformula la Legislación ambiental la que básicamente consiste en la modificación de la Ley de bases del medio ambiente (Ley 19.300) a Ley 20.417. Se establece el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) con el objetivo de crear un conjunto de instrumentos articulados para la protección, prevención y control de la contaminación del medio ambiente, dentro de los cuales se destacan las normas relativas a la emisión de residuos industriales líquidos al alcantarillado, a los cursos de aguas superficiales y a las aguas subterráneas, y las normas de calidad ambiental, a los cuales se deben ceñir los proyectos de infraestructura públicos y privados.

Durante este mandando presidencial la cantidad de proyectos de Infraestructura Hidráulica disminuyen para la región de Antofagasta, no obstante, el monto total de inversión considera un pick de inversión no catastrado hasta ahora en ningún otro periodo presidencial, la suma total en inversiones en infraestructura hidráulica para la región de Antofagasta y bajo el periodo de presidencia de Michelle Bachelet es de 3,563 MMU.

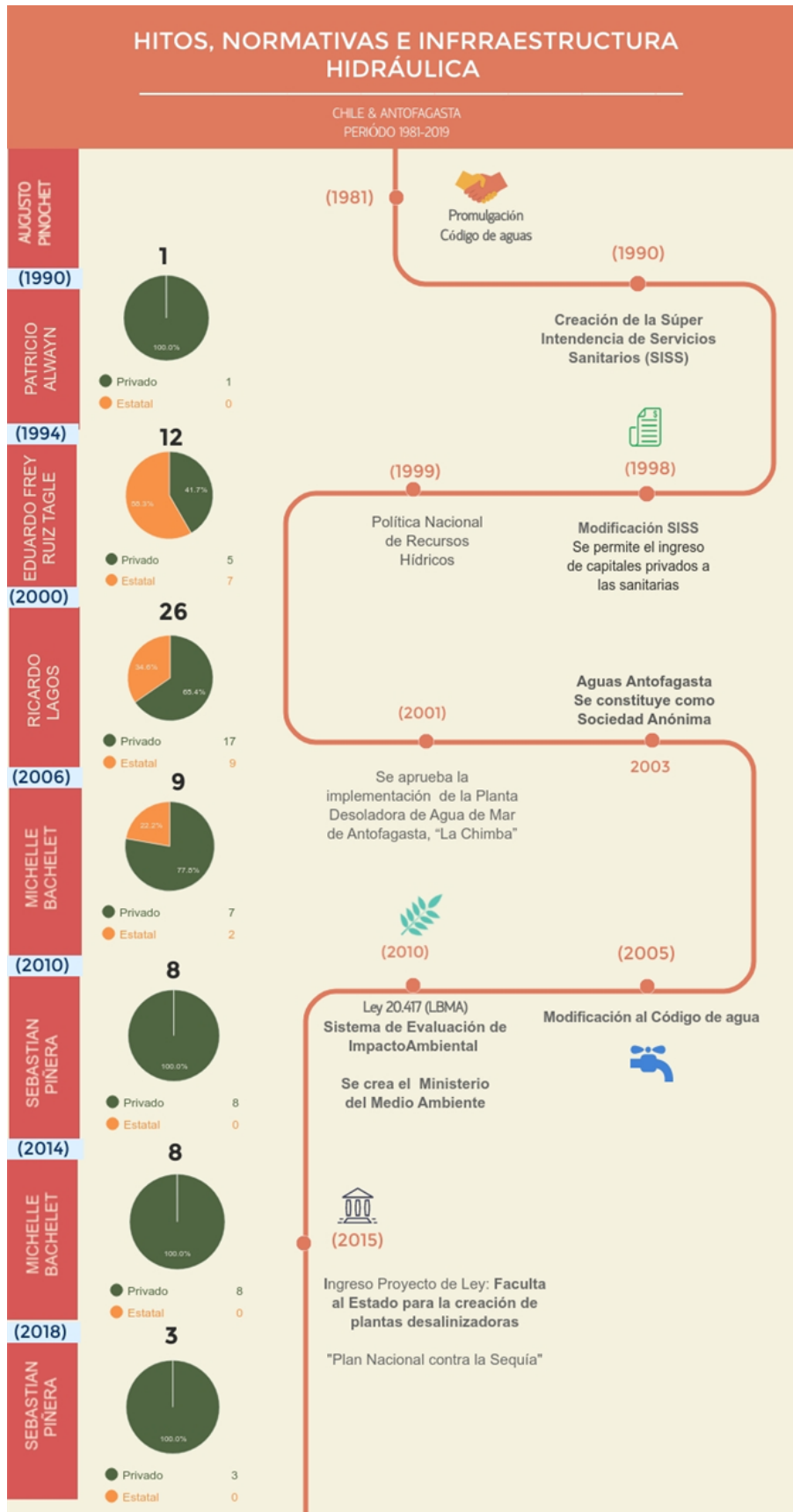
Se aprecia una tendencia a la disminución respecto a la cantidad de proyectos aprobados con financiamiento estatal durante los periodos de Ricardo Lagos (2000-2006) y Michele Bachelet (2006-2010), esto se explica en parte debido a que los han mantenido la estructura básica institucional del sector que fue establecido bajo gobiernos anteriores y se basa en el abastecimiento privado, subsidio a la demanda y regulación por una agencia pública y autónoma.

Durante el primer gobierno de Sebastián Piñera el 100% de los proyectos de inversión en infraestructura hidráulica en Antofagasta fueron financiados por empresas privadas, sumando un total de 8 proyectos y una suma de MMU de 585,98.

En marzo de 2015, la presidenta Bachelet, en su segundo periodo anunció el "Plan Nacional contra la Sequía", iniciativa que pretende abordar las medidas de corto y de largo plazo que se deben implementar para enfrentar dicho fenómeno. En tal contexto, plantea la decisión que durante su Gobierno se impulsen los estudios necesarios para dejar licitadas 5 nuevas plantas desalinizadoras asociadas al consumo de la población. Sin embargo, la autorización o facultad que se le da al Estado para llevar a cabo la actividad empresarial carece de especificidad, pues se refiere únicamente a "fomentar" y "desarrollar" la creación de plantas desalinizadoras, así como su explotación, pero deja fuera la construcción, conservación operación, mantención y reparación; por lo tanto, el Estado carecería de todas estas facultades y solamente podría fomentar y desarrollar la creación y explotación.

En cuanto a la infraestructura hidráulica, al igual que en el primer gobierno de Sebastián Piñera, se aprueban 8 proyectos, pero con una suma que supera los 1850 MMU\$ monto que supera por sobre 3 veces al gobierno anterior, esto debido, al igual que en su gobierno anterior, a la instalación o ampliación de plantas desalinizadoras.

Actualmente durante el actual mandando del presidente Sebastián Piñera, se han aprobado ya 3 proyectos y en su totalidad de inversionistas privados de empresas mineras.



Esquema 3 Hitos de la infraestructura hídrica
Fuente: Elaboración propia.

VII Discusiones.

7.1 ¿Puede una mayor inversión y cantidad de infraestructura hidráulica disminuir el problema de escasez en Antofagasta?

El origen de la escasez hídrica en la región no es producto de solo un factor ni nace de manera aislada, es mezcla de factores como el clima, la gestión y la privatización del agua. Es por ello que la construcción de mega estructuras hidráulicas generadoras de agua no representa una solución eficiente para la comunidad de Antofagasta, sino más bien parece enfocarse en satisfacer la necesidad de aquellas empresas, mayormente mineras, que requieren de este tan vital elemento para su funcionamiento. Las infraestructuras hídricas deben ser gestionadas con la finalidad de que el agua generada se distribuya de forma prioritaria a la población. Además, resulta primordial reconocer el impacto que generan los proyectos de desalinización en el entorno y tomar medidas para la disminución de sus impactos negativos, tales como el aumento en la temperatura del mar que termina afectado la mortalidad de fauna marina. Para que los proyectos de infraestructura hidráulica permitan ser parte de la solución de escasez y no del problema, es esencial la desprivatización del agua, para que este deje de definirse como elemento de mercado y pase a entenderse un como un elemento vital para la población, donde su calidad sea acorde las necesidades y donde sea el estado quien vele por su justa distribución, desvinculando de este modo la presencia en la toma de decisiones a los actores privados quienes priorizan mercado ante población y medio ambiente.

Se debe considerar que la construcción de infraestructura hídrica, no representa por si sola una solución a los problemas de escasez nacionales, tanto en zonas de sequía como para el resto de país, los aspectos tecnológicos ingenieriles (estructurales) constituyen solo una fase práctica para mitigar la situación. Con frecuencia, las repercusiones de la sequía se deben más a la gestión, uso y manejo del agua, en resumen a la administración del recurso, más que a la parte ingenieril o tecnológica (Velasco, Ochoa, & Gutierrez, 2005). En Chile, el Estado suele atribuir la escasez de agua principalmente al cambio climático y la reducción de las precipitaciones, por lo que sus medidas de índole institucional, infraestructural y tecnológico, son orientadas casi exclusivamente a aumentar la disponibilidad de la oferta hídrica, pero no en su gestión y distribución.

Una solución basada en la construcción de mega infraestructuras, tales como una carretera hídrica o plantas desalinizadoras, materializa una medida hecha para seguir preservando un modelo de gestión privado que es parte del problema y no de la solución. Si bien en términos prácticos, este tipo de proyectos dejan disponible grandes volúmenes de agua, los mega proyectos son una solución sumamente costosa, con una infraestructura que afecta ecosistemas y que generalmente no está planeada para beneficiar precisamente a quienes menos tienen y más necesitan el agua, tanto para consumo humano como para la pequeña agricultura familiar y campesina.

Antofagasta resuelta ser un ejemplo de que los mega proyectos hídricos no se construyen con la finalidad de solucionar los problemas hídricos de la población, Chile es el país de América Latina con mayor capacidad de desalinización instalada, los montos de inversión en infraestructura relacionada con plantas desalinizadoras supera

por mucho el de cualquier otro tipo de infraestructura hídrica. En Antofagasta este tipo de tecnología hídrica está ligada a la expansión minera y a su necesidad del recurso hídrico para su funcionamiento, este es un claro indicador que al privatizar el agua, los esfuerzos están puestos en la generación de agua para sectores productivos mas no para las comunidades y sus necesidades.

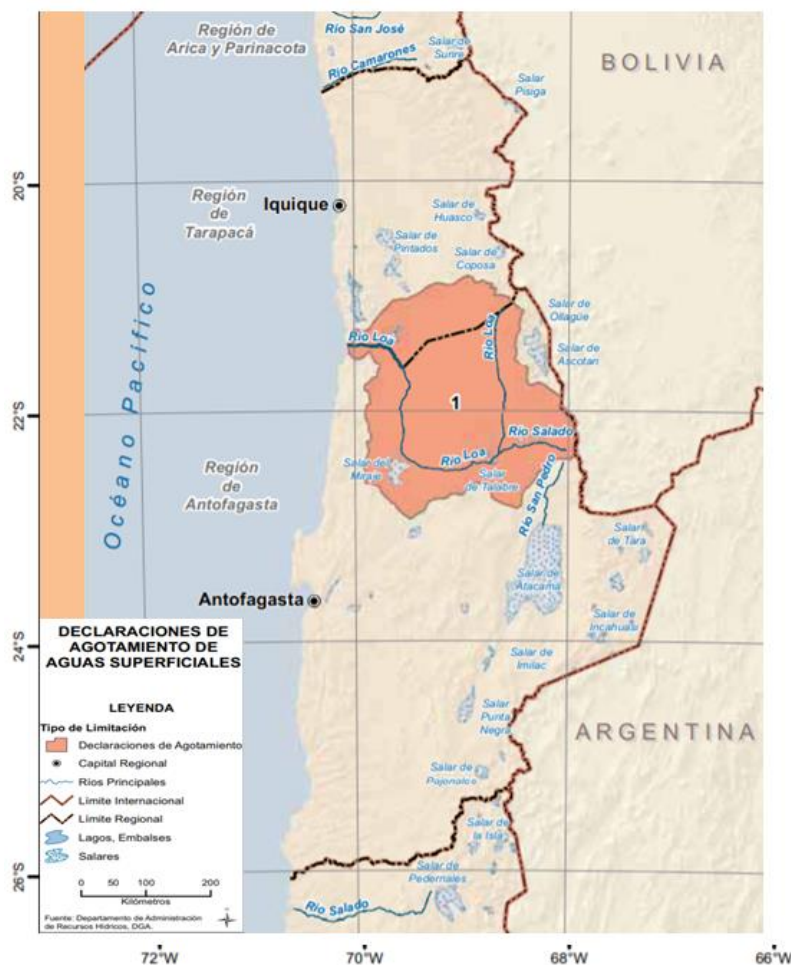
Se debe resaltar que el agua es un bien escaso a nivel mundial y Antofagasta una región mayormente árida, donde la aridez no corresponde únicamente a la escasez de precipitaciones, sino que también a las pérdidas de agua del suelo por evaporación (CIREN, 2016). Sumado a lo anterior se debe contemplar el estado actual de sus fuentes tradicionales de agua superficial que se encuentran a un nivel crítico (DGA, 2015), debido principalmente a la explotación que ejerce el sector minero, que requiere de recursos frescos de agua para sus procesos industriales. El río Loa y sus afluentes son el principal recurso hídrico de la región de Antofagasta y están declarados dentro de las zonas de agotamiento, sin embargo, uno de los puntos de concentración de infraestructura hidráulica se encuentra en río Loa, donde se reconoce infraestructura destinada al tratamiento de agua residual y de conducción, todas ellas privadas (Mapa 3). Esto es un ejemplo de que atestar de infraestructura hidráulica los escasos sectores de agua superficial en la región, no significa una distribución u optimización del manejo del agua, sino que además, podría ser parte fundamental del problema relacionado con la extracción indiscriminada de los afluentes de agua.

Respecto al tipo de agua subterránea, Antofagasta también se encuentra en una situación crítica. La Dirección General de Aguas (2015) reconoce 5 zonas donde existe un grave riesgo de descenso en los niveles de agua, decretándolas “áreas de restricción de aguas subterráneas”.

La inversión en infraestructura hídrica puede significar tanto un aporte, mediante la generación de agua o un problema a medida que se le permite extraer el agua disponible de las escasas fuentes de la región. Resulta primordial evaluar las consecuencias que tendrá la implementación de la infraestructura hídrica a invertir, en esta etapa juega un rol importante el Estado y sus criterios para admitir o no proyectos en el Sistema de Evaluación Ambiental. Generar gran cantidad de agua no solucionará la escasez para la población mientras el agua se encuentre privatizada y la prioridad del agua generada sea satisfacer la necesidad de aquellas empresas que financiaron la infraestructura necesaria para producir dicha agua.

Es por ello que la solución no radica tan solo en generar más agua, sino más bien en la distribución y manejo del recurso, además de una planificación que cuide y vele por el agua tanto superficial como subterránea ya existente.

La gestión del agua no debe restringirse a su condición de bien económico e insumo productivo, sino ser protegida y administrada como un bien esencial para la sobrevivencia humana, de las demás especies y de los ecosistemas, además de un bien intangible para la cultura, la calidad de vida y el desarrollo social.



Mapa 5 Zonas de Agotamiento de aguas superficiales.
Fuente: DGA (2016)

Al entender el agua como un elemento escaso y de valor fundamental para el desarrollo de la población, medio ambiente y economía, se puede entender la tensión sobre su utilización. Existe una disputa por el agua entre motores de la economía y población, bajo este contexto de tensión, debe ser el Estado como agente regulador el responsable de priorizar la distribución y calidad del agua para la población, además de evitar la concentración de agua en manos de empresas privadas. Sin embargo, la situación normativa actual, regida por el código de aguas no permite que funcione de tal manera.

Al Estado le compete asegurar el respeto de la legislación, a través de sus servicios ministeriales, y distribuir recursos financieros a los ministerios, regiones y comunas, a través de las instituciones involucradas en la gestión del agua. Sin embargo, como bien plantea Costa (2016) la administración en la regulación de las aguas es bastante limitado en el sistema creado por el Código de Aguas de 1981, sin perjuicio de que existen muchos organismos con distintos poderes relativos al tema. La DGA es el organismo más representativo de la institucionalidad de aguas, pero no tiene competencias exclusivas, sino que convive con otros organismos que se dividen las funciones relativas al agua, esto complejiza la toma de decisiones y no permite crear un único discurso respecto a la visión del agua.

Parte fundamental de la gestión del agua, es reconocer las diferentes realidades locales, para de esta forma gestionar medidas acorde a las necesidades de la población. Esto permitiría distinguir que la escasez de agua no siempre tiene directa relación con indicadores físicos, ya que muchas veces no responden las realidades de los territorios (Oppliger, Höhl, & Fragkou, 2019). Debido a que gran parte de las ocasiones tiene relación con una concentración de recursos que no se están distribuyendo de manera justa, concentrándose en sectores productivos.

El agua sin duda tiene un carácter económico y es por ello que resulta fundamental la modificación del código de agua, para que permita la priorización del consumo humano.

Analizando la historia de hitos e infraestructura en Chile, Bauer (2002) indica:

“Si sumas derechos privados fuertes, regulación estatal débil y fuerzas no reguladas del mercado, tienes que no hay una esfera bien definida de resolución de conflictos. Se suponía que cualquier conflicto entre usuarios se iba a resolver negociando entre los mismos usuarios, porque esa es la idea del mercado libre. El Estado en sí, digamos la Dirección General de Aguas u otro órgano, no tenía potestad regulatoria para meterse y por lo tanto los conflictos que no se podían negociar libremente entre particulares tenían que llegar a los tribunales.”

Para hacer frente a esta crisis, resulta imprescindible realizar un cambio constitucional que se ajuste a las necesidades no sólo económicas, sino que también sociales y ambientales del país. Aun cuando se han realizado pequeñas modificaciones al Código de Aguas, sin un cambio normativo que la defina como un bien común y no como bien de consumo particular, los cambios que puedan hacerse a la ley no dejarán de ser medidas cosméticas y no apuntarán a un cambio significativo de paradigma sobre cómo se concibe el agua, tanto a nivel de sociedad como de ecosistemas (Guerrero & Cifuentes, 2013).

VI Conclusiones.

A Partir de los resultados obtenidos en esta memoria, se reconoce una diferencia significativa en cuanto a la cantidad de proyectos financiados por actores públicos y privados. Durante el período de análisis se identificaron 19 proyectos financiados por actores públicos, sumando un total de 139,11 \$MMU en contraste con los 49 proyectos privados con un total de 5,511\$MMU en inversión. En relación con el tipo de infraestructura se destaca el número de mega proyectos relacionados con el tratamiento de agua cruda, principalmente plantas desalinizadoras, ya que estas dominan en número y monto de inversión, localizándose principalmente en la zona costera de las comunas de Mejillones, Tocopilla y Antofagasta. Se reconoce además que sumando a las plantas desalinizadoras también destacan las de plantas tratamiento de aguas servidas, las que a cargo de las diferentes concesiones sanitarias distribuyen agua para gran parte de la región, reconociendo a Aguas Antofagasta la empresa sanitaria con mayor área de abastecimiento, sin embargo, esto no significa una cobertura total de abastecimiento de agua potable ni alcantarillado para la totalidad de la región.

Respecto al resto de infraestructura hídrica y su localización, en su mayoría están ubicadas en zonas próximas a afluentes superficiales de agua, tales como el río Loa o lo largo de la zona costera de la región. En este contexto de debe mencionar que el Río Loa sea reconoce como un afluente superficial en estado de agotamiento, esto implica que la concentración de infraestructura hídrica sigue ejerciendo una presión sobre esta fuente. En relación con la infraestructura localizada en la zona costera de la región, el punto con mayor inversión se encuentra en la región de Antofagasta, debido a las elevadas sumas de inversiones de plantas desaladoras.

La inversión en infraestructura hídrica ha tendido a ir en aumento, lo que no tiene relación directa con el número de proyectos por año o su tipo de inversionista. Mientras que los proyectos privados han aumentado a lo largo del período de estudio, los proyectos con titulares públicos han ido en descenso, llegando a ser 0 proyectos desde el año 2010 bajo el mandato de Sebastián Piñera.

Si bien se reconoce que la inversión y cantidad de proyectos privados es superior a la pública debido a la privatización del agua en el país y con ello la concentración del recurso en empresas privadas, la investigación buscó identificar en qué invierte efectivamente el sector privado y el sector público en relación al recurso hídrico y si esta inversión contribuye a solucionar problemas de escasez en la región. Antofagasta se caracteriza por su carácter minero y la minería esta a su vez por la necesidad de agua fresca para su funcionamiento, por lo que siempre ha existido una presión sobre la distribución y utilización del agua. Se desprende que la inversión privada se centra mayoritariamente en la producción de agua, ya sea potable o para usos industriales, esto materializado en plantas desalinizadoras y plantas de abatimiento de arsénico, además de infraestructura destinada a la conducción del agua, esto significa no solo la generación de nuevas plantas, sino que la modificación, ampliación y mejora de estas a diferencia de la inversión estatal que tiene por objetivo el control de crecidas, o construcción de playas o piscinas artificiales. Las instituciones estatales tienden a una elaboración de medidas de control de escasez no estructurales, tales como planes de manejo, informativos, o informes nacionales respecto al estado actual de los recursos hídricos más que a su producción o

distribución, el descenso de infraestructura hídrica pública respecto transcurren los periodos presidenciales es un hecho, al igual que el aumento de infraestructura hídrica privada, sin embargo, normativas y programas se relacionan todo el periodo de análisis.

Los órganos de la Administración tienen una serie de potestades relacionadas con los recursos hídricos, pero no tienen un papel relevante en la gestión del agua. De hecho, a pesar de la gran cantidad de organismos que intervienen en este asunto, los autores en general reconocen que su influencia es limitada. La más cruda visión es la de Vergara, este ve la “anomia administrativa” como una de las crisis del agua. Para el autor, la DGA tiene solo tres fines: Hacer un inventario del recurso, catastrar títulos de particulares y ayudar a la regularización de los derechos de aguas, cuestiones respecto de las cuales “se encuentra casi absolutamente impedido de realizar de manera eficiente, adecuada o mínimamente satisfactoria (Bauer, 2005).

A concluir, la tensión y disputa por el agua en una región estratégica como lo es Antofagasta ha existido siempre, y la escasez en la zona es latente. Un mecanismo implementado para tratar de dar solución a la situación crítica del agua es la construcción de infraestructura hídrica que permita la optimización del recurso. Bajo este contexto, la cantidad de proyectos públicos ha disminuido con el tiempo, a diferencia de los proyectos con titulares privados, mayormente empresas mineras, estas han ido en aumento e invierten de mayor manera en plantas desalinizadoras, debido a que estas son capaces de generar agua para sus procesos productivos. En la región las plantas desalinizadoras producen tanto agua industrial como potable, sin embargo, esta última no implica una distribución total a la población, sino mas bien suele producirse para distribuirse en los campamentos mineros y de utilización para la empresa. La concentración de las infraestructuras se localiza en centros urbanos y en cercanías de afluentes superficiales de agua los que están declarados como zonas de agotamiento. Por otra parte la población depende de concesiones sanitarias para ser abastecida de agua potable, estas poseen zonas de coberturas, que en su conjunto no corresponden a la totalidad de la superficie de la región, y aquellas zonas bajo su cobertura pagan una de las aguas más caras de latino américa.

La infraestructura hídrica no representa por si sola una solución para el problema de escasez, esta debe tener como finalidad proveer de agua potable a la población como prioridad y distribuirla de forma que evite la concentración del recurso en empras privadas. Además, deben contemplarse los impactos que las infraestructuras tienen en la población y medio ambiente, tratando de impactar lo menos posible en los cursos de agua existentes y fauna marina para el caso de las plantas desalinizadoras. Para ello resulta primordial una modificación en el actual código de aguas, para que de esta forma el estado tenga la potestad y responsabilidad de velar por el derecho de la población al agua potable y pueda distribuirla de óptima.

VII Bibliografía

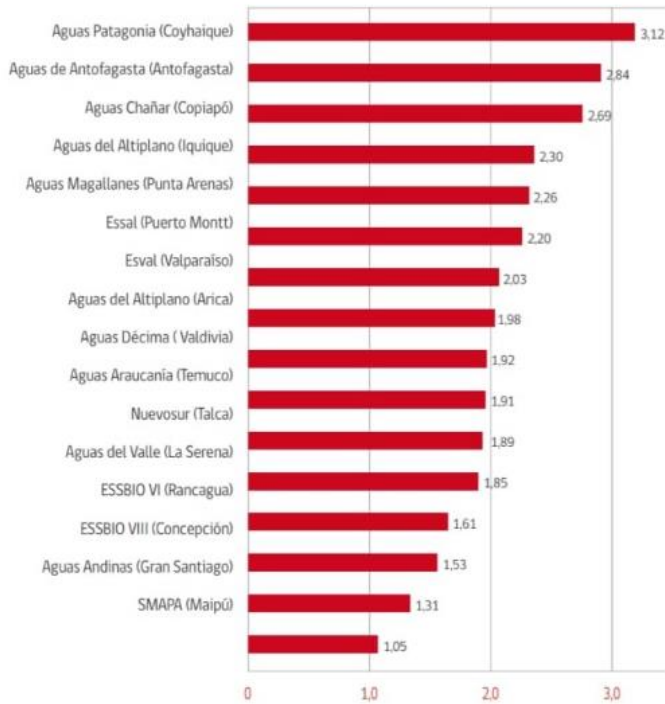
- 24 Horas. (2018). *La mayor planta desalinizadora de Sudamérica se inauguró en Antofagasta*. Obtenido de <https://www.24horas.cl/regiones/antofagasta/la-mayor-planta-desalinizadora-de-sudamerica-se-inauguro-en-antofagasta--2683281>
- Almirón, E. (25 de Julio de 2018). *Observatorio de Políticas Públicas de Derechos Humanos en el MERCOSUR*. Obtenido de El agua como elemento vital para el desarrollo del hombre: https://www.observatoriomercosur.org.uy/libro/el_agua_como_elemento_vital_en_el_desarrollo_del_hombre_17.php
- Almirón, E. (25 de Julio de 2018). *Observatorio de Políticas Públicas de Derechos Humanos en el MERCOSUR*. Obtenido de El agua como elemento vital para el desarrollo del hombre: https://www.observatoriomercosur.org.uy/libro/el_agua_como_elemento_vital_en_el_desarrollo_del_hombre_17.php
- Antofagasta Minerals. (2013). Agua Potable para Sierra Gorda y Baquedano. Obtenido de <http://www.aminerals.cl/comunicaciones/noticias/2015/agua-potable-para-sierra-gorda-y-baquedano/>
- Ávila, P. (28 de Febrero de 2015). *Hacia una ecología política del agua en Latinoamérica*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/res/n55/n55a04.pdf>
- Baeza, S. (2016). *Sistema de información territorial para la gobernanza regional*. Obtenido de recursos hídricos y minería: http://www.dipres.gob.cl/597/w3-multipropertyvalues-24532-24550.html#proyecto_ley
- Bauer, C. (2002). *Contra la corriente, Privatización, mercados de agua y el Estado en Chile*. Washington: Lom.
- Bauer, C. (09 de Noviembre de 2005). El Desconcierto "El Código de Aguas tiene aspectos de la economía política neoliberal de una pureza como no conozco otro en el mundo". (R. Ruiz, Entrevistador)
- BCN. (2016). *Biblioteca del Congreso Nacional*. Obtenido de Información Territorial: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region2/clima.htm>
- BCN. (22 de Mayo de 2017). *Impacto Ambiental de Desalinización de Agua de Mar*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=42372>
- BCN. (27 de Marzo de 2018). *Biblioteca del Congreso Nacional*. Obtenido de Sequía y Escasez Hídrica: Conceptos relacionados, situación actual y experiencia comparada en varios países para abordar el problema.
- Bonilla, L. (Marzo de 2007). *Impacto, impacto social y evaluación del impacto*. ACIMED. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000300008

- Caldes, G. (2015). *Cámara de Diputados*. Obtenido de <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmID=87928&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>
- Cámara chilena de la construcción. (2016). *Infraestructura que nos sostiene*. Santiago.
- Cámara de diputados, departamento de evaluación de la ley. (2012). *La Desertificación en Chile*. Valparaíso.
- Chile, Biblioteca del Congreso Nacional de. (1992). *Historia de la Ley 20.017 Modificación de Código de Aguas*. Santiago.
- CIREN. (2016). *Biblioteca Digital Centro de Información de Recursos Naturales*. Recuperado el 14 de Marzo de 2020, de Antecedentes climáticos II Región de Antofagasta:
<http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26196/CIREN-HUMED048-Clima%20RII.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CNR. (2003). *Biblioteca Ciren*. Obtenido de Mesa de coordinación interinstitucional subsector de riego.:
<http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/9723/CNR-0187.pdf?sequence=1%26isAllowed=y>
- COCHILCO. (2017). *Proyección de consumo de agua en la minería del cobre 2017-2028*. Obtenido de :
<https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Proyeccion%20de%20consumo%20de%20agua%20en%20la%20mineria%20del%20cobre%202017-2028%20V4.pdf>
- Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego. (Diciembre de 2010). *Manual para Obras de Aprovechamiento Hidráulico*.
- Costa, E. (2016). Diagnóstico para un cambio: Los dilemas de la regulación de las aguas en Chile. *Revista Chilena de Derecho*, 335-54.
- Costa, E. (2016). *Revista chilena de derecho*. Obtenido de Diagnóstico para un cambio: los dilemas de la regulación de las aguas en Chile:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-34372016000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Cristi., Ó. (19 de Junio de 2019). *Pais Circular*. Obtenido de Agenda 2030 / Transición Hídrica: <https://www.paiscircular.cl/agenda-2030/el-60-de-escasez-de-agua-en-chile-es-causada-por-una-mala-gestion-del-recurso-aumento-de-actividades-y-sobretorgamiento-de-derechos/>
- DGA. (2015). *División de estudios y planificación*. Obtenido de <http://sad.dga.cl/ipac20/ipac.jsp?npp=10&ipp=20&spp=20&profile=cirh&aspect=subtab13&term=Direcci%C3%B3n+General+de+Aguas&index=&uindex=BAW&oper=&ri=1&session=158R297284H59.5688716&menu=search&aspect=subtab13&npp=10&ipp=20&spp=20&profile=cirh&ri=1&source=%>
- Donoso, G., & Molinos-Secante, M. (2017). *Sistema tarifario de agua potable en Chile: Una propuesta para mejorar la sostenibilidad*. Obtenido de <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2017/04/CAP.-5.pdf>

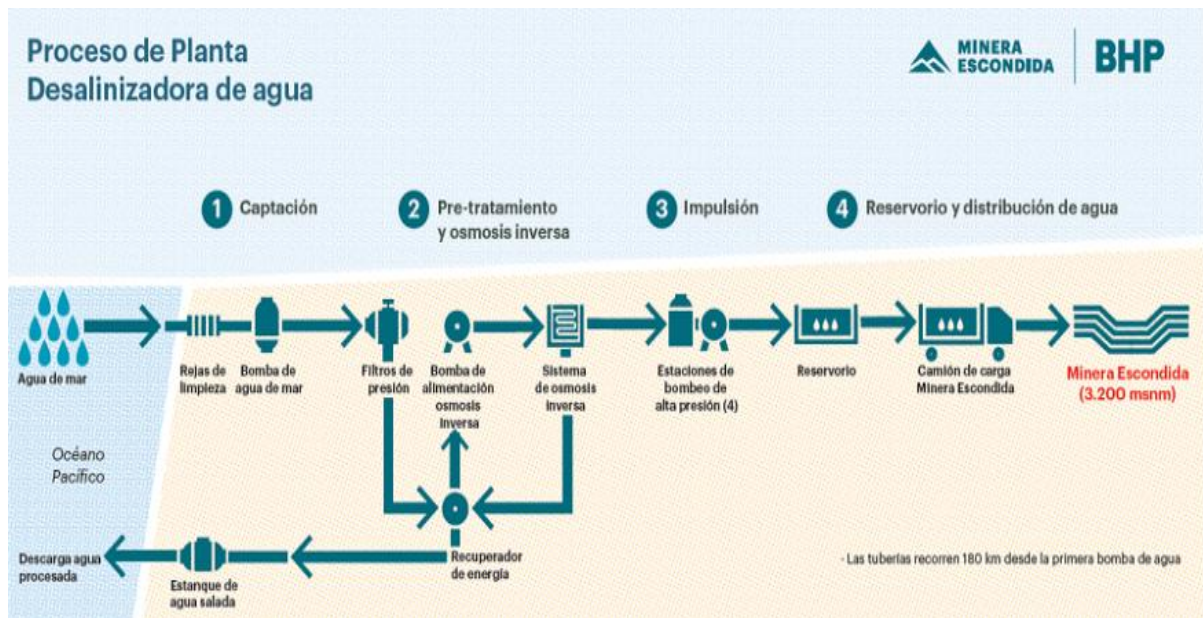
- Esparza, M. (Enero de 2013). *La sequía y la escasez de agua en México. Situación actual y perspectivas futuras*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-03482014000200008
- FCH. (Junio de 2018). *Radiografía del agua*. Obtenido de Brecha Y Riesgo en Chile: <https://www.escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2019/07/radiografia-del-agua-1.pdf>
- Fundación Chile. (13 de Junio de 2019). Escenarios Hídricos 2030 . *Transición Hídrica: El Futuro del Agua en Chile*. Santiago, Chile.
- Galilea, V. (16 de Junio de 2017). *La privatización y la situación actual de los servicios sanitarios en Chile*. Obtenido de El Mostrador: <https://www.elmostrador.cl/noticias/opinion/2017/06/16/la-privatizacion-y-la-situacion-actual-de-los-servicios-sanitarios-en-chile/>
- García, Á. (2016). Miguel Ángel Sanz (IDA): "La reutilización será un must en países con desequilibrio hídrico. *EL mostrador*.
- Guerrero, M., & Cifuentes, C. (2 de Noviembre de 2013). Conflictos de agua en Chile: causas políticas de un problema ecosistémico. *El Mostrador*.
- Herrera, J. (28 de 05 de 2018). *Mercucio Antofagasta*. Obtenido de Soy Antofagasta : <https://www.soychile.cl/Antofagasta/Sociedad/2018/05/28/535808/Nueve-de-las-10-termoelectricas-mas-contaminantes-estan-en-Antofagasta.aspx>
- Herrera, J. (28 de 05 de 2018). *Mercurio Antofagasta*. Obtenido de Soy Antofagasta: <https://www.soychile.cl/Antofagasta/Sociedad/2018/05/28/535808/Nueve-de-las-10-termoelectricas-mas-contaminantes-estan-en-Antofagasta.aspx>
- Jones, E., Qadir, M., Van Vliet, M., Smarkhtin, V., & Kang, S.-m. (2019). Science of The Total Environment.
- Larrain, S. (2006). El agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado. *Hacia una cultura del agua*. (P. R. Latinamericana, Ed.) Obtenido de <https://journals.openedition.org/polis/5091>
- Martins, A. (2017). ¿Puede la desalinización ser la solución para la crisis mundial del agua? *BBC*.
- Meza, F. (Marzo de 2008). *Los Actores del Agua en Chile*. Obtenido de Biblioteca Inia: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34745.pdf>
- Meza, F. (Marzo de 2008). *Los Actores Del Aguas en Chile*. Obtenido de Biblioteca Inia: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34745.pdf>
- Mondaca, R. (17 de 02 de 2012). *CIPER*. Obtenido de La privatización de las aguas en Chile viola los derechos humanos: <https://ciperchile.cl/2012/02/17/la-privatizacion-de-las-aguas-en-chile-viola-los-derechos-humanos/>
- MOP. (2013). *Estrategia Nacional de Recursos Hidricos 2012-2025*. Obtenido de Chile cuida su Agua.
- MOP. (2016). Atlas del agua .

- MOP. (2016). *Plan estratégico para la gestión de recursos hídricos en la región de Antofagasta*.
- MOP. (22 de Agosto de 2017). *Comisión sobre Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía (Boletín N° 9862-33)*.
- Pagliettini, L., Filippini, S., & Domínguez, J. (2014). El rol del Estado en la gestión de los recursos hídricos. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios N°41*.
- Perez, L. (1997). *Metodología general para la evaluación de impacto ambiental de proyectos*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos14/elimpacto-ambiental/elimpacto-ambiental.shtml>
- Poo, P. (19 de Septiembre de 2019). *El error de las megaestructuras para solucionar la escasez hídrica*. Obtenido de El mostrador: <https://www.elmostrador.cl/noticias/opinion/columnas/2019/09/17/el-error-de-las-megaestructuras-para-solucionar-la-escasez-hidrica/>
- Reyes, I. (2012). *Propuesta de microzonificación ecológico-ambiental en el sector del Tatio, II Región de Antofagasta, comunas de Calama-San Pedro de Atacama, a partir de los principios*.
- Saavedra, M. (Diciembre de 2008). *Código de aguas chileno y reforma 2005: Los Problemas con la Asignación Inicial en La Araucanía*. Obtenido de Observatorio de la Economía Latinoamericana 107: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cl/2008/msb.htm#3>.
- Superintendencia del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (Octubre de 2017). *Informe técnico de fiscalización ambiental*. obtenido de suministro de agua minera escondida: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/IFA%20PLANTA%20DESALADORA%20ME L.pdf>
- Trujillo, C., Mondaca, J., Aranguren, J., & Lomas, K. (2018). *Significados del agua para la comunidad indígena fakcha llakta, canton otavalo, Ecuador*. Ambiente y Sociedades., Sao Paulo.
- UNESCO. (2006). *The United Nations World Water Development Report 2*. Obtenido de Capítulo 4: www.unesco.org/water/wwap/wwdr2/pdf/wwdr2_ch_4.pdf
- Oppliger, A., Höhl, J., & Fragkou, M. (2019). Escasez de agua: develando sus orígenes híbridos en la cuenca del Río Bueno, Chile. *Revista de geografía Norte Grande*, 73, 9-27.
- Velasco, V., Ochoa, L., & Gutierrez, C. (2005). *Región y Sociedad*. Scielo. Obtenido de Sequía. un problema de perspectiva y gestión: <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v17n34/v17n34a2.pdf>
- WWAD. (2019). *Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO*. Obtenido de Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. No dejar a nadie atrás.: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

Anexos



Anexo 1 Cobro de agua por M3 según empresa sanitaria



Anexo 2 Proceso de Planta Desalinizadora

Empresa	Nombre Planta	Localidad que Atiende	Tipo de Tecnología
a. Antofagasta s.a.	es - Mejillones	Mejillones	Emisario submarino
	es - Tal-tal	Tal-tal	Emisario submarino
	es - Tocopilla	Tocopilla	Emisario submarino
	ptas. Sierra gorda	Sierra gorda	Lodos activados
	Ptas Baquedano	Ptas baquedano	Lodos activados
Econssa s.a.	es – Gran Antofagasta	Antofagasta	Emisario submarino
	ptas. Lodos Antofagasta	Antofagasta	Lodos activados
Tratacal s.a.	Ptas - Calama	Calama	Lodos activados

Anexo 3 Tecnología utilizada según empresa sanitaria para el tratamiento del agua

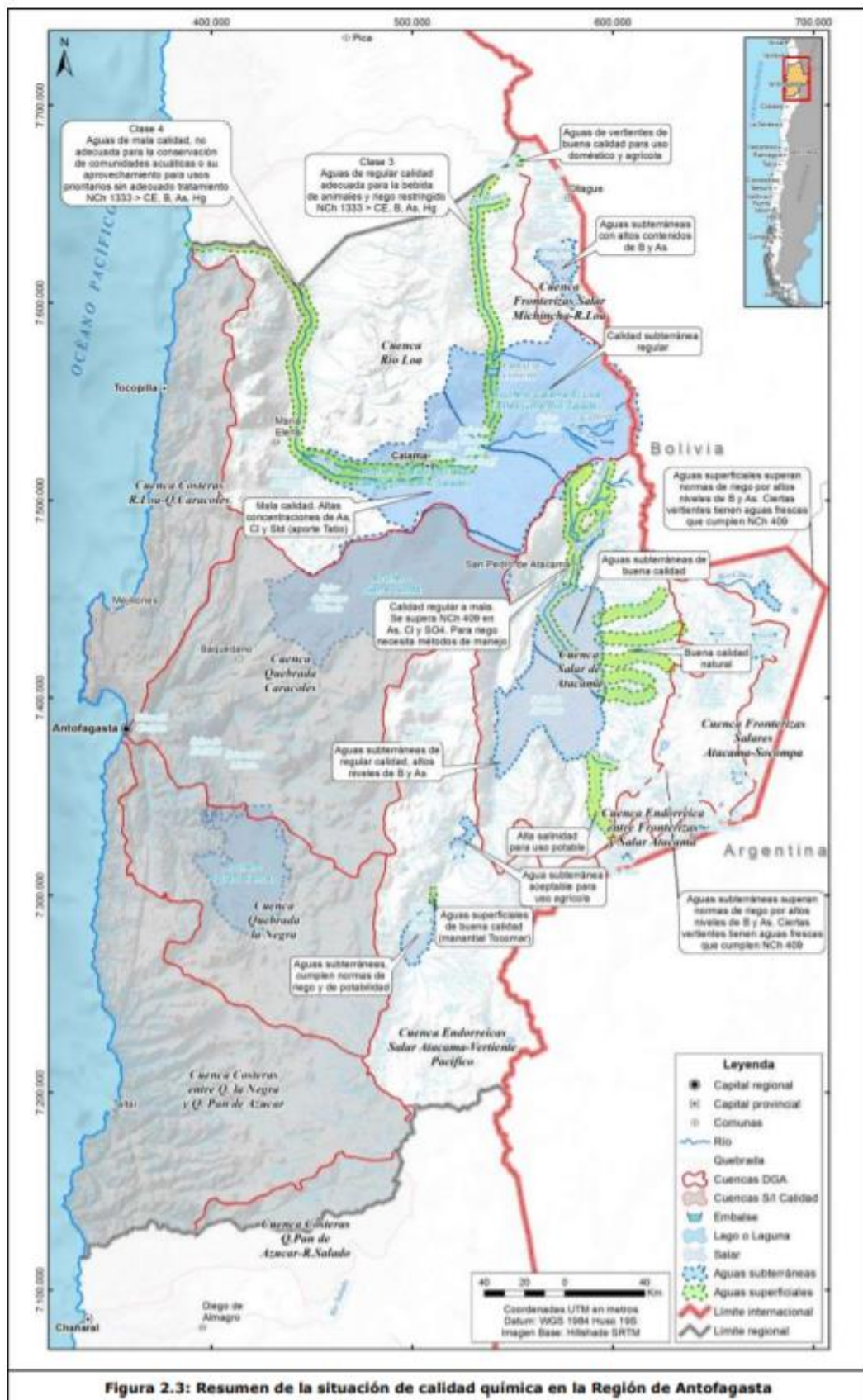
Función del Proyecto	Inv MMU	Año	Tipo de INV	Nombre del Proyecto
Almacenamiento	2,00	1994	Privado	Tranque Michilla
Conducción	3,11	1999	Privado	Emisario Submarino de Tocopilla
Conducción	2,70	1999	Privado	Construcción Prolongación Emisario Submarino de Mejillones
Control	5,60	1999	Público	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebrada Salar del Carmen
Tratamiento aguas crudas	90,00	1999	Privado	Planta Desalinizadora de Antofagasta II Región
Tratamiento aguas residuales	0,30	1999	Privado	Mejoramiento del Sistema Colector y de Tratamiento de las Aguas Servidas
Conducción	1,30	2000	Público	Construcción Alcantarillado de San Pedro de Atacama
Control	16,00	2000	Público	Sistemas de Disipación de Energía Aluvional Quebradas El Toro y Caliche
Tratamiento aguas residuales	0,33	2000	Privado	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la Base Aérea de Cerro Moreno
Tratamiento aguas residuales	0,07	2000	Público	Diseño y Construcción Sistema de Tratamiento para Potabilizar Agua en Lasana y Chiu - Chiu
Tratamiento aguas	0,32	2000	Público	Construcción Plantas de Abatimiento de

residuales				Arsénico Baquedano y Sierra Gorda
Tratamiento aguas residuales	0,40	2000	Público	Construcción Red de Agua Potable y Alcantarillado Comunidad de San Pedro - Coloso
Captación	5,46	2001	Privado	Sistema de Impulsión - Aducción Estanque Grandón a Fundición Altonorte
Conducción	3,30	2001	Privado	Acueducto
Control	3,10	2001	Público	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebradas Club Hípico Bonilla y Farellones
Control	16,00	2001	Público	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebradas La Cadena El Ancla Riquelme Baquedano y Uribe
Control	0,25	2001	Privado	Aprovechamiento de Agua del Río Puritama
Control	7,44	2001	Público	Sistemas de Disipación de Energía Aluvional Quebradas Universidad de Antofagasta Jardín del Sur y el Huáscar
Otros	6,57	2001	Público	Construcción y Habilitación de Playas Artificiales del Sector Sur de Antofagasta
Tratamiento aguas crudas	30,00	2001	Privado	Planta Desaladora de Agua de Mar Antofagasta - II Región Chile
Tratamiento aguas residuales	0,29	2001	Público	Construcción Sistema de Tratamiento Agua Potable Quillagua
Tratamiento aguas residuales	401,70	2001	Privado	Escondida Norte y Plantas de Tratamiento de Aguas
Control	5,35	2002	Público	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebrada la Chimba II Region de Antofagasta
Tratamiento aguas crudas	0,25	2002	Privado	Planta de Osmosis Inversa
Tratamiento aguas residuales	0,04	2002	Privado	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
Tratamiento aguas residuales	0,85	2002	Privado	Línea de Alimentación a Planta Desaladora de Antofagasta
Almacenamiento	0,68	2003	Privado	Construcción Impulsión, Matriz de Alimentación y Estanque la Chimba, Antofagasta (e-seia)
Conducción	0,23	2003	Privado	Alcantarillado de Calama, Colector Chorrillos - Vasco de Gama (e-seia)
Otros	7,26	2003	Público	Construcción Playas y Piscina Balneario Covadonga - Tocopilla
Otros	5,30	2003	Público	Construcción y Habilitación de Playas y Piscinas Artificiales Sector Norte Antofagasta
Conducción	2,35	2004	Privado	Ampliación de Infraestructura de Agua Potable y Alcantarillado, Sector Circunvalación - Calama (e-seia)
Otros	1,88	2004	Público	Construcción Playa Artificial El Trocadero (e-seia)
Tratamiento aguas crudas	0,56	2004	Privado	Instalación Planta Desalinizadora (e-seia)

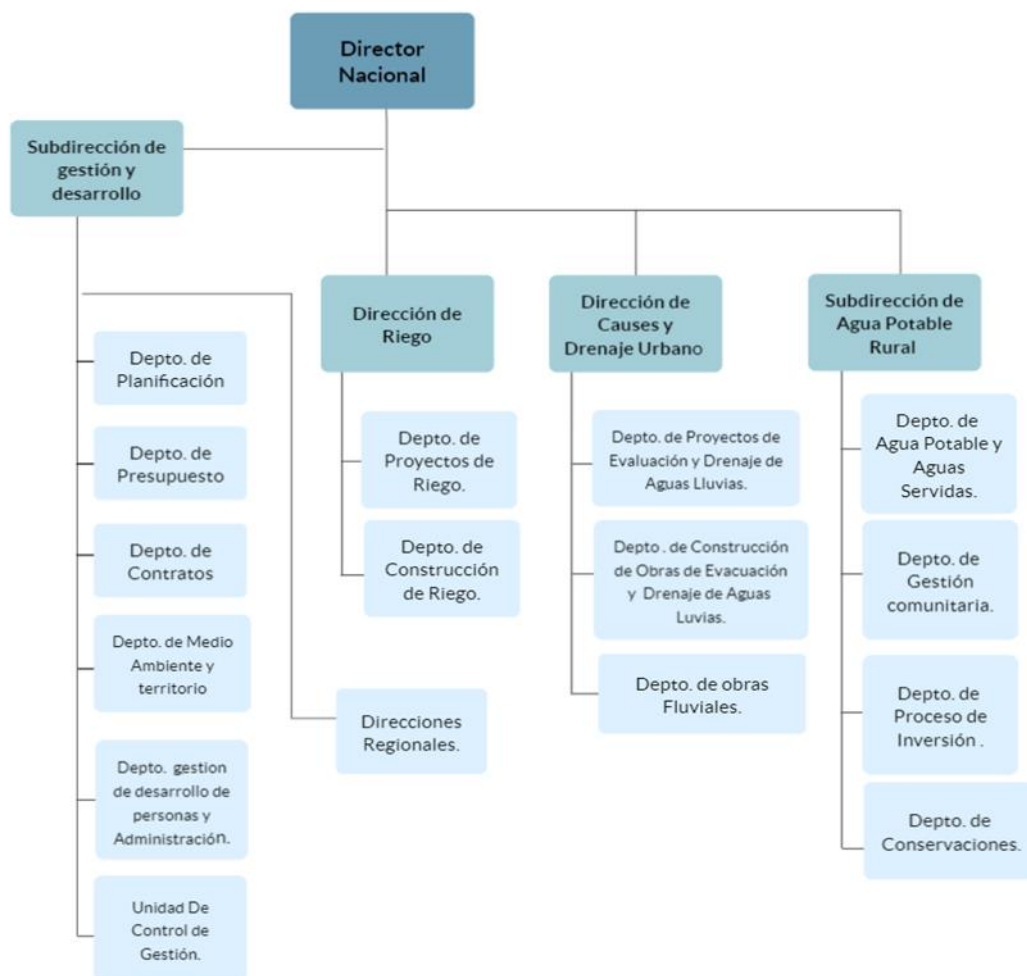
Tratamiento aguas crudas	1,40	2004	Privado	Planta Desalinizadora Piloto (e-seia)
Tratamiento aguas crudas	0,17	2004	Privado	Planta de Recuperación de Refrigerante y Regeneración de Membranas de Osmosis Inversa Antofagasta II Región
Control	1,80	2005	Privado	Modificación Manejo Aguas de Filtración Planta Coloso (e-seia)
Tratamiento aguas residuales	0,76	2005	Privado	Disposicion Final de Residuos Provenientes del Proceso de Potabilización del Agua
Tratamiento aguas residuales	0,43	2006	Privado	Disposición Final de Residuos Provenientes del Proceso de Potabilización del Agua, Planta de Filtros Cerro Topater - Calama (e-seia)
Tratamiento aguas crudas	0,12	2008	Privado	Actualización Manejo de Aguas Efluentes de Filtrado y Desalinización (e-seia)
Tratamiento aguas residuales	6,60	2008	Privado	Ampliación Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Antofagasta (e-seia)
Conducción	0,33	2009	Privado	Construcción de Sifón Río Loa en Puente Dupont - Calama (e-seia)
Conducción	0,35	2009	Privado	Modificación del proyecto de Construcción de Sifón Río Loa en Puente Dupont - Calama (e-seia)
Tratamiento aguas crudas	3500,00	2009	Privado	Suministro Complementario de Agua Desalinizada para Minera Escondida
Captación	4,00	2010	Privado	Modificación Proyecto Minero Algorta Sistema de Bombeo de Agua de Mar y del Tendido Eléctrico (e-seia)
Control	9,18	2010	Público	Obras de Control Aluvional Quebrada Tres Puntas, Ciudad de Tocopilla (e-seia)
Control	20,09	2010	Público	Obras de Control Aluvional Quebrada Barriles y Afluentes, Ciudad de Tocopilla, Región de Antofagasta (e-seia)
Control	21,87	2010	Público	Obras de Control Aluvional Quebrada Taltal y Afluentes, Ciudad Taltal, Región de Antofagasta (e-seia)
Tratamiento aguas crudas	0,80	2010	Privado	Planta Desalinizadora Hornitos
Tratamiento aguas crudas	120,00	2011	Privado	Planta Desaladora Sur Antofagasta
Otros	10,00	2012	Privado	Profundización Sitios 2 y 3, Terminal 1 Complejo Portuario Mejillones, II Región
Tratamiento aguas crudas	120,00	2012	Privado	Planta de Potabilización, Planta de Tratamiento de Aguas Servidas y Nuevo Campamento MEL
Conducción	29,00	2013	Privado	Proyecto Modificación Acueducto Proyecto Sierra Gorda
Conducción	290,00	2013	Privado	Actualización del Actual Sistema de Conducción de Agua Desalinizada de Minera Escondida
Tratamiento de aguas	4,33	2013	Privado	Abastecimiento de Agua Proyecto Sierra

residuales				Gorda
Control	2,65	2014	Privado	Ampliación del sistema de disposición final de aguas servidas de Antofagasta
Tratamiento aguas crudas	10,00	2014	Privado	Actualización y Ampliación Planta Desaladora La Chimba
Tratamiento aguas crudas	0,00	2015	Privado	Modificaciones Proyecto Suministro Complementario de Agua Desalinizada Optimizado de Minera Escondida
Tratamiento aguas crudas	15,00	2016	Privado	Ampliación Planta Desalinizadora de agua de mar, Central Termoeléctrica Angamos
Tratamiento aguas crudas	26,00	2016	Privado	Planta Desaladora Tocopilla
Tratamiento aguas residuales	14,36	2016	Privado	Aumento de la Capacidad de Manejo de las Aguas Servidas de Antofagasta
Control	2,73	2017	Privado	Actualización de Obras de Manejo de Aguas Lluvia y Soluciones de Proceso en Situaciones de Emergencia
Tratamiento aguas crudas	800,00	2017	Privado	Planta desalinizadora y suministro de agua industrial
Tratamiento aguas residuales	1,70	2017	Privado	Optimización Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Villa Cerros Alegres
Tratamiento aguas crudas	1000,00	2018	Privado	Adecuación Planta Desaladora RT Sulfuros
Tratamiento aguas crudas	0,50	2019	Privado	Modificación Proyecto Ampliación Planta La Negra - Fase 3
Tratamiento aguas residuales	0,50	2019	Privado	Reutilización Parcial Aguas Servidas Tratadas Calama
Tratamiento aguas residuales	3,55	2019	Privado	Potenciamiento planta tratamiento de aguas servidas calama, tratocal S.A.

Anexo 4 Tabla Síntesis. Nombre del proyecto, monto, clasificación y tipo de titular



Anexo 5 Calidad química del agua en la región de Antofagasta



Anexo 6 Organigrama DOH

N°	Nombre del Proyecto	N°	Nombre del Proyecto
1	Matriz de Alimentación y Estanque la Chimba	35	Línea de Alimentación a Planta Desaladora de Antofagasta
2	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebradas Club Hípico Bonilla y Farellones	36	Mejoramiento del Sistema Colector y de Tratamiento de las Aguas Servidas
3	Construcción Playas y Piscina Balneario Covadonga - Tocopilla	37	Modificación Proyecto Minero Algorta Sistema de Bombeo de Agua de Mar y del Tendido Eléctrico
4	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebradas La Cadena El Ancla Riquelme Baquedano y Uribe	38	Planta Desalinizadora Hornitos
5	Tranque Michilla	39	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebrada Salar del Carmen
6	Modificación Manejo Aguas de Filtración Planta Coloso	40	Optimización Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Villa Cerros Alegres
7	Abastecimiento de Agua Proyecto Sierra Gorda	41	Planta Desaladora Tocopilla
8	Planta Desalinizadora de Antofagasta	42	Planta de Osmosis Inversa

9	Actualización del Actual Sistema de Conducción de Agua Desalinizada de Minera Escondida	43	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
10	Adecuación Planta Desaladora RT Sulfuros	44	Planta desalinizadora y suministro de agua industrial
11	Modificación del proyecto de Construcción de Sifón Río Loa en Puente Dupont - Calama	45	Potenciamiento planta tratamiento de aguas servidas Calama. Tratacal s.a.
12	Alcantarillado de Calama. Colector Chorrillos - Vasco de Gama	46	Profundización Sitios 2 y 3. Terminal 1 Complejo Portuario Mejillones
13	Ampliación de Infraestructura de Agua Potable y Alcantarillado. Sector Circunvalación - Calama	47	Proyecto Modificación Acueducto Proyecto Sierra Gorda
14	Acueducto	48	Reutilización Parcial Aguas Servidas Tratadas Calama
15	Ampliación del sistema de disposición final de aguas servidas de Antofagasta	49	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebrada la Chimba II Región de Antofagasta
16	Construcción y Habilitación de Playas y Piscinas Artificiales Sector Norte Antofagasta	50	Construcción Playa Artificial El Trocadero
17	Ampliación Planta Desalinizadora de agua de mar. Central Termoeléctrica Angamos	51	Sistema de Impulsión - Aducción Estanque Grandón a Fundición Alto norte
18	Aprovechamiento de Agua del Río Puritama	52	Sistemas de Disipación de Energía Aluvional Quebradas U de Antofagasta Jardín del Sur y el Huáscar
19	Captación y Abatimiento de Arsénico en Gases Fugitivos de Horno Flash	53	Sistemas de Disipación de Energía Aluvional Quebradas El Toro y Caliche
20	Construcción Alcantarillado de San Pedro de Atacama	54	Suministro Complementario de Agua Desalinizada para Minera Escondida
21	Construcción de Sifón Río Loa en Puente Dupont - Calama	55	Planta de potabilización. Planta de Tratamiento de aguas Servidas y Nuevo Campamento Mel.
22	Construcción Plantas de Abatimiento de Arsénico Baquedano y Sierra Gorda	56	Actualización y ampliación planta Desaladora la chimba
23	Construcción Prolongación Emisario Submarino de Mejillones	57	Planta desalinizadora de agua de mar Antofagasta
24	Actualización de Obras de Manejo de Aguas Lluvia y Soluciones de Proceso en Situaciones de Emergencia	58	Planta de tratamiento de aguas servidas de la base aérea del cerro moreno
25	Construcción Sistema de Tratamiento Agua Potable Quillagua	59	Construcción Red de agua potable y alcantarillado comunidad de San pedro coloso
26	Diseño y Construcción Sistema de Tratamiento para Potabilizar Agua en Lasana y Chiu - Chiu	60	Planta Desalinizadora piloto
27	Obras de Control Aluvional Quebrada Tres Puntas. Ciudad de Tocopilla	61	Planta de recuperación refrigerante y regeneración de membranas de osmosis inversa Antofagasta
28	Disposición Final de Residuos Provenientes del Proceso de Potabilización del Agua. Planta de Filtros Cerro Topater - Calama	62	Disposición final de residuos provenientes del proceso de potabilización de aguas
29	Obras de Control Aluvional Quebrada Barriles y Afluentes. Ciudad de Tocopilla. Región de Antofagasta	63	Actualización manejo de aguas efluentes de filtrado y desalinización
30	Obras de Control Aluvional Quebrada Tal tal y Afluentes. Ciudad Taltal. Región de Antofagasta	64	Ampliación planta de tratamiento
31	Construcción y Habilitación de Playas Artificiales	65	Planta Desaladora sur Antofagasta

	del Sector Sur de Antofagasta		
32	Emisario Submarino de Tocopilla	66	Modificaciones proyecto suministro complementario de agua desalinizada optimizado de minera esconda
33	Escondida Norte y Plantas de Tratamiento de Aguas	67	Modificación proyecto ampliación planta la negra
34	Instalación Planta Desalinizadora	68	Aumento de la capacidad de manejo de aguas servidas de Antofagasta

Anexo 8 Nombre de los Proyectos de Infraestructura Hídrica. Visualización con número para los Mapas 3,4 y 5.

Fuente: Elaboración propia en base información de Servicio de Evaluación ambiental.

AÑO	NOMBRE DEL PROYECTO	PÚBLICO	PRIVADO
1994	Tranque Michilla		X
1999	Construcción Prolongación Emisario Submarino de Mejillones		X
	Emisario Submarino de Tocopilla		X
	Mejoramiento del Sistema Colector y de Tratamiento de las Aguas Servidas		X
	Planta Desalinizadora de Antofagasta II Región		X
	Captación y Abatimiento de Arsénico en Horno Flash	X	
	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebrada Salar del Carmen	X	
2000	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la Base Aérea de Cerro Moreno		X
	Construcción Alcantarillado de San Pedro de Atacama	X	
	Construcción Plantas de Abatimiento de Arsénico Baquedano y Sierra Gorda	X	
	Construcción Red de Agua Potable y Alcantarillado Comunidad de San Pedro - Coloso	X	
	Diseño y Construcción Sistema de Tratamiento para Potabilizar Agua en Lasana y Chiu - Chiu	X	
	Sistemas de Disipación de Energía Aluvional Quebradas El Toro y Caliche	X	
2001	Acueducto		X
	Aprovechamiento de Agua del Río Puritama		X
	Escondida Norte y Plantas de Tratamiento de Aguas		X
	Planta Desaladora de Agua de Mar Antofagasta - II Región Chile		X
	Sistema de Impulsión - Aducción Estanque Grandón a Fundición Altonorte		X
	Construcción Sistema de Tratamiento Agua Potable Quillagua	X	
	Construcción y Habilitación de Playas Artificiales del Sector Sur de Antofagasta	X	
	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebradas Club Hípico Bonilla y Farellones	X	
	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebradas La Cadena El Ancla Riquelme Baquedano y Uribe	X	
	Sistemas de Disipación de Energía Aluvional Quebradas Universidad de Antofagasta Jardín del Sur y el Huáscar	X	

2002	Línea de Alimentación a Planta Desaladora de Antofagasta		X
	Planta de Osmosis Inversa		X
	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas		X
	Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebrada la Chimba II Región de Antofagasta	X	
2003	Alcantarillado de Calama, Colector Chorrillos - Vasco de Gama		X
	Construcción Impulsión, Matriz de Alimentación y Estanque la Chimba, Antofagasta		X
	Construcción Playas y Piscina Balneario Covadonga - Tocopilla	X	
	Construcción y Habilitación de Playas y Piscinas Artificiales Sector Norte Antofagasta	X	
2004	Ampliación de Infraestructura de Agua Potable y Alcantarillado, Sector Circunvalación - Calama		X
	Instalación Planta Desalinizadora		X
	Planta de Recuperación de Refrigerante y Regeneración de Membranas de Osmosis Inversa Antofagasta II Región		X
	Planta Desalinizadora Piloto		X
2005	Construcción Playa Artificial El Trocadero	X	
	Disposición Final de Residuos Provenientes del Proceso de Potabilización del Agua		X
2006	Modificación Manejo Aguas de Filtración Planta Coloso		X
	Disposición Final de Residuos Provenientes del Proceso de Potabilización del Agua, Planta de Filtros Cerro Topater - Calama		X
2008	Actualización Manejo de Aguas Efluentes de Filtrado y Desalinización		X
	Ampliación Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Antofagasta		X
2009	Construcción de Sifón Río Loa en Puente Dupont - Calama		X
	Modificación del proyecto de Construcción de Sifón Río Loa en Puente Dupont - Calama		X
	Suministro Complementario de Agua Desalinizada para Minera Escondida		X
2010	Modificación Proyecto Minero Algorta Sistema de Bombeo de Agua de Mar y del Tendido Eléctrico		X
	Planta Desalinizadora Hornitos		X
	Obras de Control Aluvional Quebrada Barriles y Afluentes, Ciudad de Tocopilla, Región de Antofagasta	X	
	Obras de Control Aluvional Quebrada Tal tal y Afluentes, Ciudad Taltal, Región de Antofagasta	X	
	Obras de Control Aluvional Quebrada Tres Puntas, Ciudad de Tocopilla	X	
2011	Planta Desaladora Sur Antofagasta		X
2012	Planta de Potabilización, Planta de Tratamiento de Aguas Servidas y Nuevo Campamento MEL		X
	Profundización Sitios 2 y 3, Terminal 1 Complejo Portuario Mejillones		X
2013	Abastecimiento de Agua Proyecto Sierra Gorda		X
	Actualización del Actual Sistema de Conducción de Agua Desalinizada de Minera Escondida		X
	Proyecto Modificación Acueducto Proyecto Sierra Gorda		X
2014	Actualización y Ampliación Planta Desaladora La Chimba		X
	Ampliación del sistema de disposición final de aguas servidas de Antofagasta		X
2015	Modificaciones Proyecto Suministro Complementario de Agua Desalinizada Optimizado de Minera Escondida		X
	Desalinizada Optimizado de Minera Escondida		X
2016	Ampliación Planta Desalinizadora de agua de mar, Central		X

	Termoeléctrica Angamos		
	Aumento de la Capacidad de Manejo de las Aguas Servidas de Antofagasta		X
	Planta Desaladora Tocopilla		X
2017	Actualización de Obras de Manejo de Aguas Lluvia y Soluciones de Proceso en Situaciones de Emergencia		X
	Optimización Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Villa Cerros Alegres		X
	Planta desalinizadora y suministro de agua industrial		X
2018	Adecuación Planta Desaladora RT Sulfuros		X
2019	Modificación Proyecto Ampliación Planta La Negra - Fase 3		X
	Potenciamiento planta tratamiento de aguas servidas Calama, Tratacal s.a.		
	Reutilización Parcial Aguas Servidas Tratadas Calama		X

Anexo 9 Infraestructuras hidráulicas realizadas desde los años 1994-2019, nombre del proyecto y tipo de inversión

Fuente: Elaboración propia en base información de Servicio de Evaluación ambiental.