



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA DE CRITERIOS DE INGRESO OBLIGATORIO AL
SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, PARA
PROYECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS EN CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

MATÍAS FUENTEALBA POOLEY

PROFESOR GUÍA:
ENRIQUE KALISKI KRIGUER

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ALBERTO DE LA FUENTE STRANGER
JUAN CARLOS CUCHACOVICH RIDER

SANTIAGO DE CHILE
2020

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil

POR: Matías Fuentealba Pooley

FECHA: 03/03/2020

PROFESOR GUÍA: Enrique Kaliski Kriguer

**PROPUESTA DE CRITERIOS DE INGRESO OBLIGATORIO AL
SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, PARA
PROYECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS EN CHILE**

El presente trabajo de título, consiste en una propuesta a los criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) para proyectos de obras hidráulicas específicas en Chile. El artículo 10 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994), y con mayor especificidad en el D.S. N°40/2013, definen estos criterios, determinando si los proyectos de ingeniería deben realizar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Dada su relevancia, las magnitudes y parámetros definidos en ellos son un tema frecuente de análisis y controversia desde su publicación.

El objetivo general es proponer nuevos criterios de ingreso obligatorio al SEIA, para obras hidráulicas específicas. Lo último, con una base técnica que sustente los valores y parámetros de la propuesta señalada. Para cumplir con lo anterior, se realiza un diagnóstico histórico del resultado que han tenido los criterios actuales, junto con una revisión bibliográfica de criterios internacionales y los impactos ambientales que generan ciertas obras hidráulicas. Por otro lado, se estudia los casos de obras que aún no tienen definido un criterio de ingreso obligatorio aún, como es el caso de las plantas desalinizadoras y proyectos de recarga artificial de acuíferos. Posteriormente a este análisis, se define el parámetro que determinara el ingreso obligatorio al SEIA de cada una de las obras con el fin de que el criterio sea representativo de los posibles impactos ambientales.

Como resultado, se plantea una propuesta, de los criterios de ingreso obligatorio de obras hidráulicas específicas al SEIA, sobre la base de justificaciones técnicas de los impactos ambientales, características de las obras, entre otros aspectos. Esta propuesta es enviada a instituciones relacionadas con el tema, como la Dirección de Obras Hidráulicas, SEA y Dirección General de Aguas, entre otras, con el objetivo de recopilar información y opiniones que puedan entregar expertos de cada institución.

Para Gladys

Agradecimientos

En primer lugar debo agradecer a mi madre y padre, ambos por distintos motivos. A mi mamá por enseñarme que lo importante es buscar la felicidad y estar 24/7 disponible para ayudarme siempre. A mi papá por darme la palabra necesaria cuando tuve preguntas que parecieron incontestables y siempre instarme a ver las cosas desde distintas perspectivas.

A Andrés, mi hermano mayor, por ser un ejemplo como persona y profesional, como también por estar siempre disponible a ayudarme en cualquier situación.

Esto tampoco hubiese sido posible sin los amigos que hice durante estos años en la escuela, el camino fue más ameno gracias a ustedes. Haber contado siempre con quien compartir tanto las buenas como malas experiencias de este trayecto fue necesario para alcanzar la meta.

A mis amigos del colegio, casi como hermanos, ya que siempre estuvieron para sacarme una sonrisa y distraerme. Su presencia también fue imprescindible durante mi vida universitaria.

También gracias a Fran, con quien compartí mi experiencia de intercambio, sin lugar a duda un semestre importante y punto alto de estos años. Luego de eso, su apoyo entregado en mis mejores y peores momentos fue necesario para llegar al final de esta etapa.

Debo también agradecer al profesor guía del siguiente trabajo, Enrique Kaliski. Sin su presencia, innumerables correos, largas conversaciones y variados consejos, este trabajo jamás hubiese llegado a buen puerto.

Finalmente agradecer a las instituciones y académicos que aportaron a que el trabajo de título a continuación pueda llevarse a cabo. También profesores, compañeros, secretarías y todos los que se cruzaron y estuvieron presentes de una u otra forma durante estos años.

Tabla de contenido

Capítulo 1 – Introducción	1
1. Introducción.....	1
1.2 Motivación	2
1.3 Objetivo General	2
1.4 Objetivos Específicos	2
1.5 Metodología	2
1.6 Resultados esperados.....	3
Capítulo 2 – Revisión Bibliográfica.....	4
2.1 Introducción y objetivos	4
2.2 Desarrollo y Discusión.....	6
2.2.1 Análisis tipologías	6
2.2.2 Magnitud criterios cuantitativos	10
2.3 Conclusiones.....	13
Capítulo 3 – Diagnóstico de Obras Hidráulicas	15
3.1 Introducción.....	15
3.2 Obras presentes en el D.S N°40/2013.....	16
3.2.1 Embalses	16
3.2.2 Obras de Drenaje o desecación.....	21
3.2.3 Obras de dragado	24
3.2.4 Defensa o alteración de cuerpos fluviales.....	27
3.2.5 Sifones.....	29
3.2.6 Acueductos	31
3.2.7 Centrales hidroeléctricas.....	33
3.2.8 Sistema de alcantarillado de aguas servidas	37
3.2.9 Sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas	38
3.2.10 Sistemas de agua potable.....	39
3.2.11 Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario	40
3.2.12 Emisarios Submarinos	42
3.2.13 Tabla Resumen Obras presentes en el D.S. N°40/2013	43
3.3 Obras no presentes en el D.S. N°40/2013.....	44
3.3.1 Plantas desalinizadoras	44
3.3.2 Proyectos de Recarga Artificial de acuíferos.....	50
Capítulo 4 – Propuesta de criterios de ingreso obligatorio al SEIA.....	55
4.1 Introducción.....	55

4.2 Obras presentes en el D.S. N°40/2013.....	55
4.2.1 Embalses.....	55
4.2.2 Obras de drenaje o desecación	56
4.2.3 Obras de dragado.....	57
4.2.4 Defensa o alteración de cuerpos fluviales.....	58
4.2.5 Sifones.....	59
4.2.6 Acueductos.....	60
4.2.7 Centrales Hidroeléctrica.....	60
4.2.8 Sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas	62
4.2.9 Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario	63
4.3 Obras no presentes en el D.S. N°40/2013.....	64
4.3.10 Plantas desalinizadoras	64
4.3.11 Proyectos de recarga artificial de acuíferos.....	64
4.4 Tabla resumen propuesta.....	66
Capítulo 5 – Comentarios instituciones relacionadas	77
Capítulo 6 – Discusión	79
Capítulo 7 – Conclusión.....	83
Bibliografía.....	84
Anexo A - Embalses	87
Anexo B - Obras de drenaje o desecación.....	87
Anexo C – Obras de dragado	94
Anexo D – Defensa o alteración de cuerpos fluviales	97
Anexo E – Sifones	101
Anexo F – Acueductos.....	102
Anexo G – Centrales Hidroeléctricas	107
Anexo H – Sistema de alcantarillado de aguas servidas.....	111
Anexo I – Sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas	112
Anexo J – Sistemas de agua potable.....	112
Anexo K – Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario	113
Anexo L – Emisarios Submarinos	115
Anexo M – Plantas desalinizadoras	116
Anexo N – Cartas enviadas a instituciones relacionadas	119
Anexo O – Cartas de respuesta de DOH y SEA	124

Capítulo 1 – Introducción

1. Introducción

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) comienza con la publicación de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994), actualizada por Ley 20.417 de 2010. Esta ley, entre de otras materias, define los criterios que determinan si un proyecto debe someterse obligatoriamente al SEIA, ya sea a través de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). El último, lo realizan obras que generan afectaciones señaladas en el art. 11 de la ley mencionada y entre los art. 5 y 10 del D.S. N°40, consideradas como “impactos significativos” en el medio ambiente.

Los criterios de ingreso obligatorio al SEIA se señalan en el artículo 10 de las Ley N° 20.417 y con mayor especificidad en el artículo tres del Decreto Supremo N°40/2012 MMA (RSEIA). Estos criterios han sido un tema frecuente de análisis y controversia, debido a los correspondientes costos, tiempos de elaboración y gestión necesarios para la realización de una DIA o EIA. Ciertos criterios de ingreso al SEIA, se definen sólo cualitativamente, o las magnitudes de las características cuantitativas no son representativas con respecto a la envergadura de las obras ingresadas. Por otro lado, existen obras hidráulicas que no presentan criterios de ingreso, como es el caso de las plantas de desalinización.

Del total de obras hidráulicas ingresadas al SEIA durante el periodo 1995 a 2015, el 95% ingresó mediante una DIA (Ministerio del Medio Ambiente, 2016) de lo que se extrae que una cantidad reducida de proyectos, bajo los criterios existentes, generarían un impacto significativo al medio ambiente. El informe final de “Formulación de Criterios Ambientales y Técnicos de Tipologías de Proyectos para su incorporación en los procesos de Evaluación Ambiental” (PANGEAS, 2015), recomienda incorporar características cuantitativas a criterios específicos. A modo de ejemplo, el artículo tres del D.S. N°40/2012 especifica que todos los sifones que crucen cauces naturales ingresan al SEIA. Los 18 sifones aprobados, no han sido discriminados por longitud u otro parámetro que pueda tener alguna injerencia en el nivel de impacto que el proyecto pueda ocasionar (PANGEAS, 2015).

Por otro lado, algunas obras hidráulicas no presentan un criterio de ingreso al SEIA aún, por ejemplo, las plantas desalinizadoras, obra mencionada en la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (Ministerio de Obras Públicas, 2012) como un eje estratégico para enfrentar la escases de agua en Chile. En dichos proyectos, los principales impactos ambientales se producen debido a la extracción de agua de mar, salmueras con concentraciones altas de sal devueltas al océano y energía ocupada para estos procesos (Sabine Lattermann, 2008). Cabe señalar que, las 38 plantas desalinizadoras que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental (RCA), han ingresado por tipologías del artículo 10 de la Ley 19.300 que se refieren a distintos tipos de proyectos, como desarrollo minero y centrales generadoras de energía (Skewes, 2017). En diferentes ocasiones, algunos proyectos no han sido ingresados al SEIA, esto

sin presentar características técnicas suficientes, para que se pueda resolver su ingreso debido a potenciales impactos ambientales (Skewes, 2017).

1.2 Motivación

Debido a la relevancia que tienen los criterios de ingreso obligatorio de obras hidráulicas al SEIA, tanto por los posibles impactos ambientales de dichas obras, como por los costos involucrados en la elaboración y gestión de los correspondientes DIA o EIA, la motivación de este Trabajo de Título es aportar, con una propuesta técnica, en la definición de nuevos criterios de ingreso obligatorio de obras hidráulicas al SEIA.

1.3 Objetivo General

Proponer nuevos criterios de ingreso obligatorio al SEIA, para proyectos de obras hidráulicas específicas.

1.4 Objetivos Específicos

- a) Realizar un diagnóstico del resultado histórico que ha tenido la aplicación de los criterios de ingreso obligatorio al SEIA vigentes, para obras hidráulicas específicas. Analizar también, el caso de proyectos hidráulicos que no tienen claramente definido su requisito de ingreso al SEIA.
- b) Proponer nuevos criterios de ingreso obligatorio al SEIA, para proyectos de obras hidráulicas.
- c) Recopilar y analizar la opinión y/o comentarios sobre la proposición elaborada, que puedan formular especialistas de instituciones relacionadas con el tema, tales como: Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Dirección General de Aguas (DGA), Dirección de Obras Hidráulicas(DOH), Ministerio de Obras Públicas (MOP), entre otras.

1.5 Metodología

- 1- Definir las obras hidráulicas a estudiar: Mediante un estudio sobre la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente N°19.300, el Decreto N°40 y de obras hidráulicas cuyos criterios de ingreso al SEIA no existan o no estén bien definidos, determinar cuáles serán parte del análisis.
- 2- Resultado histórico criterios SEIA: Realizar un análisis del resultado histórico que han tenido los criterios de ingreso obligatorio actuales. Esto para cada obra hidráulica definida en el punto uno, determinando cuántas han presentado DIA, EIA o si bien no han ingresado al SEA, definiendo cuál es el criterio determinante.
- 3- Estudio bibliográfico de diferentes criterios: Realizar un estudio bibliográfico sobre criterios de ingreso obligatorios internacionales a sistemas de evaluación de impacto ambiental o equivalente, como también de los impactos ambientales que causan ciertas obras hidráulicas analizadas. Esto con el fin de realizar un análisis comparativo con la situación nacional.
- 4- Definir parámetros críticos de impacto ambiental: Para ciertos casos, en donde no sea claro que parámetro se correlaciona con los impactos de una obra, mediante un estudio de los impactos ambientales que potencialmente pueden generar, junto con lo realizado anteriormente, definir cuál es (son) el (los) parámetro(s) crítico(s) que debiese determinar el ingreso obligatorio al SEA de obras específicas.

- 5- Generar propuesta: Una vez realizado un análisis de los puntos anteriores, generar una propuesta de nuevos criterios de ingreso obligatorio al SEIA.
- 6- Recopilación de opiniones y/o comentarios: Realizar contacto con especialistas de instituciones que tengan relación con el tema, tales como SEA, MMA, DGA, DOH, entre otras, y recopilar información y opiniones que tengan acerca de las propuestas realizadas de criterios de ingreso al SEA, de forma de analizar su factibilidad desde el punto de vista de su institución.

1.6 Resultados esperados

Una propuesta de criterios de ingreso obligatorio de obras hidráulicas al SEIA, con justificaciones técnicas de los impactos ambientales potenciales, legislación internacional y estadística actual del SEIA.

Capítulo 2 – Revisión Bibliográfica

2.1 Introducción y objetivos

El capítulo a continuación presenta la problemática en Chile, relacionado con obras hidráulicas, del artículo 10 de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y el Decreto Supremo N°40/2012 MMA (RSEIA), donde se definen los criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación Ambiental, SEIA, para proyectos de inversión. En una primera parte se describirán los criterios existentes y el resultado a nivel nacional de su ejecución y los problemas que presentan en Chile, en estudios ya realizados. Por otro lado, se expondrá acerca de obras hidráulicas no presentes en el artículo 10 de la ley ya mencionada, para finalizar con ejemplos de distintos parámetros a tener en cuenta para generar una propuesta de mejora a los criterios existentes, con bibliografía pertinente.

El objetivo de este acápite es exponer razones que justifiquen realizar una propuesta a los criterios de ingreso obligatorio al SEIA para obras hidráulicas, analizando estudios que señalan lo discutible que son los existentes en cuanto a su definición técnica. También mostrar un ejemplo de obra hidráulica no presente en el artículo 10 de la Ley 19.300 y porque debería ser considerada en una modificación de estos.

Para el citado objetivo, se analizan los criterios de ingreso obligatorio al SEIA de las obras hidráulicas señaladas en la Tabla 1, de acuerdo a la tipología señalada en el Decreto Supremo N°40/2013 y Código de Aguas.

Tabla 1 Criterios de ingreso obligatorio al SEIA de obras hidráulicas específicas. Elaboración propia, fuente: Decreto Supremo n°40/2012 MMA (RSEIA)

Art.	Tipo de obra	Descripción
a.1)	Presas y embalses	<i>Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³)</i>
a.2)	Drenaje o desecación	<i>Drenaje o desecación de: a.2.1) Vegas y bofedales ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, cualquiera sea su superficie de terreno a recuperar y/o afectar. A.2.2) Suelos "ñadis", cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a doscientas hectáreas (200 ha). a.2.3) Turberas. a.2.4) Cuerpos naturales de aguas superficiales tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, vegas, albuferas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en los literales anteriores, cuya superficie de terreno sea igual o superior a diez hectáreas (10ha), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo; o veinte hectáreas (20 ha), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región del Maule, incluida la Región Metropolitana de Santiago; o a treinta hectáreas (30 ha), tratándose de las Regiones del Biobío a la Región de Magallanes y Antártica Chilena.</i>

Art.	Tipo de obra	Descripción
a.3)	Dragado	<i>Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cuerpos de aguas continentales, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000m3) de material total a extraer y/o remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3) de material total a extraer y/o remover. Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar.</i>
a.4)	Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales	<i>Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000m3), tratándose de las regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o cien mil metros cúbicos (100.000m3) tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región metropolitana de Santiago. Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de estos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente. La alteración del lecho del curso o cuerpo de agua y de su ribera dentro de la sección que haya sido declarada área preferencial para la pesca recreativa deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, independiente de la cantidad de material movilizado</i>
a.6)	Sifones	<i>Los sifones y canoas que crucen cauces naturales</i>
a.7)	Acueductos	<i>Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo, o los acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a 10 metros sobre la cota de dicho límite.</i>
c)	Centrales generadoras de energía mayores a 3MW	<i>Centrales generadoras de energía mayores a 3MW</i>
o.1)	Sistemas de alcantarillado de aguas servidas	<i>Sistemas de alcantarillado de aguas servidas que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes.</i>
o.2)	Sistemas de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias	<i>Sistemas de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias, cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes.</i>
o.3)	Sistemas de agua potable	<i>Sistemas de agua potable que comprendan obras que capten y conduzcan agua desde el lugar de captación hasta su entrega en el inmueble del usuario, considerando los procesos intermedios, y que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes.</i>
o.4)	Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario	<i>Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario, que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes.</i>
o.6)	Emisarios submarinos	<i>Emisarios submarinos</i>

2.2 Desarrollo y Discusión

2.2.1 Análisis tipologías

La Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, creada el año 1994 y actualizada el 2010 en Ley 20.417, es el principal instrumento de gestión ambiental en Chile, buscando prevenir los impactos negativos sobre el medio ambiente que pueden generar ciertos proyectos o actividades (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). El año 2015 se planteó evaluar el resultado que ha tenido el SEIA, convocando a una Comisión Asesora Presidencial integrada por expertos, con el objetivo de evaluar el mencionado instrumento y proponer reformas ajustadas al nuevo escenario nacional, desarrollando procesos más expeditos, con altos estándares de calidad (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

El primer eje estratégico para identificar los problemas existentes de la comisión encargada, corresponde a “*criterios de ingreso e instrumentos de evaluación*”, apuntando a racionalizar los proyectos que deben ser sometidos obligatoriamente al SEIA. Para cumplir con el objetivo, se encargó a la empresa PANGEAS mediante un proceso de licitación, desarrollar el estudio “Formulación de criterios ambientales y técnicos de tipologías de proyectos para su incorporación en los procesos de evaluación ambiental”. Presentando como objetivos principales (PANGEAS, 2015):

- Identificar y analizar las tipologías de proyectos que ingresan al SEIA
- Revisar criterios y órdenes de magnitud asociadas a las tipologías de proyectos y actividades definidas en el RSEIA, que condicionan que un proyecto deba ingresar o no al SEIA; y
- Analizar tipologías existentes y proponer alternativas para un nuevo listado de tipologías, con la debida fundamentación en caso de eliminación, modificación y propuesta de incorporación de nuevo proyecto o actividad.

Uno de los problemas expresados en este informe es la presencia de criterios con características únicamente cualitativas, sin discernir por las magnitudes del diseño de las obras ni de la zona donde se llevan a cabo (PANGEAS, 2015). La Tabla 2 muestra la diferencia en cantidades de tipologías definidas según características cualitativas, cuantitativas o de localización, mientras que en la tabla tres solamente aquellos de interés en el trabajo de título a desarrollar.

Tabla 2 Cantidad de tipologías según características cuantitativas, cualitativas y localización. Elaboración propia, fuente: PANGEAS, 2015.

Tipo	Número de tipologías	%
Cuantitativas	6	8%
Cualitativas	23	29%
Localización	0	0%
Cuantitativas y cualitativas	38	48%
Cuantitativas y localización	0	0%
Cualitativas y localización	0	0%
C – C – L	6	8%

Tipo	Número de tipologías	%
Ninguna	6	9%
Total	80	100%

Tabla 3 Resultados: Tipologías con características cualitativas, cuantitativas y de ubicación. Fuente: Pangeas, 2015.

Tipologías	Cuantitativas (A)	Cualitativas (B)	Localización (C)	Total
a.1.)	2 SI	2 SI	0 No	4 AB
a.2.)	4 SI	54 SI	52 SI	110 ABC
a.3.)	3 SI	25 SI	24 SI	52 ABC
a.4.)	2 SI	4 SI	4 SI	10 ABC
a.6.)	0 No	0 No	0 No	0 NULO
a.7.)	4 SI	0 No	0 No	4 A
c)	1 SI	0 No	0 No	1 A
o.1.)	1 SI	1 SI	0 No	2 AB
o.2.)	2 SI	1 SI	0 No	3 AB
o.3.)	1 SI	1 SI	0 No	2 AB
o.4.)	1 SI	1 SI	0 No	2 AB
o.6.)	0 No	0 No	0 No	0 NULO
o.7.)	1 SI	5 SI	0 No	6 AB
o.10.)	1 SI	3 SI	0 No	4 AB

Otro punto relevante observado en la implementación de los criterios de ingreso obligatorio al SEIA, es que el 96% lleva a cabo una Declaración de Impacto Ambiental (Ministerio del Medio Ambiente, 2016), DIA, y no una Evaluación de Impacto Ambiental, EIA, la cual realizan obras que generen un “impacto significativo” en el medio ambiente. Proyectos que de forma obligatoria tienen que realizar una EIA se presentan en el artículo 11 de la Ley 19.300, donde se señala que “Los proyectos o actividades enumerados en el artículo precedente (Artículo 10) requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
- b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
- c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- d) Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, y

f) *Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.*

Para los efectos de evaluar el riesgo indicado en la letra a) y los efectos adversos señalados en la letra b), se considerará lo establecido en las normas de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que señale el reglamento.”

Las tipologías del D.S. N°40/2013 que presentan relación con uno de los efectos o características expresadas en el artículo 11, corresponden a las tipologías a.1) y c) con el inciso b), y también, la tipología a.2) con el inciso d) (PANGEAS, 2015). En cuanto a las primeras por la alteración y uso de cuerpos de agua y en el segundo, a la ejecución de obras en humedales (PANGEAS, 2015). Si bien el estudio relaciona los dos artículos de la Ley 19.300, con el fin de señalar que proyectos son más susceptibles a realizar una EIA, no se habla sobre diferentes magnitudes de diseño que puedan provocar un impacto significativo en el medio ambiente.

Siguiendo con el mismo informe, la tipología a.6) presenta sifones que han ingresado sin discriminar por longitud u otro parámetro que pueda tener injerencia en el nivel de impacto que el proyecto pueda ocasionar, por lo que se recomienda incorporar parámetros cuantitativos, por ejemplo de longitud o caudal (PANGEAS, 2015). Lo último se contradice con el *Informe Final Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA*, (Ministerio del Medio Ambiente, 2016) en donde se señala no innovar en la tipología a.6).

La propuesta realizada por la consultora PANGEAS, también indica incorporar características cuantitativas a la tipología o.6), de emisarios submarinos, con el objetivo de que ingresen solo los susceptibles a producir un impacto significativo en el medio ambiente (PANGEAS, 2015). Cabe destacar que estas obras se encuentran reguladas por ejemplo, en el Decreto Supremo (SEGPRES) N°90 del 30/5/00 que regula la contaminación asociada a descargas de residuos líquidos a aguas marinas continentales superficiales y por la Guía Metodológica sobre procedimientos y consideraciones ambientales básicas para la descarga de aguas residuales mediante emisarios submarinos de la Armada de Chile (PANGEAS, 2015). Esta recomendación la realiza también el informe realizado por el MMA (Ministerio del Medio Ambiente, 2016), aunque en ambas no se menciona que parámetro cuantificar y en que magnitud, para que ingresen los emisarios submarinos que provoquen un daño ambiental.

Otros puntos controversiales son el literal a.2.4), obras de drenaje o desecación, y el o.2), sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias al interconectarse con redes de alcantarillado de aguas servidas. En el primero al no tener estudios técnicos que avalen las superficies señaladas se recomienda revisar, con el fin de que las áreas se relacionen con los impactos significativos que estas obras causarían (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). Cabe destacar que la revisión de áreas y magnitudes para aquella tipología no se ha realizado en la actualidad. Luego, en el mismo estudio y en (PANGEAS, 2015), proponen eliminar la tipología o.2) ya que en la legislación específica (artículo 2° de la Ley N° 18525 de 1997 del MOP), que regula los sistemas de evacuación de aguas lluvia, está establecido que *“las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvia deberán ser*

independientes de las redes de alcantarillado y no podrán tener interconexiones entre ellas. Solo podrán construirse sistemas unitarios cuando la autoridad (SISS) lo disponga, previa justificación técnica”, presentando una contradicción con la tipología o.2), la cual señala que ingresan los proyectos de aguas lluvias que interconecten con redes de alcantarillado. En ambos estudios los impactos ambientales provocados por sistemas de evacuación de aguas lluvias no se mencionan, siendo que en la actualidad existen proyectos que no han ingresado al SEIA.

Para la tipología o.4) acerca de plantas de tratamiento propone aumentar a 5.000 habitantes, justificando que el valor actual, 2.500 habitantes, corresponde a proyectos de pequeña escala o envergadura pudiendo abordarse por el organismo sectorial competente (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). Nuevamente, no se presentan justificaciones técnicas que avalen el aumento a 5.000 habitantes o a una población mayor, ni porque los habitantes son el parámetro que define su ingreso al SEIA y no otro, como por ejemplo, el caudal tratado.

Los párrafos anteriores exponen problemas en los tipos de obras presentes en la ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, pero existen proyectos que no se encuentran legislados aún, como es el caso de las plantas desalinizadoras. En países como Estados Unidos, España, Australia e Israel siguen un procedimiento de evaluación ambiental específico, mientras que en el caso chileno solamente ingresan al SEIA cuando presentan características expuestas en el artículo 11 de la Ley 19.300 o como parte de otro proyecto, por ejemplo minero o de agua potable (Skewes, 2017).

La Tabla 4 expone las tipologías de plantas desalinizadoras que ingresaron al SEIA y cuentan con RCA, hasta el año 2017.

Tabla 4 Tipologías que provocaron el ingreso de plantas desalinizadoras al SEIA. Elaboración propia, Fuente: (Skewes, 2017).

Tipología	Cantidad
i) Proyectos de desarrollo minero	11
c) Centrales generadoras de energía	8
o.3) Sistemas de agua potable	7
o.6) Emisarios submarinos	4
Total	30

Si bien el inciso o) pudiese abarcar el ingreso de plantas desalinizadoras al SEIA, su no especificidad es insuficiente para sustentar la realización de una DIA o EIA por parte de estas obras. En efecto, existen plantas de desalinización que producen agua para fines industriales y, por tanto, no caben dentro de la hipótesis de “sistemas de agua potable” ni de “plantas de tratamiento” (Skewes, 2017).

De las obras de desalación que no han ingresado al SEIA existen dos grupos. El primero corresponde a solicitudes de modificación a proyectos ya aprobados o cambios en

operaciones que no alteran el caudal a desalar, resultando del todo razonable que no entren al SEIA (Skewes, 2017). En el segundo, los proyectos no entregaron a la autoridad información suficiente como para que resolviera fundadamente que no procedía el ingreso al SEIA (Skewes, 2017). Algunos ejemplos se presentan a continuación.

- En el proyecto “Planta Piloto de Osmosis Inversa para Desalinización de Agua de Mar” se señala ““(…) la principal externalidad del proyecto son las aguas de rechazo, constituidas por agua de mar con una mayor concentración de sales del mismo origen, esto no afecta el medio marino donde se descarga debido a que es devuelta al mar donde su composición es de mínimo impacto (al ser la misma que el origen), lo anterior debido principalmente al bajo caudal y baja concentración)” (Skewes, 2017).
- En el proyecto “Desalinización de Agua de Mar” se indicó que no correspondía su ingreso al SEIA, sin señalar cuáles eran las razones que fundamentaban dicha decisión. En este caso ni siquiera se otorgó información acerca del caudal de desalación a producir, ni sobre la infraestructura necesaria (Skewes, 2017).
- “Planta Osmosis Conaf” a ubicarse en Zona de Uso Especial de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Isla Damas. El titular, Corporación Nacional Forestal (CONAF), señala que la planta se instalará en un sector históricamente alterado definido con un uso intensivo para instalar actividades y estructuras para administrar la isla. En virtud a esto, el SEA indica que no es necesario su ingreso, por no considerarse significativa la magnitud ni la duración de la obra de instalación, 6 semanas, desatendiendo el impacto del vertido de salmuera (Skewes, 2017).

Lo presentado anteriormente nos da a entender diversos problemas de los criterios de ingreso obligatorio al SEIA, teniendo deficiencias en los parámetros y magnitudes, como también con obras que no se encuentran en el artículo 10. A continuación se presentaran estudios de los cuales se infiere que es necesario generar una propuesta de cambio a los criterios de ingreso obligatorio de obras hidráulicas ya existentes.

2.2.2 Magnitud criterios cuantitativos

Los impactos ambientales de cada obra dependen de las características de las actividades desarrolladas durante las etapas de construcción, operación y abandono y las condiciones específicas del medio ambiente que se afecte. Los siguientes párrafos repasan magnitudes y criterios de algunas de las obras analizadas en los capítulos siguientes.

- Plantas desalinizadoras

En cuanto a este tipo de obras, sin criterio específico de ingreso al SEIA como se expuso anteriormente, su impacto potencial debiese ser evaluado y los efectos considerables mitigado adecuadamente (Lattemann & Hopner, 2008).

Los efectos más específicos de las plantas desalinizadoras son las grandes cantidades de agua de mar extraídas y la emisión de contaminantes a la atmosfera por la energía demandada en los procesos (Lattemann & Hopner, 2008).

La extracción de agua de mar puede producir pérdidas de organismos acuáticos, ya sea porque ingresan a la planta o por la alteración de las condiciones del mar, con efecto en la suspensión de sedimentos, nutrientes o contaminantes en la columna de agua (Lattemann & Hopner, 2008). Otros efectos negativos ocurren especialmente cuando se descargan las salmueras, agua con alto contenido de sal, en ecosistemas acuáticos (Lattemann & Hopner, 2008). Esto depende de las características físico-químicas, tanto del flujo descargado como de las condiciones del mar, siendo las costas con poca pendiente y alta concentración de vida marina las más sensibles (Lattemann & Hopner, 2008).

Lo último se relaciona con lo expuesto por Roberts, Johnston, & Knott (2010) quienes realizan una revisión bibliográfica de los distintos estudios acerca de impactos medio ambientales de las plantas desalinizadoras. En las conclusiones, menciona que la evidencia científica del efecto potencial sobre la salinidad, temperatura y contaminantes de la salmuera es clara, pero que al descargarse en zonas con alta circulación de agua los impactos son en una pequeña escala, alrededor de 10 metros desde la descarga (Roberts, Johnston, & Knott, 2010).

Según Lattemann & Hopner, (2008) uno de los parámetros más importantes en una evaluación de impacto ambiental de una planta desalinizadora son la fuente de agua ocupada, en donde la extracción de agua debiese ser de baja velocidad para afectar en medida el ecosistema circundante. También la extracción es recomendable que sea lejos de zonas donde haya una producción alta de peces o ecosistemas con alta biodiversidad (Lattemann & Hopner, 2008). Otros factores en una EIA que tienen que considerarse son la salmuera descargada, energía ocupada y zona donde se desarrolla el proceso (Lattemann & Hopner, 2008). En cuanto al primero, es recomendable tratar la salmuera antes de descargarla con el fin de que el impacto sobre el ecosistema marino sea menor (Lattemann & Hopner, 2008).

- Embalses

Otro ejemplo es el caso de los embalses, cuyo criterio es la tipología a.1) del DS 40/2013, diversos impactos ambientales asociados a ellos dependen de las características que tengan. Si bien los embalses pueden ser para diversos usos, como generación de energía, agua potable y riego, lo expuesto a continuación se enfocara más en los para generación de energía debido a la vasta bibliografía al respecto de sus impactos ambientales. El estudio realizado para el banco mundial "Gooddams and Baddams" (Ledec & Quintero, 2003) señala que el impacto medio ambiental de un embalse es altamente determinado por el lugar en donde se sitúe, los más inocuos en los comienzos de cursos de agua de altura, mientras que los más problemáticos están construidos en los cauces principales de los ríos. (Ledec & Quintero, (2003)). También define como embalses grandes, para producción hidroeléctrica, los que produzcan una cantidad mayor a 10 MW (Ledec & Quintero, 2003), valor distinto a los 3 MW de la tipología c) del DS 40/2013, correspondiente a centrales generadoras de energía.

Si bien definen 13 parámetros cuantitativos útiles para determinar si un proyecto hidroeléctrico produce un impacto ambiental, señalan que el área del embalse es quizás

el indicador más importante para predecir el grado de impacto, ya que se correlaciona positivamente con la mayoría de los otros indicadores (Ledec & Quintero, 2003). Lo último ya que el área inundada es el factor determinante en la pérdida del ecosistema y la vida silvestre del sector (Ledec & Quintero, 2003). El promedio global del área inundada de los embalses para hidroelectricidad estudiados es de 60 ha/MW, siendo medioambientalmente deseable que en los siguientes proyectos sea reducido (Ledec & Quintero, 2003).

En McCartney (2009) señala que el impacto más obvio de embalses es la inundación aguas arriba de los ecosistemas terrestres y la conversión de un sistema lótico a léntico. Factores importantes a considerar en la alteración del flujo es la capacidad de almacenamiento en relación al caudal del río y la gestión operacional del embalse (McCartney, 2009). Lo último se correlaciona con lo señalado por Ledec & Quintero (2003), mientras que en el artículo 10, tipología a.1) del DS 40/2013 los parámetros que definen si un embalse ingresa al SEIA son la altura del muro, sobre 5 metros, y el volumen, mayor a 50.000 m³ pero no mencionando el área inundada ni justificando aquellos valores. Cabe mencionar que, el artículo 3° del Reglamento del SEIA, DS 40/2013, establece el tipo de proyecto “*Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas*”, es decir, este artículo hace una equivalencia entre: (i) el requisito para que un proyecto hidráulico desarrollado por un privado sea revisado y aprobado por la DGA; y (ii) el requisito para que el mismo proyecto ingrese al SEIA. Lo anterior, es a lo menos discutible a la luz de los antecedentes que se entregan en el presente estudio y podría ser uno de los aspectos que se plantee una modificación.

- Proyectos de recarga artificial de acuíferos

El aumento de este tipo de obras es mencionada en la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025, realizada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), como una de las medidas para enfrentar la crisis hídrica del país. Teniendo en cuenta lo anterior, distintas instituciones como la Sociedad del Canal de Maipo, Confederación de Canalistas de Chile y Comisión Nacional de Riego han desarrollado pilotos concretos de recarga artificial de acuíferos (*extraído de <https://www.scmmaipo.cl/canalistas/condiversos-proyectos-avanza-la-recarga-de-acuifero/> con fecha 07/10/2019*).

Verónica Delgado, investigadora del (CR)² y académica de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad de Concepción, y José Luis Arumi, investigador del Centro de Recursos Hídricos para la agricultura y la Minería (CHRIAM) y decano de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la misma universidad, presentan el problema jurídica de que no exista una tipología de ingreso de proyectos de recarga artificial en una columna de opinión publicada el 03/05/2019 en el Mercurio Legal (fuente <https://www.elmercurio.com/Legal/Noticias/Opinion/2019/05/03/La-recarga-artificial-de-aguas-subterranas-en-el-derecho-chileno-Parte-I.aspx?disp=1>, consultada el 07/10/2019).

Además de mencionar que en la mayoría de los países OCDE, las obras de recarga artificial son evaluadas ambientalmente, señalan que en Chile este tipo de obras serán

evaluadas por el SEIA en casos específicos. Los tres casos en que una de estas obras ingresaría al SEIA son si forman parte de uno mayor que sí deba ingresar, cuando la obra se ejecute en un área bajo protección oficial o este asociada a acueductos o embalses que requieran la autorización del artículo 294 del Código de aguas.

Los impactos ambientales de estas obras se dan principalmente por la diferencia en la calidad del agua ocupada para recargar y el acuífero que recargado. Si bien los impactos por recargar un acuífero con agua de diferente calidad no se entienden aún con completa certeza, un correcto pretratamiento y post tratamiento o dilución, junto con buena calidad de agua subterránea, produciría que la recarga artificial de acuíferos tenga un potencial uso para agua potable (Bouwer, 1996).

Como se expresa en el Standard Guidelines for Artificial Recharge of Groundwater (ASCE, 2001), un estudio de impacto ambiental y/o informe son normalmente elementos importantes para un proyecto de recarga artificial. Algunos de los impactos ambientales más importantes mencionados son la estabilidad ecológica y biológica del ecosistema, impactos sobre la tierra y problemas debido a la sensibilidad ambiental particular del sector en donde se lleve a cabo el proyecto (ASCE, 2001).

Teniendo en cuenta lo expresado en los párrafos anteriores, se hace necesario revisar este tipo de obras en el siguiente trabajo de título.

2.3 Conclusiones

Los criterios de ingreso obligatorio al SEIA presentes en el artículo 10 de la Ley 19.300 fueron tema de análisis el año 2015 en PANGEAS (2015) y luego revisados por Ministerio del Medio Ambiente (2016). Ambos mencionan tipologías que deben ser cambiadas o bien revisadas sus magnitudes, basado netamente en un análisis estadístico y no mencionando parámetros críticos ni justificando técnicamente porque cambiar cierta magnitud o agregar indicadores cuantitativos.

Por otro lado, las magnitudes expuestas en el artículo 10 no tienen una relación directa con el impacto ambiental de la obra. La tipología c) señala que todas las centrales generadoras de electricidad mayores a 3 MW ingresan al SEIA, magnitud menor a la expuesta en Ledec & Quintero, (2003) de 10 MW definida para centrales de embalses grandes que provocarían un impacto ambiental. Es de mencionar también, que todas las distintas fuentes generadoras de energía ingresan por la misma tipología, siendo claro que sus potenciales efectos medio ambientales son diferentes. En la tipología a.1) de embalses y presas, los parámetros son la altura del muro y el volumen almacenado, para las cuales no se encontró base técnica sobre los límites definidos. Ambos estudios expuestos anteriormente Ledec & Quintero (2003) y McCartney (2009) indican que el parámetro crítico en la evaluación ambiental de un embalse es el área inundada, no expuesta en ningún criterio del artículo 10. También es de considerar las centrales hidroeléctricas de pasada, obras que disminuyen el caudal en un tramo del río, afectando los ecosistemas circundantes, por lo que un parámetro a considerar sería el largo de este tramo.

Además de las obras que ya presentan una tipología, existen otras como las plantas desalinizadoras que de ingresar al SEIA, lo realizan por criterios indirectos mostrados en

la Tabla 4. Los impactos ambientales producidos, expuestos en Roberts, Johnston, & Knott (2010) y Lattemann & Hopner (2008) son claros y pueden ser un comienzo para definir magnitudes que creen un nuevo criterio en el artículo 10, terminando con el vacío legal señalado por Skewes (2017). Otras obras no mencionadas en las páginas anteriores son las de alteración de aguas subterráneas, como proyectos de recarga artificial de acuíferos, los cuales si se encuentran legislados en otros países como España.

Todo lo escrito en los acápites anteriores instan y motivan a realizar una propuesta de criterios de ingreso obligatorio al SEIA para proyectos de obras hidráulicas, basándose en justificaciones técnicas, donde los parámetros definidos tengan una clara relación con los impactos ambientales de los proyectos

Capítulo 3 – Diagnóstico de Obras Hidráulicas

3.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza un diagnóstico y análisis del resultado del D.S. N°40/2013 para las siguientes obras hidráulicas específicas:

- Embalses
- Obras de drenaje o desecación
- Obras de dragado
- Defensa o alteración de cuerpos fluviales
- Sifones
- Acueductos
- Centrales hidroeléctricas
- Sistemas de alcantarillado de aguas servidas
- Sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas
- Sistemas de agua potable
- Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario
- Emisarios Submarinos

El diagnóstico es llevado a cabo con datos de las obras aprobadas en el SEIA desde 1992 hasta Mayo del año 2019, con excepción de embalses, considerados hasta Septiembre del mismo año. Por otro lado, para ciertos tipos de proyectos, se incluyen ejemplos de leyes internacionales y bibliografía correspondiente a los posibles efectos en el medio ambiente que conlleva su construcción.

El año 2002 se publicó el D.S. N°95/2002 fijando distintos criterios de ingreso obligatorio al SEIA para diferentes obras el cual tuvo vigencia durante 12 años. El año 2014, cuando comenzó a regir el D.S. N°40/2013, ciertas tipologías fueron eliminadas, agregadas o modificadas en cuanto a su magnitud. Como se verá más adelante en el presente acápite, ciertas obras aumentaron o modificaron sus criterios generando una considerable disminución en la cantidad de proyectos tramitados y un mayor porcentaje sobre el total de evaluaciones de impacto ambiental (EIA), generando que los proyectos que ingresen al SEIA sean los más susceptibles a generar impactos ambientales. En el caso de los proyectos con EIA, también se hace mención al artículo 11 de la ley 20.417, en donde se señalan distintas afectaciones sobre los ecosistemas, comunidades humanas y patrimonio nacional que obligarían a una obra a realizar una EIA.

Por otro lado, se analiza la presencia en Chile y los impactos ambientales de obras no presentes en la ley nacional, mencionadas en el capítulo anterior, con el fin de establecer si existe la necesidad de agregar una tipología al D.S. N° 40/2013. Aquellas obras son:

- Plantas de desalinización
- Recarga de acuíferos o alteración de aguas subterráneas

Obras como sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales líquidos, lagunas de estabilización, vertederos, rellenos sanitarios y tranques de relave, no se encuentran dentro del alcance de este trabajo de título. Lo último, debido a que este tipo

de proyectos varía considerablemente caso a caso y existen factores complejos que no permiten analizarlos al igual que al resto de las obras en los tiempos considerados, también sería necesario el conocimiento de otras especialidades de ingeniería.

3.2 Obras presentes en el D.S N°40/2013

3.2.1 Embalses

- Situación actual (hasta Septiembre 2019)

Bajo el criterio a.1) ingresan al SEIA las presas cuyo muro tenga una altura superior a 5 metros o que generen un embalse con capacidad superior a 50.000 m³. De los 104 proyectos aprobados, 19 realizaron una EIA, correspondiendo al 18.26%. El fin de la construcción es diverso, siendo 13 para riego, 3 de generación hidroeléctrica, 2 para suministro de agua potable y 1 tranque de relave.

La Tabla 5 presenta los 19 proyectos con EIA ordenados de menor a mayor volumen almacenado, más la altura del muro construido y superficie inundada.

Tabla 5 Magnitudes de volumen (hm³), altura del muro (m) y superficie inundada (ha) de los embalses con EIA

Embalse	Volumen (hm³)	Altura (m)	Sup. Inundada (ha)
Central Hidroeléctrica San Andrés	0.25	12.00	59.18
Enapac	0.59	9.20	7.94
Embalse Tricao	0.70	13.00	13.00
Estanques de Reserva de Agua para consumo Humano, RM	1.50	6.00	38.31
Ampliación Tranque de Regulación Matancilla	3.85	22.15	68.10
Embalse Chironta	17.00	76.00	55.90
Tranque de Relaves Humo Corral	17.60	78.00	42.00
Embalse Valle Hermoso	20.30	117.00	117.00
Central hidroeléctrica frontera	24.30	15.00	608.00
Embalse Illapel	25.50	60.00	120.00
Embalse Chacrillas	31.00	102.50	92.00
Embalse Corrales	50.00	75.00	270.00
Embalse de regadío Las Palmas	55.00	70.00	252.00
Embalse Puntilla del Viento	85.00	104.50	450.00
Embalse Ancoa	94.00	122.00	250.00
Central Hidroeléctrica Angostura PCH-Angostura	100.00	50.00	641.00
Convento Viejo etapa II	237.00	32.00	3000.00

Embalse	Volumen (hm3)	Altura (m)	Sup. Inundada (ha)
Embalse Punilla VIII Región del Bio Bio	625.00	137.00	1700.00
Peraltamiento Embalse Caren	2192.00	136.00	1327.00

La Figura 1 muestra la variación de la altura del muro y superficie inundada desde el proyecto de menor volumen al de mayor, en ella se observa que la altura del muro no presenta correlación con la superficie inundada para el caso de los proyectos con EIA. La Tabla 6 presenta la estadística de los valores de la Tabla 5.



Figura 1 Arriba: Variación de la altura a medida que los embalses almacenan. Abajo: Variación de la superficie inundada a medida que los embalses almacenan mayor volumen

Tabla 6 Disgregación de embalses con EIA en cuanto a sus principales características.

Altura (m)			Volumen (m3)			Superficie inundada (ha)		
> a	N° Proyectos	%	> a	N° Proyectos	%	> a	N° Proyectos	%
5	19	100	50,000	19	100.00	5	19	100.00
9	18	94.74	200,000	19	100.00	10	18	94.44
10	17	89.47	500,000	18	94.44	50	15	77.78
15	14	73.68	1,000,000	16	83.33	100	11	61.11
20	14	73.68	5,000,000	14	77.78	200	9	50.00

Además de las diferencias considerables en magnitud entre los embalses con EIA y el criterio de ingreso obligatorio del D.S. 40/2013, el 73.8% del total de las obras se encuentra entre la Cuarta y la Novena Región, existiendo claramente zonas de Chile más afectadas por estos proyectos. El Anexo A presenta los datos estadísticos de la diferencia regional completo para embalses.

Dentro de la pertinencia de ingreso como EIA, la letra b) del Artículo 11 de la Ley 19.300 se presenta en todos los proyectos exceptuando un caso, mostrando una clara relación entre los embalses y los efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables como agua, suelo y aire. Once obras también presentaron efectos adversos sobre sitios pertenecientes al patrimonio cultural, referentes a la letra f), y ocho incluyeron dentro de sus efectos negativos reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa sobre sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

- Impactos ambientales

Mencionado anteriormente, los impactos ambientales de los embalses son diversos. El principal efecto adverso en el medio ambiente es sobre el cuerpo de agua en donde se construye la presa, teniendo una relación directa con la letra b) del artículo 11 de la ley 19.300 (PANGEAS, 2015).

Algunos de los principales impactos en el medio ambiente presentados en Ledec & Quintero (2003) son:

- Inundación de hábitats naturales: La extinción de ecosistemas terrestres debido a la superficie inundada es generalmente más valiosa que el ecosistema generado por el agua almacenada.
- Reasentamiento humano: Es el principal impacto socio-ambiental debido a la construcción de embalses.
- Deterioro de la calidad de agua: El agua almacenada genera una reducción en la oxigenación y dilución de los contaminantes en el cuerpo de agua generado, afectando a los ríos y ecosistemas circundantes.
- Cambios hidrológicos aguas abajo: Los ecosistemas aguas debajo de un embalse se ven afectados debido a la disminución del caudal controlado para beneficios humanos.

Teniendo en cuenta esto, los embalses son un obstáculo para los intercambios longitudinales de un río, resultando en discontinuidades con efecto en el “River Continuum Concept” (Vannote, Minshall, Cummins, Sedell, & Cushing, 1980) y en el “Flood Pulse Concept” (Junk, Bayley, & Sparks, 1989) (McCartney, 2009). El primero establece que las relaciones biológicas y dinámicas de los ríos requieren de la consideración de los factores físicos formados por el gradiente del flujo (Vannote, Minshall, Cummins, Sedell, & Cushing, 1980). El “flood pulse” o pulso de inundación, se refiere a la inundación natural provocada por la descarga del río, la cual es la mayor fuerza de control biológico a lo largo de este (Junk, Bayley, & Sparks, 1989).

Lo último, según McCartney (2009), conlleva problemas en las siguientes características:

- Régimen del flujo: El impacto más obvio de los embalses es la inundación terrestre de los ecosistemas aguas arriba y la transformación de un sistema lótico a léntico.
- Régimen térmico: La gran cantidad de masa de agua almacenada en embalses produce un almacenamiento del calor, en muchos casos estratificando la temperatura.
- Química del agua: Los embalses inducen cambios físicos, químicos y biológicos los que afectan el estado químico del agua, como consecuencia, el agua descargada aguas abajo es distinta al caso sin presa.
- Sedimentación: La disminución de la velocidad del flujo produce que aumente la sedimentación aguas arriba de la presa, mientras que aguas bajo la disminución produce un aumento en la erosión en los bancos del río.

Si bien los impactos ambientales son variados, el área inundada por un embalse es la variable más fuerte a la hora de determinar impactos medioambientales o sociales (Goodland, 1997). Lógicamente, un área grande implica pérdida de mucho hábitat natural y vida silvestre o el reasentamiento de una mayor población, por lo que el lugar donde el proyecto se lleve a cabo es relevante en cuanto a los impactos ambientales (Ledec & Quintero, 2003).

De lo comentado anteriormente, se puede concluir que si bien los impactos ambientales de los embalses son variados y dependen del lugar en donde se construyan, el factor determinante es la cantidad de agua almacenada y la superficie inundada. Los impactos ambientales provocados son principalmente sobre los ecosistemas terrestres, tanto de animales y plantas como humanos, destruyendo espacios de hábitat natural y reasentando poblaciones.

- Ley internacional

Si bien en la mayoría de los países los embalses son obras reguladas ambientalmente, en todos, la ley se aplica de una forma diferente. En el caso de España, con un sistema de Evaluación de Impacto Ambiental parecido al nuestro, define que embalses deben realizar una evaluación ambiental simplificada y cuáles una evaluación ambiental ordinaria, siendo la primera el símil a una DIA y la segunda a una EIA en nuestro país. Para la realización de una EIA el embalse debe almacenar más de 10.000.000 m³, sin otro criterio, en comparación a los 50.000m³ del a.1) que define que embalses ingresan al SEIA. Distintos son los para realizar una DIA, en donde se definen distintas

características como altura del muro, largo de coronación, capacidad de almacenamiento o capacidad de desagüe, especificados la Tabla 7.

En el estado de California de Estados Unidos, los embalses que presentan la relación de altura y volumen señalada en la Tabla 7 ingresan a la división de “Water Dam Safety”. Señalado en su página web (<https://water.ca.gov/Programs/All-Programs/Division-of-Safety-of-Dams>), esta división se encarga de revisar y aprobar la construcción y modificaciones de los embalses, realizar análisis hidrológico, estructural, hidráulico y geotécnico, supervisar la construcción con el fin de que se cumplan las normas establecidas, realizar inspecciones periódicas con instrumentación adecuada para un análisis profundo del funcionamiento como de la estabilidad de los embalses.

Otro es el caso de Costa Rica, en donde cada obra se clasifica en las siguientes categorías:

- a) Alto Impacto Ambiental Potencial
- b) Impacto Moderado: Moderado impacto ambiental potencial. Esta categoría se subdivide a su vez en dos categorías menores:
 - Subcategoría b1: Moderado – Alto Impacto ambiental potencial
 - Subcategoría b2: Moderado – Bajo impacto ambiental potencial
- c) Bajo impacto ambiental potencial

Las categorías A, B1 y B2 deben realizar un documento de evaluación ambiental D1 el cual es más específico mientras mayor sea el impacto. La categoría c) realiza una evaluación ambiental D2, el cual es un símil a DIA. Si bien el régimen hidrológico es distinto al chileno, tal como las condiciones socioculturales, se destaca que el criterio para los embalses que generan un alto impacto ambiental potencial, se define en cuanto al espejo de agua generado, relacionado directamente con la superficie inundada.

En México, todos los embalses que almacenen un volumen mayor a 1 millón de metros cúbicos requieren previamente la autorización de la Secretaria en materia de impacto ambiental según el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (2000). Esta autorización se realiza mediante un informe preventivo para que el organismo correspondiente lo revise y en 20 días indique si se aprueba el proyecto o debe presentar un manifiesto de impacto ambiental, el cual es el símil a una EIA.

La Tabla 7 muestra el resumen de la legislación en Estados Unidos, España, México y Costa Rica.

Tabla 7 Legislación internacional de criterios de evaluación ambiental de embalses.

País	Criterio	Fuente
España	<p>EIA: Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla permanentemente cuando el volumen nuevo o adicional de agua almacenada sea superior a 10.000.000 m³.</p> <p>DIA: Embalses de altura superior a 15 metros o de altura comprendida entre 10 y 15 metros que cumpla alguna de las siguientes características: longitud de coronación superior a 500 metros; capacidad de embalse superior a 1.000.000 de metros cúbicos; capacidad de desagüe superior a 2.000 metros cúbicos</p>	Ley 21/2013, anexo 1 - grupo 7; anexo 2-grupo 8. Boletín oficial del Estado, número 296, sección 1, pg. 98151. 11/12/2013
EEUU - California	Entra a la jurisdicción de "Water dam safety" de California los embalses con una altura mayor a 6ft (1.8m) que tengan un volumen mayor a 50 acre-feet (61.674 m ³) o que tengan una altura mayor a 25ft (7.62m) y más de 15 acre-feet (18.502 m ³) de agua.	California Legislative Information, Water Code - Wat. Division 3. Dams and Reservoirs, Part 1. Supervision of dams and reservoirs, chapter 1. Definition 6002
Costa Rica	Categoría a) Embalses permanentes con espejo de agua mayor a 1ha. B1) Embalses permanentes con espejo de agua menor a 1 ha, temporales con espejo de agua mayor a 0.5 ha.	Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Texto Completo Norma 31849. 25/10/2017
México	Presas de almacenamiento, derivadoras y de control de avenidas con capacidad mayor de 1 millón de metros cúbicos.	Inciso I.A), Artículo 5, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario oficial de la Federación 30/05/2000.

- Conclusión

Teniendo en cuenta que las magnitudes de área, volumen y superficie inundada de los embalses que generaron un impacto significativo en el medio ambiente son altamente mayor que el criterio definido en el D.S. N°40/2013, como también las características que definen de mejor manera los impactos ambientales potenciales de este tipo de obra y su relación, junto con la legislación internacional, se propone realizar un cambio en la magnitud y criterio que defina el ingreso al SEIA de los embalses. Lo último, con definir un criterio con mayor relación a las obras que puedan generar un potencial impacto significativo en el medio ambiente.

3.2.2 Obras de Drenaje o desecación

- Situación actual

Mediante la tipología a.2) referida a proyectos de drenaje o desecación en "(...) a.2.1) Vegas y bofedales ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, cualquiera

sea su superficie de terreno a recuperar y/o afectar. a.2.2) Suelos “ñadis”, cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a doscientas hectáreas (200 ha). A.2.3) Turberas. A.2.4) Cuerpos naturales de aguas superficiales tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, vegas, albuferas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en los literales anteriores, cuya superficie de terreno sea igual o superior a diez hectáreas (10ha), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo; o veinte hectáreas (20 ha), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región del Maule, incluida la Región Metropolitana de Santiago; o a treinta hectáreas (30 ha), tratándose de las Regiones del BíoBío a la Región de Magallanes y Antártica Chilena.” Ingresaron 95 proyectos de los cuales ninguno presento Evaluación de Impacto Ambiental. Los datos ocupados en los siguientes párrafos se presentan de forma completa en el Anexo B.

La inversión total es de 30.75 MMUS\$, baja en comparación al resto de los proyectos ingresados por otras tipologías. El análisis se realizó para el 76.78% (73 proyectos) de las obras que presentan mayor inversión, con el fin de filtrar proyectos menores y tener una muestra considerable de obras. La Tabla 8 presenta los datos estadísticos y superficie ocupada por las obras en estudio.

Tabla 8 Estadística y disgregación de obras de drenaje o desecación por superficie.

Superficie (ha)				
Estadística		>=a	N° Proyectos	%
Promedio	192.50	10	73	100.00
Mediana	92.4	20	72	98.63
Máximo	1595	30	71	97.26
Mínimo	18.17	50	55	75.34
		80	43	58.90

El proyecto, dentro de los estudiados, que drenó menor cantidad de superficie (18.17ha) corresponde a “Drenaje Parroncillo II” situado en la Región del Maule. De los 18 proyectos que drenaron una superficie menor o igual a 50ha, 12 se presentan en la misma región, siendo el sector que concentra una mayor cantidad de proyectos (34.74% del total).

Del total de proyectos, existen 4 ingresados desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, de los estudiados en este análisis 3 se presentan dentro de los 73 proyectos con mayor inversión. Drenan un área de 44.2ha, 48ha y 57.6ha.

Entre la Región de Valparaíso, la cual no presenta proyectos y la Región del Maule, siendo la con mayor cantidad de proyectos (34.74%), incluida la RM, ingresaron 38 proyectos en donde las hectáreas drenadas varían bastante. El promedio de hectáreas drenadas de los proyectos analizados en esta zona es de 56.87 ha, siendo bajo ya que en la Región del Maule se encuentran las 10 obras estudiadas que menor área drenaron.

El resto de los 45 proyectos analizados, desarrollados desde la Región del Biobío a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, presentan un promedio de 277.35 ha

drenadas. En esta zona, se encuentran las tres regiones con mayor área drenada, la Región de Los Lagos con 6638.78ha, Región de Los Ríos con 3207.33ha y la Región de la Araucanía con 1700.65ha.

La Figura 5 muestra el promedio de hectáreas drenadas de los proyectos analizados por región, en Chile.

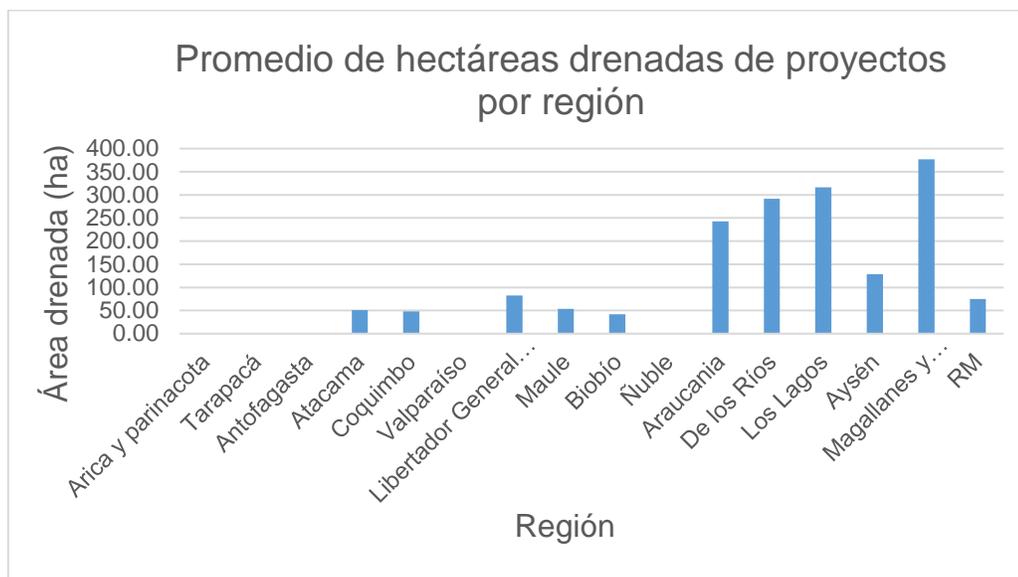


Figura 2 Promedio de hectáreas drenadas de proyectos por región.

- Bibliografía pertinente

Los humedales son un factor importante en el ciclo de agua global y regulando la disponibilidad y calidad del agua localmente (Russi, y otros, 2013). Dentro de las funciones ecosistemas que llevan a cabo, algunas de las más importantes son la protección costera, control de la erosión, control de inundaciones, disponibilidad de agua, purificación de agua, acumulación de CO₂, regulación de la temperatura, turismo y recreación (Russi, y otros, 2013). Debido a esto, el “valor monetario” de los humedales costeros es mayor que el da la mayoría de los ecosistemas como ríos y lagos, bosques y otros (Russi, y otros, 2013).

La importancia de los humedales es señalada también por el informe “Los ecosistemas y el bienestar humano: Humedales y agua”, preparado en el marco de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), mencionando que los humedales (incluyendo bofedales, albuferas, turberas, vegas, marismas, pantanos y extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros), proporcionan una amplia gama de servicios de los ecosistemas, que contribuyen al bienestar humano, como pescados y fibra, abastecimiento y purificación de agua, regulación del clima (World Resources Institute, 2005). Dada la importancia de estos ecosistemas, es prioritario que al momento de tomar decisiones que afecten directa o indirectamente a los humedales se asegure que se ha considerado la gama completa de beneficios y valores que otorgan los diferentes servicios de los ecosistemas de humedales (World Resources Institute, 2005).

La degradación y desaparición de humedales es más rápida que la experimentada por otros ecosistemas según el informe de World Resources Institute (2005), lo que los transforma en ecosistemas muy frágiles. Los generadores directos de degradación y pérdida incluyen el desarrollo de infraestructuras, cambios en el uso del suelo, extracción de agua, eutrofización y contaminación, exceso de recolección y sobreexplotación, y la introducción de especies exóticas invasoras (World Resources Institute, 2005).

Debido a la importancia de estos ecosistemas, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Universidad de Chile crearon el “*Manual para el establecimiento de programas de monitoreo en humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado de Chile*”. En aquel manual, además de señalar las amenazas ya señaladas en los párrafos anteriores, recalca la importancia de monitorear los humedales, siendo una herramienta que debe ser utilizada para la toma de decisiones. CONAF, asume que monitorear contribuye a garantizar la conservación y preservación de la representatividad de ecosistemas presentes en el país (CONAF; Universidad de Chile, 2016).

Teniendo en cuenta lo expuesto en los párrafos anteriores, es necesario destacar que al ingresar como DIA, el titular del proyecto no debe realizar consulta ciudadana ni indígena, línea base del humedal afectado ni tampoco medidas de mitigación obligatorias.

- Conclusiones

La no presencia de proyectos ingresados mediante EIA, indicaría que el impacto de estas obras no ha sido significativo, sin embargo, los humedales son ecosistemas complejos y de vital importancia eco-sistémica. La Tabla 8, muestra que la superficie abarcada por los proyectos de mayor inversión es mayor en gran medida que las magnitudes determinadas en la tipología a.2). Observado también en la Figura 2, el promedio de hectáreas por proyectos analizados en cada región a lo largo del territorio nacional es altamente superior a los límites de la tipología a.2.3) concentrándose entre la Región de la Araucanía y de los Ríos. Debido a las estadísticas presentadas de más del 75% de los proyectos con mayor inversión, la no presencia de EIA y la importancia y complejidad de los humedales, se propone analizar un cambio en el criterio a.2),

3.2.3 Obras de dragado

- Situación actual

La tipología a.3) acerca de obras de dragado de cuerpos de aguas continentales y marítimas del D.S. N°95/2002, especificaba que al SEIA ingresaban las obras de “*Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas terrestres, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000 m³) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones I a III, o en una cantidad de cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las regiones IV a XII, incluida la Región Metropolitana. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas.”. Ingresaron hasta Diciembre del 2013, sin un límite inferior para el dragado de aguas marítimas, 43 proyectos en donde 2 fueron mediante una EIA. La inversión total bajo este decreto fue de 122.81 MMUS\$ con un 75% correspondiente a DIA. El Anexo C presenta esta información de forma completa.*

Desde el 2014 comenzó a regir el D.S. N°40/2013, con un cambio a la última parte del decreto anterior, acerca del dragado en cuerpos de aguas marítimas. La tipología a.3) actual dice: “Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cuerpos de aguas continentales, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000m3) de material total a extraer y/o remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3) de material total a extraer y/o remover. Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar”. Solo tres proyectos ingresaron desde entonces hasta Mayo del 2019, presentándose uno con EIA. La inversión total es de 191.37MMUS\$, debido a la envergadura del único proyecto ingresado como EIA, su inversión corresponde a un 94% del total. El Anexo C presenta esta información de forma completa.

En un principio, el análisis consideró las 34 obras con mayor inversión, con el fin de abarcar alrededor del 75% del total de proyectos. Once proyectos de drenaje de cuerpos marinos presentaron un volumen drenado menor a 50.000 m3, todos ingresados bajo el D.S. N°95/2002, 10 de ellos tienen una inversión menor al promedio (6.8MMUS\$) y 6 menor a la mediana (1.8MMUS\$). Por esta razón, y con el fin de evaluar el criterio actual, se consideran para la disgregación realizada en la Tabla 9 solo los proyectos sobre 50.000 m3, presentes en el Anexo C. Lo último, considerando también, que los proyectos con volúmenes movilizados entre 20.000m3 y 50.000m3 bajo el D.S. N°95/2002, corresponden a dragado sobre cuerpos de aguas marinas y no sobre cuerpos de aguas continentales entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Atacama, y que bajo el D.S. N°40/2013, no existen proyectos con volumen menor a 50.000m3.

Tabla 9 Disgregación de obras con respecto al volumen dragado.

Volumen (m3)		
>a	Cantidad	%
50000	22	100.00
100000	13	59.09
200000	9	40.91
500000	2	9.09

Las obras que presentaron EIA dragaron una cantidad de 350.000m3, 128.000m3 y 802.000m3 ingresando por las letras b) c) y f); b); y b) respectivamente del Artículo 11 de la Ley 19.300. Las tres obras generan un impacto en la cantidad y calidad de los recursos renovables ya sea suelo, aire o agua y se sitúan sobre la mediana de las obras analizadas.

Un 50% de los proyectos se concentra en la Región del Biobío antes de entrada en vigencia la Región del Ñuble, presentándose también dos de los tres proyectos con EIA. Otras regiones con una cantidad considerable son la Región de Tarapacá y de Valparaíso, ambas con 13.04%, la EIA restante corresponde a un proyecto en esta última.

Entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Atacama han ingresado en total 10 proyectos, todos con DIA, de los cuales seis dragaron un volumen menor a 50.000 m³, todos ingresados bajo el D.S. N°95/2002 correspondiendo a dragados marinos. De la Región de Coquimbo al sur, se analizaron 24 proyectos, de los cuáles seis realizaron un dragado marino de menos de 50.000 m³ ingresados bajo el D.S N°95/2002. De los 18 proyectos restantes, 7 dragaron un volumen menor a 100.000 m³, siendo en su mayoría proyectos de dragado marino.

- Ley internacional

En las leyes estudiadas, se encontró un símil a la tipología a.3) dentro de la ley española y australiana. En la primera, realizan una Evaluación Ambiental Simplificada (EAS), símil a DIA en nuestro país, toda extracción de materiales mediante dragados marinos excepto cuando el objetivo del proyecto sea mantener las condiciones hidrodinámicas o de navegabilidad. También los dragados fluviales y en estuarios cuando el volumen del producto extraído sea superior a 100.000 metros cúbicos anuales, según el anexo 1, de la Ley 21/2013. Mencionado antes, las EAS son revisadas por el órgano competente el cual decide si aprobar, rechazar o que el proyecto debe realizar una Evaluación Ambiental Ordinaria. En el caso de que el dragado de cuerpos marinos o fluviales se lleve a cabo dentro de áreas protegidas, tendrán que realizar una EAO si el volumen excede los 20.000 m³.

En cuanto a la legislación del estado de New South Wales en Australia, el Protection of the Environment Operations Act de 1997, señala que tipo de proyectos son considerados como “*scheduled activities*” y necesitan una licencia ambiental para ser llevadas a cabo. En el inciso 19, hasta el 05 de Julio del año 2019, considerado para actividades extractivas menciona que toda actividad en medios acuáticos de extracción de materiales, ya sea para reuso o comercializar, mediante dragado u otro método de extracción acuática que considere la extracción de más de 30.000 metros cúbicos por año es considerada como *scheduled activity*. El 05/07/2019 se realizó un cambio para terminar con la diferencia entre extracciones acuáticas y en tierra, llevando todo a la unidad común de toneladas. El nuevo enunciado del inciso 19, señala que se considera como *scheduled activity* toda extracción de más de 30.000 toneladas de material por año, sea por excavación, dragado, tronadura o mediante túneles.

- Conclusiones

El cambio en la cantidad de proyectos ingresados desde la vigencia del D.S. N°40/2013 generó que el SEIA no tenga que destinar recursos a proyectos menores que no generaron un impacto significativo en el medio ambiente, por lo cual realizaron una DIA. También, de los proyectos estudiados, todos los que dragaron un volumen entre 20.000 m³ y 50.000 m³ ingresaron bajo el D.S. N°95/2002 y no lo hubiesen hecho luego de que este se actualizara.

Por otro lado, observado en la Tabla 9, la cual no considera los proyectos de dragado de cuerpos de agua marítimos bajo 50.000 m³ (límite inferior del D.S. N°40/2013), casi el 60% dragaron una cantidad de volumen mayor a 100.000 m³. De los 22 proyectos presentes en la Tabla 9, solo 5 se ubican entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Atacama, en donde el límite inferior es 20.000 m³. El promedio de estos proyectos y su mediana son 118.125 m³ y 104.750 m³.

Considerando lo expuesto en los párrafos anteriores, sus magnitudes y la envergadura de los proyectos con EIA, se propone analizar un cambio en los límites de dragado del criterio a.3). Lo último con el fin de que el criterio sea más representativo de los proyectos construidos y que puedan provocar un impacto significativo en el medio ambiente.

3.2.4 Defensa o alteración de cuerpos fluviales

De los 47 proyectos que ingresaron bajo la tipología a.4) “Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000m³), tratándose de las regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o cien mil metros cúbicos (100.000m³) tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región metropolitana de Santiago (...)” se presentan 46 proyectos en forma de DIA y uno solamente como EIA. Este único caso fue debido a la letra b) del artículo 11 de la Ley 19.300, referida a obras que afecten recursos renovables, incluyendo suelo y agua.

El análisis se realizó para las 41 obras de mayor inversión, presentadas en el Anexo D, de forma de abarcar casi el 90% de los proyectos. Teniendo en cuenta también, que de los proyectos analizados, el que presentó un menor movimiento de tierras fue el con menor inversión igual a 1.5MMUS\$, se decidió realizar el corte ahí.

La Tabla 10 muestra las estadísticas del volumen y disgregación de proyectos mayores a un límite de metros cúbicos correspondiente al movimiento de tierras de las 41 obras consideradas en el análisis. Se verifica que el 72.22% de los proyectos considerados realizó un movimiento de tierras mayor a 200.000m³. En 5 casos no se encontró la información correspondiente.

Tabla 10 Estadística y disgregación del volumen de movimiento de tierras en obras de defensa fluvial.

Volumen (m ³)				
Estadística	m ³	>a	Cantidad	%
Promedio	58,147,087.5	50.000	36	100.00
Mediana	307,226	100.000	32	88.89
Máximo	2,072,791.73	200.000	26	72.22
Mínimo	74,116	300.000	19	52.78
		400.000	16	44.44
		500.000	11	30.56

Los 4 casos que movieron un volumen menor a 100.000m³, tuvieron una inversión menor a la media (7.44MMUS\$) de los 47 proyectos ingresados al SEIA y se encuentran en la división norte del criterio a.4), entre la región de Arica y Parinacota y Coquimbo, en donde el límite es 50.000 m³. De los 6 que movieron un volumen entre 100.000m³ y 200.000m³, solo dos presentan una inversión mayor a la mediana y la mitad se encuentra en la división norte del criterio a.4).

El único proyecto con EIA realizó un movimiento de tierras de 474.332 m³ siendo mayor a la mediana de las obras estudiadas. Ingreso mediante este formato debido al inciso b) del Artículo 11 de la Ley 19.300, alterando los recursos naturales de la zona. Cabe destacar en este análisis, que el valor máximo es altamente superior al resto, por lo que el promedio se aleja en gran medida de la mediana y de los 46 proyectos restantes.

En cuanto a la diferencia regional de los proyectos, un cuarto de éstos se encuentra en la Región de Antofagasta, le siguen Arica y Parinacota y la Región Metropolitana con 14.89%, mientras que la Octava Región presenta un 12.76% del total de obras de defensa fluvial. Cabe destacar, que el 48.9% de los proyectos fue desarrollado desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, donde el límite de volumen movilizado es 50.000 m³

- Ley internacional

Dentro de las leyes internacionales revisadas, la ley española es la única que presenta un símil directo a la tipología a.4). Realizan una Evaluación Ambiental Ordinaria, lo que en nuestro país sería una DIA, todas las "*Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total del tramo afectado sea superior a 5km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo a zona urbana*" según la Ley 21/2013 presentada en el Boletín Oficial del Estado, número 296, sección 1, página 98151. En este criterio, a diferencia del presente en la el D.S. N°40/2013, el parámetro que define la realización de una evaluación ambiental es el largo del tramo afectado y no el volumen de material a movilizar. Cabe mencionar, que el documento de Evaluación Ambiental Simplificada es revisado por el órgano competente, el que determina si el proyecto es aprobado, rechazado o debe realizar una Evaluación Ambiental Ordinaria.

Para el caso de la legislación Mexicana, según el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (2000), realizan un informe preventivo, con menor especificidad que la DIA, todas las obras hidráulicas de "*Modificación o entubamiento de cauces de corrientes permanentes de aguas nacionales*" (Capítulo II, artículo 5, inciso a.IX). Mencionado antes, la Secretaria Ambiental en un plazo no mayor a 20 días decide si la obra debe realizar un manifiesto de impacto ambiental, el cual es similar a una evaluación de impacto ambiental en Chile.

Para el caso de la legislación de Australia, California y Costa Rica, no se encontró un inciso que permitiera realizar una comparación con esta obra.

- Conclusiones

Considerando que de los 36 proyectos con mayor inversión los cuáles presentan la información pertinente, 26 presentan un movimiento de tierra mayor a 200.000 m³ y el único proyecto que realizó una EIA movilizó un volumen mayor al promedio (474.332 m³), se propone analizar un cambio en las magnitudes del criterio de ingreso a.4). Lo último con la finalidad de que el criterio de ingreso al SEIA sea representativo de las obras construidas y las que pueden generar un impacto significativo en el medio ambiente.

3.2.5 Sifones

Mencionado en el D.S. N°40/2013 y definido en el Código de Aguas Artículo 294, ingresan al SEIA todos los sifones que crucen un cauce natural, sin discriminar por longitud, caudal u otra característica. De los 17 proyectos aprobados, solo se presenta una Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente al proyecto “*Suministro Construcción y Operación Aducción de Agua Pampa Puno*”. Este considera también acueductos de larga distancia, un estanque de 49.000 m³ y aprovechamiento de aguas subterráneas, de igual forma, ingresa por tipología a.6) de acuerdo a sifones.

En las características de los sifones, la principal es el largo del tramo donde se cruza un cauce natural, debido a que la longitud del sifón representa de mejor forma la intervención en el cauce y por lo tanto, los posibles impactos ambientales que podrían producirse. La Tabla 11 presenta los valores estadísticos de las obras ingresadas al SEIA y la cantidad de sifones sobre cierta longitud. Esta información se encuentra de forma completa en el Anexo E.

Tabla 11 Estadística y disgregación de sifones por longitud.

Largo (m)				
Estadística		>a	N° Proyectos	%
Promedio	247.12	10	19	100.00
Mediana	180.00	20	18	94.74
Desviación Estándar	235.10	50	14	73.68
Máximo	750.00	100	12	63.16
Mínimo	12.00	200	7	36.84
		300	5	26.32

El largo del único proyecto con EIA mencionado es de 750 metros, ingresando por las letras b), d), e) y f) del Artículo 11 del D.S. 40/2013. Si bien específica ser un proyecto interregional en el SEIA, el proyecto se ubica dentro de los límites de la Comuna de Calama, Provincia del Loa, Región de Antofagasta.

En cuanto a la distribución territorial, el 76.47% de los proyectos se encuentran entre la Región de Antofagasta y Valparaíso. A pesar de que más de un tercio de las obras se encuentra en la Región de Coquimbo, en Valparaíso se concentra mayor inversión,

adjudicándose el 60.53%. El total de la inversión de proyectos con Declaración de Impacto Ambiental es de 139.18 MMUS\$.

- Ley Internacional

Dentro de las leyes internacionales analizadas, si bien no se encontró un símil exacto, en la ley española y costarricense nombran obras similares. Según el Anexo I del Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (2013) de España, realizan una Evaluación Ambiental Ordinaria (EAO), todos los proyectos para el trasvase de recursos hídricos entre cuencas fluviales, en donde excluyen los trasvases de agua para consumo humano por tubería. Realizan una EAO cuando el trasvase tenga por objetivo evitar la posible escasez hídrica y el volumen supere los 100 hectómetros cúbicos anuales (3.17 m³/s) o que el flujo plurianual de la cuenca de extracción supere los 2.000 hectómetros cúbicos al año y el volumen de agua trasvasada supere el 5% de dicho flujo.

En Costa Rica, según el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del año 2017, inciso 41, toda obra que trasvase o modifique cauces es considerada de alto impacto, por lo que debe realizar la evaluación de impacto ambiental más detallada de aquel país.

- Conclusiones

La tipología referida a sifones no discrimina por ninguna magnitud de largo o caudal y como se observa en la Tabla 11, existe un margen considerable entre las obras de menor tamaño y mayor tamaño, variando en más de 300 metros. Teniendo en cuenta también, que cualquier obra que cruce un cauce debe presentarse a la Dirección General de Aguas (DGA), mencionado en el artículo 171 del Código de Aguas como se expresa a continuación:

“ f) De las modificaciones en cauces naturales o artificiales

Art. 171. Las personas naturales o jurídicas que desearan efectuar las modificaciones a que se refiere el artículo 41 de este Código, presentarán los proyectos correspondientes a la Dirección General de Aguas, para su aprobación previa, aplicándose a la presentación el procedimiento previsto en el párrafo 1- de este Título.

Cuando se trate de obras de regularización o defensa de cauces naturales, los proyectos respectivos deberán contar, además, con la aprobación del Departamento de Obras Fluviales del Ministerio de Obras Públicas.

Quedan exceptuados de los trámites y requisitos establecidos en los incisos precedentes, los Servicios dependientes del Ministerio de Obras Públicas, los cuales deberán remitir los proyectos de las obras a la Dirección General de Aguas, para su conocimiento, informe e inclusión en el Catastro Publico de Aguas”

El cual hace referencia al artículo 41, el cual menciona que se entenderá por modificaciones “(...) no sólo el cambio de trazado de los cauces mismos, sino también la alteración o sustitución de cualquiera de sus obras de arte y la construcción de nuevas obras, como abovedamientos, pasos sobre o bajo nivel o cualesquiera otras de sustitución o complemento.”

Luego de lo señalado anteriormente, se propone analizar un cambio en el criterio de ingreso al SEIA de sifones. Lo último con el fin de diferenciar a los proyectos de una envergadura la cual pueda generar un potencial impacto ambiental significativo.

3.2.6 Acueductos

- Situación Actual (Mayo 2019)

51 Proyectos ingresaron al SEIA bajo el criterio letra a) del D.S. 40/2013, establecido en el artículo 294 del Código de Aguas, “*Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo, o acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a 10 metros sobre la cota de dicho límite*”. Para dos proyectos no se encontró información acerca del caudal y para uno el largo del acueducto construido en la plataforma digital del SEÍA, sin embargo, en sus declaraciones de impacto ambiental señalaban que el ingreso se debía al transporte de más de 2 m/s. El Anexo F presenta toda la información de los proyectos ocupada en los siguientes párrafos.

Solo el 5.88% de los proyectos realizaron una EIA (3), conllevando una inversión de 3534.9 MMUS\$, mientras que el total de DIA (48) presento una inversión de 226.101 MMUS\$. La Tabla 12 muestra la cantidad de proyectos sobre diferentes caudales y largos, siendo las principales características de acueductos de los 51 proyectos señalados en el Anexo F.

Tabla 12 Disgregación de acueductos por caudal transportado y longitud de tubería o canal.

Caudales (m3/s)			Longitud (m)		
> a	N° Proyectos	%	> a	N° Proyectos	%
2	45	93.75	500	34	68.00
3	39	81.25	1,000	23	46.00
4	34	70.83	2,000	18	36.00
5	30	62.50	3,000	17	34.00
10	16	33.33	4,000	14	28.00
15	11	22.92	5,000	11	22.00
Promedio	9.8 m3/s		Promedio	6.925 m	

En cuanto a los proyectos que presentaron EIA, los caudales son 7 m3/s, 4 m3/s y 3.2 m3/s con longitudes de 30600 m, 4641 m y 180000 m. Siendo el proyecto de menor caudal una planta desalinizadora, la cual en su captación de agua lo realiza con dos tuberías que transportan en total 8 m3/s. Cabe destacar, que realizaron EIA debido a los literales c); b), d), e) y f); b) y e) respectivamente, del Artículo 11 de la Ley 19.300. Los literales mencionados se refieren a efectos adversos sobre la cantidad y calidad de recursos naturales (b); reasentamiento de comunidades humanas (c); localización próxima a población, recursos y áreas protegidas (d); alteración significativa del valor paisajístico o turística de una zona (e) y alteración a sitios pertenecientes al patrimonio cultural (f).

En cuanto a los dos criterios de ingreso para acueductos en el D.S. N°40/2013, 48 proyectos ingresaron al SEIA por conducir más de 2 m³/s representando el 94.11%. Los tres restantes, con caudales de 0.25 m³/s, 0.019 m³/s y 0.04 m³/s, si bien en el sistema digital del SEIA aparecen bajo el criterio presente para acueductos, no presentan magnitudes que justifiquen la realización de una DIA. Una de las razones a lo que se debe esto, es que cruzan cauces naturales por lo cual su ingreso es obligatorio.

El análisis zonificado a lo largo del territorio nacional no presenta concentraciones considerables en distintas zonas del país. Las regiones con mayor porcentaje de proyectos son la Región del Biobío y la Región Metropolitana, con 19.61% del total.

- Ley internacional

En cuanto a países que presentan una legislación que sea comparable a la chilena para este tipo de obra es el caso de España. Según el Anexo I del Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (2013), realizan una Evaluación Ambiental Ordinaria (EAO), la cual sería el símil a una EIA, todas las instalaciones de conducción de agua a larga distancia con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 10.000 metros sin importar el caudal que transporten cuando se encuentren dentro de áreas protegidas por instrumentos nacionales o internacionales. Otros proyectos que realizan una EAO, que pueden realizarse mediante acueductos, son los para el trasvase de recursos hídricos entre cuencas fluviales, en donde excluyen los trasvases de agua para consumo humano por tubería. Realizan una EAO cuando el trasvase tenga por objetivo evitar la posible escasez hídrica y el volumen supere los 100 hectómetros cúbicos anuales (3.17 m³/s) o que el flujo plurianual de la cuenca de extracción supere los 2.000 hectómetros cúbicos al año y el volumen de agua trasvasada supere el 5% de dicho flujo. Si bien este último tipo de proyecto se puede realizar mediante un acueducto, se excluyen los proyectos con fines de agua de consumo humano por lo que la relación a la tipología a.6) del D.S. N°40/2013 sería incorrecta.

En España también, realizan una Evaluación Ambiental Simplificada (EAS), la cual es el símil a una DIA en Chile, todas las instalaciones de conducción de agua a larga distancia con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 40 km (proyectos no incluidos en el anexo I). Luego de ser revisados por el órgano competente, estos proyectos pueden ser aprobados, rechazados o deben realizar una EAO.

Otro es el caso de México, en donde según el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (2000), toda obra de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, tenga un gasto de más de 15 l/s y cuyo diámetro exceda los 15cm debe realizar un estudio de impacto ambiental preventivo. Al ser evaluado por la Secretaria Ambiental en un plazo de 20 días, puede ser aprobado o tener que llevar a cabo un manifiesto de impacto ambiental, símil a la EIA de nuestro país. El mismo procedimiento lleva a cabo sistemas de abastecimiento múltiple de agua con diámetros de conducción de más de 25 centímetros y una longitud mayor a 100 kilómetros.

- Conclusión

Si bien en PANGEAS (2015) se concluye que el criterio a) con respecto a acueductos debe mantenerse, el diagnóstico de la situación actual muestra que el 80% de las obras esta sobre 3 m³/s, mientras el valor definido en el criterio es de 2 m³/s. También los proyectos muestran una diferencia en la longitud del acueducto, más del 50% presenta un largo menor a 1.000 metros con un promedio de 6.925m, indicando una gran variación en las características físicas. A pesar de esta diferencia, el largo no se considera en el criterio de ingreso al SEIA, distinto a los casos presentados en la legislación correspondiente a España y México.

Por otro lado, las obras que presentaron EIA, generando un impacto significativo en el medio ambiente, solo representan un 5.88% del total de proyectos ingresados al SEIA. Entre ellas, la de menor caudal es de 3.2 m³/s presentando la mayor longitud de todos los acueductos, igual a 180.000 metros.

Debido a lo mencionado anteriormente, y considerando los valores de la Tabla 12 junto con los pocos proyectos que ingresaron con un caudal menor a 2 m³/s y a 3 m³/s, se propone analizar un cambio en el criterio de ingreso al SEIA para acueductos, de forma de diferenciar a los proyectos que generen un impacto ambiental significativo.

3.2.7 Centrales hidroeléctricas

- Situación actual

Las centrales hidroeléctricas (CH) ingresan al SEIA debido a la tipología c) “Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW”, al igual que otros tipos de fuentes de energía. Para efectos de análisis se consideran solo las CH, de estas aprobadas existen 115 proyectos, presentando 45 EIA correspondiendo al 39.13%. El Anexo G presenta la información completa de las obras ocupadas en el siguiente análisis.

Los impactos ambientales varían dependiendo de si el proceso de generación es mediante un embalse o una central de pasada. Del total de proyectos, 15 presentan un volumen embalsado y área de inundación definida, ya sea debido a la inundación generada por la construcción de una presa o bocatoma en una central de pasada. La Tabla 13 presenta la cantidad de CH que superan distintos límites de potencia instalada (MW) y de volumen embalsado (m³), para las que cuentan con uno.

Tabla 13 Disgregación de centrales hidroeléctricas con EIA, por potencia instalada y volumen embalsado.

Potencia (MW)			Volumen (m ³)		
> a	N° Proyectos	%	> a	N° Proyectos	%
3	45	100.00	300	15	100.00
5	44	97.78	50,000	14	93.33
10	39	86.67	100,000	13	86.67
20	26	57.78	500,000	9	60.00

El promedio de la potencia instalada es de 83.17 MW, con un mínimo de 3MW y máximo de 570 MW. El del volumen embalsado es 88.9 hm³ teniendo como máximo 1222.3 hm³. Además otras características importantes son el caudal de diseño y la superficie inundada, con promedio de 84.79 m³/s y 299.18 hectáreas, presentándose el 66.67% sobre las 10 ha para el último caso.

Los criterios por los cuales presentaron EIA y no una DIA son variados y gran parte incluye más de uno. Aprobaron 30 proyectos que presentan un impacto en los recursos renovables (letra “b” Art 11, Ley 19300) y 14 construidos cercanos a una población, recursos o áreas protegidas (letra “d” Art. 11, Ley 19300). Cabe destacar, que el único proyecto con EIA, menor a 5MW de potencia instalada, ingreso debido a la letra “d”, por encontrarse próximo a áreas protegidas y de las 5 restantes menores a 10 MW, un EIA fue voluntario y tres proyectos ingresaron debido a la letra d) y/o b).

- Impactos Ambientales y bibliografía pertinente

Si bien el impacto ambiental de una central hidroeléctrica depende de que la construcción sea con embalse o de pasada, el principal efecto adverso en el medio ambiente es sobre el cuerpo de agua afectado. El informe realizado por PANGEAS (2015), señala la existencia de una relación directa entre la tipología c) “Centrales generadoras mayores a 3 MW” del artículo 10 de la Ley 19.300 con la letra b) del artículo 11 de la misma ley.

El impacto ambiental de las centrales hidroeléctricas que generan un embalse, es principalmente por el volumen de agua almacenada y el área inundada, revisado ya anteriormente en el capítulo 3.3. Sin embargo, es necesario agregar que Ledec & Quintero (2003) señala que una medida útil del impacto medio ambiental relativa a los beneficios económicos es el radio entre hectáreas inundadas y megawatts producidos (ha/MW) de electricidad. El promedio mundial de este parámetro es cercano a 60 ha/MW, siendo altamente deseado que el valor disminuya en los futuros proyectos (Ledec & Quintero, 2003).

En cuanto a las centrales hidroeléctricas de pasada, si bien inundan áreas menores provocando que algunos de los problemas socio-ambientales como el reasentamiento humano sean menores (Kumar & Katoch, 2014), presentan otro tipo de daños al medio ambiente. Algunos de los impactos ambientales generados, mencionados en Anderson, Moggridge, Warren, & Schuksmith, (2015) tienen relación con la construcción de barreras, rompiendo la conectividad longitudinal del río y la disminución del caudal entre el punto de aducción y restitución. Esto provoca que un tramo importante del río afectado se seque, teniendo consecuencias en los ecosistemas circundantes.

Uno de los grandes conflictos a la hora de definir criterios para evaluar ambientalmente centrales hidroeléctricas surge al determinar la distinción entre las de gran y menor tamaño (LHS – Large Hydroelectric Projects o SHP – Small Hydroelectric Projects) generalmente determinado por la potencia instalada en MW. Según (Paish, 2002) no se ha definido internacionalmente el límite superior para los SHP, variando entre 2.5MW y 25MW, pero que un máximo de 10MW es lo más aceptado globalmente. Teniendo en cuenta que varios países definen el límite dependiendo del estado, el promedio varía entre 5MW en el caso de UK hasta 100MW para ciertas zonas de USA (Premalatha,

2014). La Tabla 14, extraída de Premalatha (2014), muestra los límites superiores considerados por distintos países para las SHP.

Tabla 14 Tabla 1 de (Premalatha, 2014). Límite superior de capacidad (MW) establecido por distintos países. Extraída de: (Premalatha, 2014).

País	Límite (MW)
UK	5
Suecia	15
Colombia	20
Australia	20
India	25
China	50
Filipinas	50
Nueva Zelanda	50
USA	30-100

En Estados Unidos, cada estado tiene sus propias leyes y licencias para la construcción de todos los proyectos. Para promover el uso de energías limpias se creó el “*Renewable Portfolio Stanfards*” el cual promueve el uso de energías limpias exigiéndole a los estados que lo adopten un porcentaje mínimo de la energía vendida en el sistema provenga de fuentes renovables (Clean Energy States Alliance, 2013). Existiendo más de 29 estados que adoptaron esta medida, todos definen distintos criterios para considerar la energía hidroeléctrica como renovable (Clean Energy States Alliance, 2013). Dentro de los 30 (incluyendo el distrito de Columbia) estados que aceptan hidroeléctricas como renovables, 25 aprueban proyectos hidroeléctricos de pasada y 23 pequeños embalses. Generalmente, se considera un proyecto como SHP cuando tiene menos de 30MW de capacidad instalada, pero esto varía de estado en estado, presentando un mínimo de 5MW para nuevas construcciones.

Con lo mencionado anteriormente, se puede observar que existe una diferencia entre los impactos ambientales provocados por los dos tipos más comunes de centrales hidroeléctricas, las que funcionan con un embalse inundando una gran superficie y las que funcionan divergiendo el río conocidas como “centrales de pasada”. Para las del último grupo, definir solo un criterio de ingreso al SEIA, teniendo en cuenta los diversos impactos ambientales es complicado debido a la simplicidad que debe tener un artículo de la ley. Sin embargo, la literatura realiza esta diferencia definiendo la envergadura de las centrales a partir de su potencia instalada, por lo que finalmente es necesario determinar desde cuantos MW una central genera los impactos necesarios para ingresar al SEIA.

- Ley internacional

Teniendo en cuenta que en todos los países la demanda energética y los recursos hídricos son distintos es esperable que la legislación también lo sea. En el estado de New South Wales de Australia, con una población cercana a 8 millones, se definen como “scheduled activities” todas aquellas que requieren de una licencia ambiental para ser llevadas a cabo. Si bien hace diferencia en el criterio para ciertos tipos de energía, la producción hidroeléctrica es considerada dentro del criterio “(...) *general electricity Works with capacity to generate more than 30 megawatts of electrical power*” según el Protection of the Environment Act 1997 No 156, Schedule 1.

En cuanto a Costa Rica, país con una población de casi 5 millones de habitantes, es considerada una actividad de alto impacto ambiental potencial, por lo cual debe realizar el símil chileno a una EIA, toda actividad de generación de electricidad a partir de fuentes hidráulicas con una producción de energía mayor o igual a 2MW, según el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), Texto Norma 31849, con fecha del 25/10/2017.

Caso distinto es el del país de México, con una población altamente mayor a la chilena, según el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (2000), realizan un informe preventivo todas las centrales hidroeléctricas mayores a 0.5MW, documento con una especificidad menor a una DIA. Luego, en un plazo no mayor a 20 días, la Secretaría Ambiental define si la obra se puede llevar a cabo o requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental, la cual es el símil a una EIA. Si bien el criterio es bastante menor al del D.S. N°40/2013 chileno, el trámite es de un periodo de días, en comparación al tiempo que demora la aprobación de una DIA.

- Conclusiones

Del análisis anterior, se observa que la potencia instalada de las centrales hidroeléctricas que generaron un impacto significativo en el medio ambiente, es superior casi en su totalidad a 5MW, exceptuando un solo caso que realizó EIA por estar próximo a un área protegida. Por otro lado, el impacto ambiental de este tipo de proyectos presenta diferencias considerables si en su construcción se considera un embalse o se operara como central de pasada, existiendo amplia bibliografía que lo comprueba. Las leyes internacionales también difieren bastante, lo que en parte se debe a que todo país presenta necesidades energéticas distintas, existiendo casos en que el criterio es mayor al chileno, cercano y menor.

Debido a lo mostrado anteriormente, se propone analizar el cambio en la magnitud y parámetros que definan si una central hidroeléctrica ingresa al SEIA, evaluando también si es necesario un criterio distinto para centrales de pasada o de embalse. Lo último con el fin de diferenciar las CH que generen un impacto significativo en el medio ambiente, como también, diferenciar el criterio de ingreso a otras formas de generación de energía, las cuales producen impactos ambientales diferentes, como lo son las fuentes térmicas, solares y eólicas.

3.2.8 Sistema de alcantarillado de aguas servidas

- Situación actual

La tipología o.1) fue actualizada en la publicación del D.S. N°40/2013. La versión anterior, correspondiente al D.S. N°95/2002, especificaba que ingresan al SEIA todos los proyectos de alcantarillado de aguas servidas que atiendan a una población mayor a 2.500 habitantes. En su actualización, el valor aumento a 10.000 habitantes generando un cambio considerable en la cantidad de proyectos presentados. El Anexo H presenta la información ocupada en los párrafos siguientes.

De los 153 proyectos ingresados al SEIA, solo uno de ellos fue bajo el D.S. N°40/2013, “Proyecto red de alcantarillado localidad de Pabellón, Comuna de Melipilla”, atendiendo a una población aproximada de 17.000 habitantes en comparación a los 152 proyectos tramitados por el SEIA entre 1997 y 2013. Dentro de estas obras, la mayoría aprobadas bajo el D.S. N°95/2002, solo se presenta una Evaluación de Impacto Ambiental, correspondiente al proyecto “Colector de Aguas Servidas de Puerto Velero” que atiende aproximadamente a 700 viviendas, presentando EIA debido a las letras b), e) y f) del Artículo 11 de la Ley 19.300.

La distribución territorial de los proyectos de alcantarillado de aguas servidas no presenta concentraciones mayores en distintas zonas. La Región del Maule contiene la mayor cantidad de obras de alcantarillado, juntando el 16.34%. El gráfico de la Figura 3 muestra la distribución territorial a lo largo de Chile.

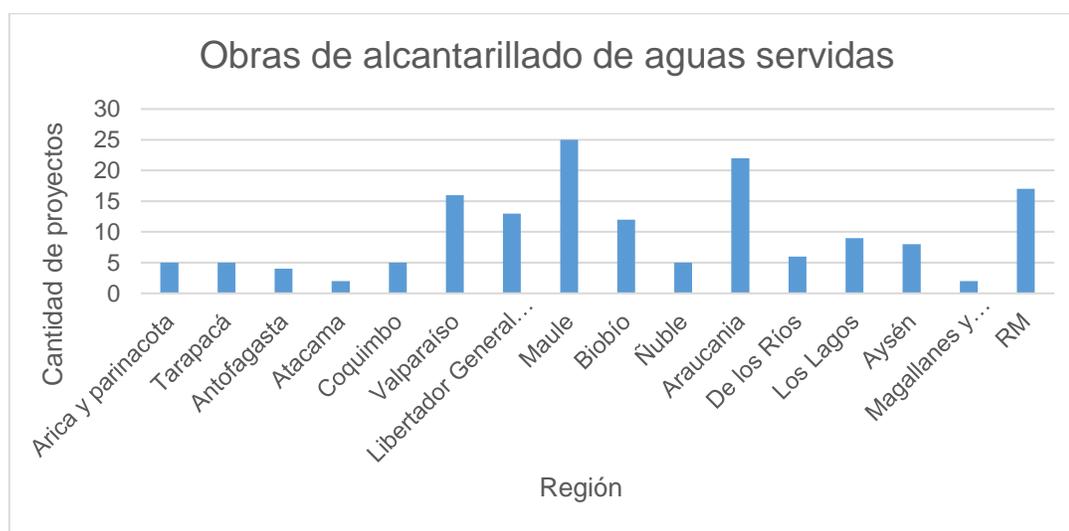


Figura 3 Gráfico de cantidad de proyectos por Región en Chile.

- Conclusiones

Considerando el cambio en la cantidad de proyectos aprobados al aumentar el número de habitantes que determina el ingreso obligatorio al SEIA en el D.S. N°40/2013 y la distribución territorial de las obras a lo largo de Chile, sin presentar concentraciones considerables en ninguna región, se propone no cambiar las magnitudes ni parámetros de este criterio.

3.2.9 Sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas

- Situación actual

Bajo la tipología o.2) del D.S. N°95/2002 “*Sistemas de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias, cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas*” ingresaron 27 proyectos, todos mediante una DIA. Desde el año 2014, cuando comenzó a regir el D.S. N°40 y la tipología o.2) cambió a “*Sistemas de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias, cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes*”, no han ingresado proyectos. El Anexo I presenta la información completa ocupada en los siguientes párrafos.

Cabe mencionar, que el Artículo 2° de la ley N° 19.525 de 1997 del MOP, regula los sistemas de evacuación de aguas lluvia estableciendo lo siguiente: “*Las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvias que se construyan serán independientes de las redes de alcantarillado de aguas servidas y no podrán tener interconexión entre ellas. Sin embargo, podrán ser unitarias o tener interconexión entre ellas, cuando la autoridad competente así lo disponga, fundada en un estudio de ingeniería que lo justifique desde un punto de vista técnico.*” Debido a esto, la interconexión entre colectores de aguas lluvias y sistemas de alcantarillado de aguas servidas debiese darse solo en casos exclusivos, en un trámite que incluye a más actores que al SEIA.

Del total de proyectos ingresados al SEIA bajo la tipología o.2) del D.S. N°95, menos del 50% corresponden a colectores de aguas lluvias, mientras que el resto son proyectos de alcantarillado. Observando la distribución territorial, se destaca que el 62.96% del total se presenta en la Región Metropolitana de Santiago, representando el 97.94% de las inversiones. En ocho Regiones no existen proyectos ingresados bajo esta tipología y de las restantes, todas presentan uno o dos proyectos. E

En (PANGEAS, 2015), informe de “*Formulación de Criterios Ambientales y Técnicos de Tipologías de Proyectos para su Incorporación en los procesos de Evaluación Ambiental*” realizado para el Ministerio del Medio Ambiente, una de las conclusiones hace referencia a la tipología o.2). En ella la recomendación es eliminarla, fundado en que los sistemas de alcantarillado están regulados en la tipología o.1) y los colectores de aguas lluvias y redes de alcantarillado por normativas específicas.

- Conclusiones

Debido a la inexistencia de proyectos ingresados bajo un Estudio de Impacto Ambiental y a la nula cantidad de obras aprobadas bajo el D.S. N°40/2013, junto con lo señalado en el Artículo 2° de la Ley N° 19.525 de 1997 del MOP y lo mencionado en (PANGEAS, 2015), se propone modificar la tipología o.2). Lo último con el fin de analizar la necesidad de que exista un criterio que abarque las obras de evacuación de aguas lluvias y de ser así, que ingresen los que generen un impacto ambiental significativo.

3.2.10 Sistemas de agua potable

La tipología o.3) del D.S. N° 95/2002, por la cual ingresaron 278 proyectos, especifica que deben ingresar al SEIA “*Sistemas de agua potable que comprendan obras que capten y conduzcan agua desde el lugar de captación hasta su entrega en el inmueble del usuario, considerando los procesos intermedios, y que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes.*”. En el D.S. N°40/2013 la magnitud de habitantes aumento a 10.000, provocando que desde aquella fecha, ingresaran solo 3 proyectos. El Anexo J presenta la información completa utilizada en los siguientes párrafos.

En cuanto a los cuatro proyectos que realizaron un Estudio de Impacto Ambiental, solamente uno fue bajo el D.S. N°40/2013, y tres de ellos corresponden a proyectos que incluyen una planta desalinizadora de agua de mar. Los cuatro proyectos ingresaron por tener efectos adversos en los recursos naturales, letra b) Artículo 11 Ley 19.300, y alteración a monumentos o sitios pertenecientes al patrimonio cultural, letra f) del artículo señalado. Además, uno de los proyectos ingreso también por la letra d) por ubicarse próximo a áreas de protección y el proyecto “Ampliación de Producción de Agua Potable de Iquique” realiza una EIA por presentar efectos adversos contemplados en las letras a) y e) además de las ya mencionadas b), d) y f).

En cuanto a la distribución territorial, la región con más proyectos es la Región del Maule, con un 33.45% y un 61.36% de las inversiones. La Figura 4 presenta el porcentaje de proyectos por región en Chile.

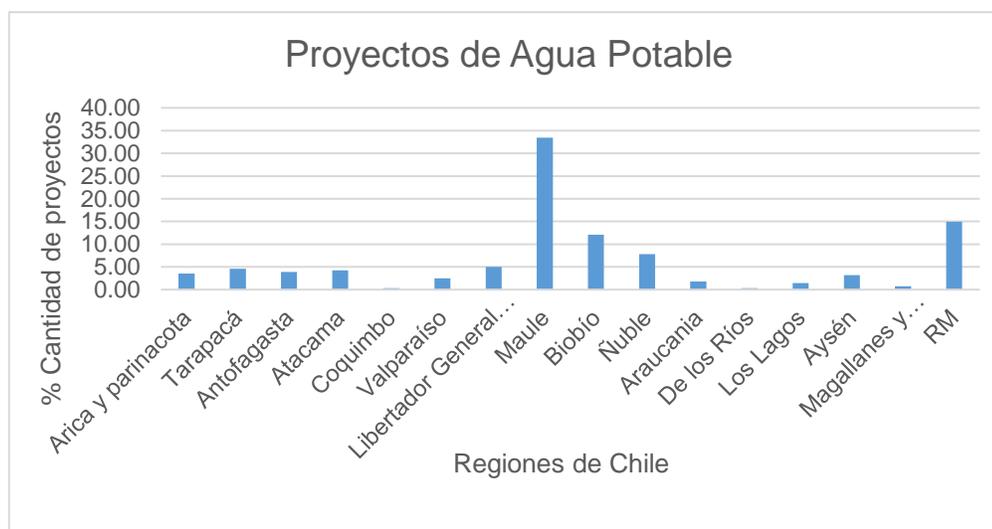


Figura 4 Gráfico de barras del porcentaje de proyectos por Región en Chile

- Conclusiones

Teniendo en cuenta el cambio en la cantidad de proyectos generado por el aumento de habitantes en el criterio o.3) mediante el D.S. N°40/2013, la cantidad de EIA en comparación a las DIA bajo el mismo decreto y la distribución territorial de las obras de agua potable, se propone mantener el criterio actual.

3.2.11 Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario

- Situación Actual

Bajo la tipología o.4) referida a “Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario, que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes” han ingresado 545 proyectos, de los cuáles 20 se presentan como Estudio de Impacto Ambiental. Los últimos, conllevan el 43.03% de una inversión total de 2092.71 MMUS\$. El Anexo K presenta la información completa utilizada en los siguientes párrafos.

De los 20 proyectos con EIA, solo uno atiende a una población menor a 2.500 habitantes y corresponde a uno de los 4 que realizaron un EIA de forma voluntaria. De los 16 restantes, el proyecto “Tratamiento de las Aguas Servidas de la Ciudad de Pucón” no presenta datos en la web oficial del SEIA. La Tabla 15 muestra la disgregación de habitantes atendidos y caudal tratado en litros/segundo por los 15 proyectos que realizaron EIA por provocar efectos presentes en el Artículo 11 de la Ley 19.300, exceptuando el caso para el cual no se encontró la información pertinente.

Tabla 15 Disgregación de plantas de tratamiento por población atendida y caudal tratado

Habitantes			Caudales (l/s)		
>a	Cantidad	%	>a	Cantidad	%
1,000	15	100.00	50	15	100.00
2,500	15	100.00	100	13	86.67
10,000	15	100.00	500	9	60.00
50,000	11	73.33	1,000	7	46.67
100,000	8	53.33	2,000	3	20.00

De los proyectos de la Tabla 15, los seis proyectos que tratan un caudal menor a 500 l/s corresponden también a los seis con menor cantidad de habitantes abarcados. Por el otro lado, los tres proyectos con caudales mayores a 2.000 l/s, son también los proyectos que tratan agua para los tres que abarcan una mayor cantidad de habitantes.

Los efectos adversos provocados por los proyectos que realizaron EIA son variados, pero en su gran mayoría son debido al inciso b) del Artículo 11 de la Ley 19.300, debido a la descarga de aguas servidas en cauces de agua. Solo tres casos de los 15 no generan efectos considerados en aquel inciso, los cuales ingresaron por los incisos a) de efectos adversos sobre humanos; y/o d) por situarse próximo a áreas protegidas; y/o e) por afectar el valor paisajístico de un lugar; y/o f) por alterar sitios pertenecientes al patrimonio cultural.

La distribución territorial de los proyectos no presenta concentraciones considerables en distintas partes del país.

Cabe destacar, que toda planta de tratamiento de aguas residuales sin importar su envergadura, que descargue sus efluentes en cuerpos de agua, debe cumplir con los requisitos dispuestos en el D.S.90/2000. Aquel decreto establece las normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a

aguas marinas y continentales superficiales, determinando límites de diversos contaminantes los cuales no pueden ser superados.

- Ley internacional

Las leyes internacionales analizadas donde se encontró una comparación directa al inciso o.4) del D.S. N°40/2013 son la española, australiana y mexicana. En España, según el Anexo I del Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (2013), realizan una Evaluación Ambiental Simplificada, similar a una DIA en Chile, todas las plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad esté comprendida entre los 10.000 y 150.000 habitantes equivalentes. Si los habitantes equivalentes exceden el máximo, deben realizar una Evaluación Ambiental Ordinaria, la cual es similar a un EIA en Chile.

En el caso del estado de New South Wales en Australia, el Protection of the Environment Operations Act 1997, señala dos criterios para que plantas de tratamiento sean consideradas como “*scheduled activitie*”, por lo que la actividad requiere de una licencia ambiental para ser llevada a cabo. El primero se refiere a cualquier planta de tratamiento en que su capacidad de procesamiento exceda las 2.500 personas equivalentes, guiado por las pautas establecidas por la EPA (Environmental Protection Authority) y el segundo a plantas que descarguen más de 750 kilolitros por día (8.68 l/s).

En México, según el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (2000), requieren ser aprobadas por la Secretaría Ambiental cualquier planta de tratamiento de aguas residuales que descarguen más de 100 litros por segundo. El límite se establece si la planta no realiza actividades consideradas altamente riesgosas en su tratamiento o no le resulta aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley, el cual tiene relación con las modificaciones de proyectos.

- Conclusiones

Los proyectos que presentaron una EIA dentro de la tipología o.4) corresponden al 3.7% de los 545 ingresados bajo la misma. El porcentaje disminuye a 2.9% si se considera que 4 de ellos la presentaron de forma voluntaria. La Tabla 15 muestra que la magnitud de los proyectos que presentaron EIA no voluntariamente, excede considerablemente el límite del criterio o.4). En cuanto a los caudales, existe una variabilidad alta con proyectos menores a 100 l/s y otros mayores a 2.000 l/s. Otra relación que se destaca es que los proyectos con menores caudales son los que abarcaron una menor cantidad de habitantes. También se observa que la ley internacional señalada varía al respecto, siendo el estado de NSW en Australia el único país que presenta criterios con parámetros de magnitud similar al chileno.

Teniendo en cuenta el efecto que tuvo aumentar la cantidad de habitantes en el D.S. N°40/2013 para las tipologías o.1) y o.3), correspondientes a sistema de alcantarillado y sistemas de agua potable, como también que toda planta de tratamiento debe cumplir con el D.S.90/2000 y lo señalado en el párrafo anterior, se propone analizar un cambio

en la magnitud de habitantes para la tipología o.4). Lo último, con el fin de diferenciar las obras que generan un impacto significativo en el medio ambiente.

3.2.12 Emisarios Submarinos

Bajo la tipología o.6) ingresan todos los emisarios submarinos al SEIA, contabilizando 130 proyectos de los cuales 13 lo hicieron como EIA. La inversión total es de 1627.65 MMUS\$, correspondiendo el 90.55% del total. El Anexo L presenta la información completa utilizada en los siguientes párrafos.

De los proyectos que realizaron EIA, el largo del emisario y el caudal devuelto al océano varía bastante, sin tener una relación clara entre las dos características. La Figura 5 muestra un gráfico de caudal versus largo de las 13 obras para las cuales se encontró información de ambas características.

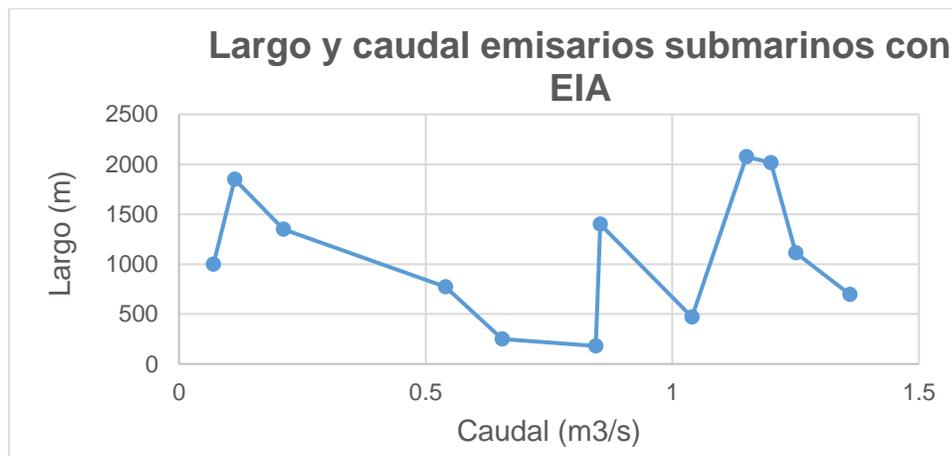


Figura 5 Relación entre el caudal y largo de 13 emisarios submarinos con EIA.

También las causas por las cuales presentaron EIA son variadas. Si bien letra b) referente a impactos en los recursos naturales como agua, suelo y aire, es la más repetida presentándose en 9 proyectos, todos los demás incisos del Artículo 11 de la Ley 19.300 son nombrados como causa para la realización de una EIA.

La región con una concentración mayor de proyectos es la Región de Los Lagos donde existe el 37.95% de los emisarios submarinos. Lo último cambia observando solamente los proyectos con EIA, donde alrededor del 67% se encuentra entre la Segunda y Quinta Región, mientras que la Décima solo presenta obras con DIA.

- Conclusiones

Si bien la tipología o.6) no presenta características cuantitativas o cualitativas para discriminar proyectos que deben ingresar o no al SEIA, las características de estos son variadas dificultando poder diferenciar los impactos ambientales a partir del largo o caudal de una obra. También al evaluar los impactos de los emisarios submarinos, realizado tanto en declaraciones y evaluaciones de impacto ambiental, es necesario analizar la influencia de las corrientes marinas, estudio de alta complejidad debido a las variables que determinan dicho fenómeno.

Por otro lado, la descarga de aguas residuales a aguas costeras representa una de las mayores causas de contaminación marina y estuarios en muchos países alrededor del mundo (Roth, Lessa, Wild, Kikuchi, & Naumann, 2016). El viento, mareas y las corrientes promueven el transporte de los contaminantes en el mar, por lo que establecer un continuo monitoreo de la calidad de aguas durante todas las estaciones es esencial para evaluar completamente el impacto, paralelo a estudios ecológicos de los ecosistemas marinos (Roth, Lessa, Wild, Kikuchi, & Naumann, 2016).

Si bien el impacto ambiental depende de las concentraciones que presenten los afluentes al océano, lo que tiene una relación con el tipo de industria que lo produzca, ya sea la minería, energética o aguas residuales, el impacto ambiental puede ser significativo sin un estudio precavido del mecanismo y zona de descarga. Por las razones mencionadas y los impactos que producen estas obras, se propone mantener este criterio.

Para finalizar, cabe destacar, que todo emisario submarino que descargue sus efluentes en cuerpos de agua marina, debe cumplir con los requisitos dispuestos en el D.S.90/2000. Aquel decreto establece las normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, determinando límites superiores de concentración de diversos contaminantes.

3.2.13 Tabla Resumen Obras presentes en el D.S. N°40/2013

Tabla 16 Resumen de conclusiones de obras presentes en el D.S. N°40/2013 analizadas.

Obra	Tipología*	Conclusión
Presas y embalses	a.1)	Modificar
Drenaje o desecación	a.2)	Modificar
Dragado	a.3)	Modificar
Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales	a.4)	Modificar
Sifones	a.6)	Modificar
Acueductos	a.7)	Modificar
Centrales Hidroeléctricas	c)	Modificar
Sistemas de alcantarillado de aguas servidas	o.1)	Mantener
Sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias, cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas	o.2)	Modificar
Sistema de agua potable	o.3)	Mantener
Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario	o.4)	Modificar
Emisarios Submarinos	o.6)	Mantener

*Tipología según web del SEIA <https://www.sea.gob.cl/>

3.3 Obras no presentes en el D.S. N°40/2013

3.3.1 Plantas desalinizadoras

- Situación Actual

Debido a la escasez hídrica presente en Chile, la desalación es mencionada como una de las medidas para enfrentar este problema en la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 realizada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) el año 2012 (Ministerio de Obras Públicas, 2012). Aquel estudio, señala que “se utilizará agua desalada en aquellas regiones o zonas del país en que no exista suficiente disponibilidad del recurso proveniente de fuentes convencionales, y en que el desarrollo económico de las mismas haga viable la aplicación de este tipo de solución”. Según el Informe de Gestión del Sector Sanitario del año 2017, el 1% del agua potable en Chile era producido a partir de fuentes marinas (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2018).

La reducción del costo económico asociado a los avances tecnológicos en cuanto al agua desalada, junto con el aumento del precio y disminución de la disponibilidad de fuentes convencionales, produce que la desalinización compita económicamente siendo una atractiva opción de recurso hídrico en el mundo (Jones, Qadir, van Vilet, Smakhtin, & Kang, 2019). Como resultado, existen más de 15.000 plantas desalinizadoras operacionales produciendo más de 95 millones de m³/día, la Figura 6 muestra el aumento desde el año 1960 (Jones, Qadir, van Vilet, Smakhtin, & Kang, 2019).

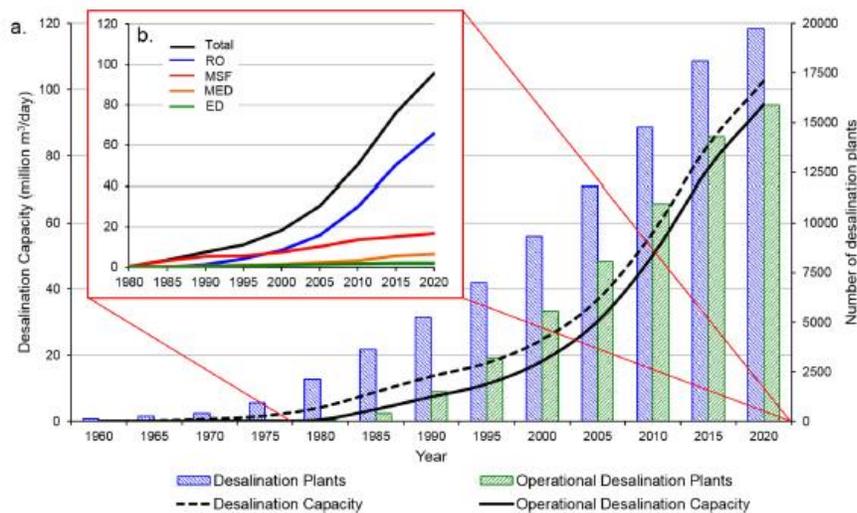


Fig. 3. Trends in global desalination by (a) number and capacity of total and operational desalination facilities and (b) operational capacity by desalination technology.

Figura 6 Aumento global de desalinización de (a) número y capacidad total de plantas desaladoras operacionales y (b) capacidad operacional de tecnologías desaladoras. Extraída de (Jones, Qadir, van Vilet, Smakhtin, & Kang, 2019).

Dentro de los principales problemas ambientales de esta tecnología, uno es la descarga de salmuera al océano, agua con alta concentración de sales producida como resultado de la desalinización (Lattemann & Hopner, 2008). Como se observa en la Figura 7, Chile presenta un alto volumen de salmuera producida en comparación a otros países, a 10 y 50 km de la costa, según Jones, Qadir, van Vilet, Smakhtin, & Kang (2019).

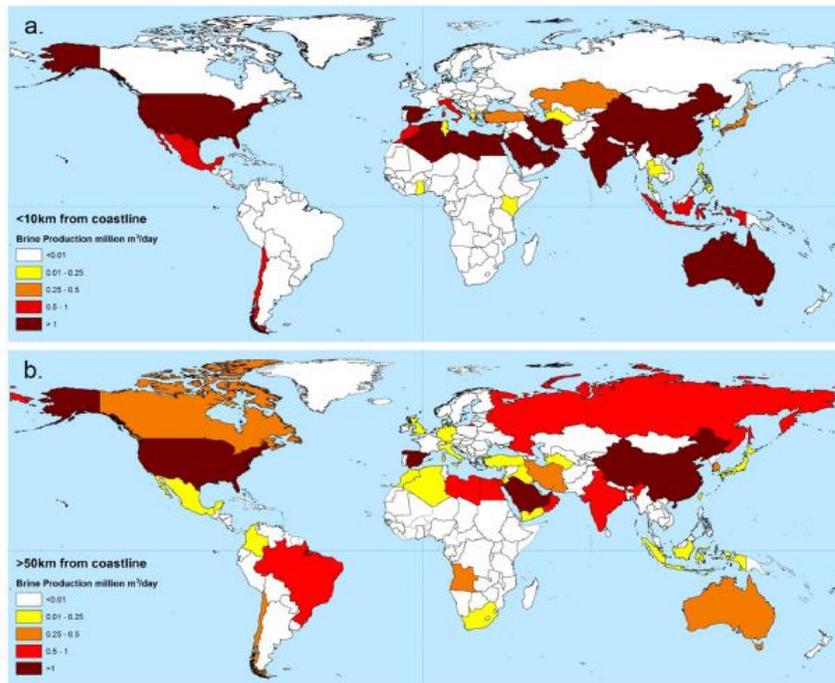


Fig. 7. Volume of brine produced per country at a distance of a) <math><10\text{ km}</math> and b) $>50\text{ km}$ from the coastline.

Figura 7 Volumen de salmuera producida por país a una distancia de a) <math><10\text{ km}</math>, y b) $>50\text{ km}$ de la costa.

En el artículo “Autorización ambiental para actividades de desalinización de agua de mar”, publicado en la Revista de Derecho Ambiental, Skewes (2017) hace una revisión al problema de que no exista una tipología explícita para las plantas desalinizadoras. En él, señala que en Chile existían al año 2017, 38 plantas desalinizadoras de agua de mar que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) aprobadas, 7 en proceso de aprobación ambiental y alrededor de unas 20 en operación (que no cuentan con RCA). También menciona que la finalidad de la producción de agua potable es diversa, tanto para consumo humano y saneamiento, como para procesos industriales, minería y agricultura.

Aun cuando la mayoría de las plantas de desalación cuentan con una RCA, esta situación se debe a que han sido evaluadas en conjunto con la totalidad de un proyecto, o bien, porque han ingresado a través de otras causales, que no necesariamente se estima que consideran a las actividades desalinización (Skewes, 2017). De esta forma, según el mismo estudio, como ejemplo, han ingresado 11 por la causal de la letra i) (proyectos de desarrollo minero); 8 por la causal de la letra c) referida a centrales generadoras de energía; 7 como proyectos de agua potable en la letra o.3 y 5 por presentar un emisario submarino, tipología o.6. Cabe destacar, que si una planta desalinizadora produce agua con fines industriales, no clasifica dentro de la tipología o.3) de sistemas de agua potable, y en aquellos casos de ingreso debido a la presencia de un emisario submarino, no se asegura la posibilidad de efectuar una evaluación completa de los impactos que produce la actividad de desalinización, más allá de la instalación del emisario submarino (Skewes, 2017).

La inexistencia de una tipología llevó a que en ciertos casos de pronunciamientos sobre pertinencia de ingreso al SEIA, no se entregó a la autoridad información suficiente como para que esta pudiese resolver fundadamente que no procedía el ingreso de ciertos proyectos de desalinización al SEIA, algunos ejemplos son (Skewes, 2017):

- Proyecto “Planta Piloto de Osmosis Inversa para Desalinización de agua de Mar”, el titular señaló que al ser una planta piloto, de pequeñas dimensiones y bajo caudal de agua desalinizada no presentaría un efecto en el ecosistema marino, argumento que el SEA validó.
- Proyecto “Desalinización de Agua de Mar”, sin otorgar información acerca del caudal de desalación a producir, ni sobre la infraestructura necesaria para el bombeo de agua de mar, el titular indicó que no correspondía su ingreso al SEIA, debido a no encontrarse en los supuestos del artículo 10 de la Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- Proyecto “Planta Osmosis Conaf” a ubicarse en Zona de Uso Especial de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Isla Damas. El titular – Corporación Nacional Forestal (CONAF) – señala que la planta se instalará en un sector de la reserva que se encuentra históricamente alterado, definido con un uso intensivo para actividades y estructuras para la administración de la Isla. Posteriormente, el SEA indicó que no sería necesario el ingreso, por no considerarse significativas ni la magnitud, ni duración de las obras de instalación (6 semanas).
- Proyecto “Planta Desalinizadora Piloto dentro de Parque Nacional Rapa Nui, Isla de Pascua”, el titular en la solicitud señala dada que el agua es captada desde un pozo natural en la orilla de la costa marina, no se requiere instalación de un emisario ni de obras civiles, y por tanto, no se generan impactos. El SEA indicó lo siguiente *“el sometimiento al SEIA es procedente en cuanto tenga sentido y reporte beneficios concretos en términos de prevención de impactos ambientales adversos, situación que en este caso no sucede, toda vez que se trataría de una planta piloto, la cual operaría por un año, 2 o 3 horas al día sin considerar fines de semana, siendo el volumen de rechazo, 8 m³/día [o 2,22 l/seg], fácilmente diluido en el punto de descarga”*

Cabe destacar, que toda planta desalinizadora que descargue efluentes líquidos en el mar debe cumplir con lo dispuesto por el D.S. 90/2000. Aquel decreto establece las normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, determinando límites que no pueden ser superados. Sin embargo, la salinidad del agua no se refleja directamente en ninguno de los contaminantes presentes en las Tablas 4 y 5 del D.S. 90/2000 referidas a descargas en cuerpos marinos, siendo la alta concentración de sal el principal impacto negativo en las descargas de las salmueras.

A pesar de la falta de tipología explícita para plantas desalinizadoras, la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), el año 2015 publicó el documento *“Directrices para la evaluación ambiental de proyectos industriales de desalación en jurisdicción de la Autoridad Marítima”*. El objetivo indicado es *“definir los requerimientos básicos que deban contener los EIA o DIA asociados a Plantas Desalinizadoras en jurisdicción de la Autoridad Marítima (AA.MM.)”*. Dentro de los

aspectos a considerar mencionados, en el capítulo 2.4 “Evaluación de Impactos”, señala cuales son los modelos y como evaluar ambientalmente la descarga de la salmuera al mar, mencionando que corresponde al principal impacto (DIRECTEMAR, 2015).

Al no existir una tipología para plantas desalinizadoras, realizar un catastro con todos los proyectos aprobados no es sencillo como para el resto de las obras estudiadas. En la web del SEIA se encontraron 29 proyectos aprobados que incluían una planta desalinizadora, abarcando más del 75% del total con RCA señalado en Skewes (2017). La Figura 8 muestra el crecimiento del ingreso al SEIA de plantas desde 1995 a 2018. Si bien existen proyectos antiguos, ingresados antes del año 2000, desde el año 2008 se observa un mayor aumento y concentración de proyectos por año. El Anexo M presenta la información completa de los proyectos analizados.

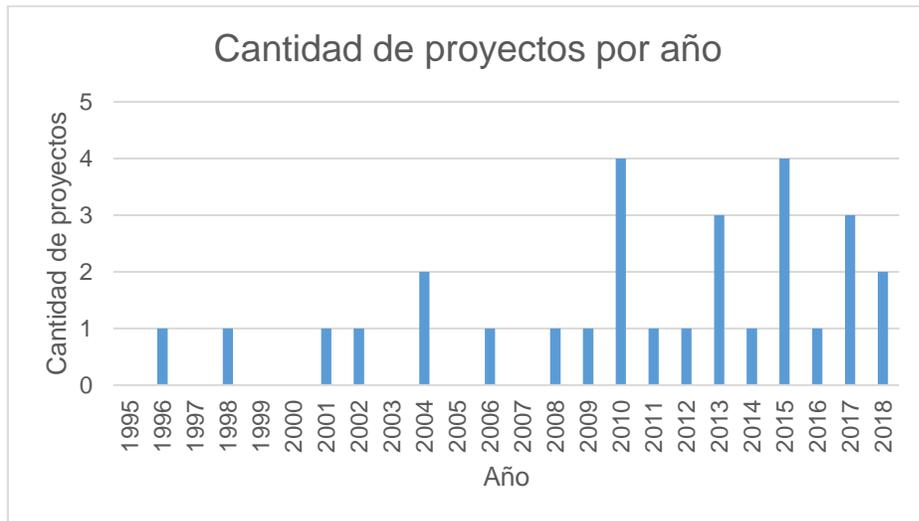


Figura 8 Gráfico de barras. Cantidad de proyectos ingresados al SEIA de plantas desalinizadoras o que incluían una, por año desde 1995 a 2018.

Las dimensiones son variadas, la Tabla 17 muestra los valores de las estadísticas de las obras analizadas. El proyecto con menor caudal de diseño de planta corresponde a “Planta Desaladora Pisagua”, mientras el con mayor caudal es “Suministro Complementario de Agua Desalinizada para Minera Escondida”, siendo también el con mayor descarga de salmuera. Por otro lado, el 72.41% de las obras presenta un caudal de diseño mayor a 50 l/s.

Tabla 17 Estadísticas de caudal de diseño y descarga plantas desalinizadoras aprobadas en la web del SEIA.

Caudal (l/s)		
Parámetro	Planta	Salmuera
Promedio	660.22	951.87
Mediana	587.78	713.89
Mínimo	4.00	2.28
Máximo	3200.00	4500.00

- Impactos Ambientales

Dentro de los impactos ambientales más específicos producidos por plantas desalinizadoras se encuentra la gran cantidad de agua de mar extraída, emisión de contaminantes a la atmósfera por la energía demandada en los procesos y la descarga de salmueras (Lattemann & Hopner, 2008). La extracción de agua de mar puede producir pérdidas de organismos acuáticos, ya sea porque ingresan a la planta o por alteración de las condiciones del mar, con efecto en la suspensión de sedimentos, nutrientes o contaminantes en la columna de agua (Lattemann & Hopner, 2008). El arrastre de agua de mar para ser desalada puede matar una gran cantidad de peces en crecimiento, pudiendo ser disminuido ocupando barreras apropiadas y bajas velocidades de extracción (Elimelech & Phillip, 2011). También es recomendable que la aducción se realice lejos de zonas donde haya una producción alta de peces (Lattemann & Hopner, 2008).

En la actualidad, la energía necesaria depende de la tecnología ocupada para el proceso de desalinización, proveniente ya sea de fuentes térmicas o eléctricas. En el proceso de destilación en etapas múltiples (MSF por sus siglas en inglés), por un metro cúbico de agua producida se consumen 12 kWh de energía térmica y 3.5 kWh de energía eléctrica, mientras que el de osmosis inversa requiere entre 4 a 7 kW h/m³ dependiendo del tamaño de la planta y el sistema de recuperación de energía instalado (Lattemann & Hopner, 2008). Según Elimelech & Phillip (2011) la energía consumida de una planta de osmosis inversa ha disminuido en los últimos 40 años, hasta un promedio de entre 3 y 4 kWh/m³, emitiendo de 1.4 a 1.8 kg de CO₂ por metro cúbico de agua producido. Lo último considerando que en la mayoría de los países, la principal fuente de energía para las plantas desalinizadoras es la energía termoeléctrica (Elimelech & Phillip, 2011).

La producción global de salmuera es de 141.5 millones de m³/día, siendo aproximadamente 50% mayor al volumen de agua desalinizada globalmente (Jones, Qadir, van Vilet, Smakhtin, & Kang, 2019). Según Lattemann & Hopner (2008) la salinidad de la salmuera en un proceso de osmosis inversa puede llegar a 85 g/l, a diferencia del promedio de 35 g/l del agua de mar. La elevada salinidad de las plantas de osmosis inversas, los químicos ocupados en el pretratamiento y limpieza de membranas provocan riesgos medio ambientales a organismos cuando se descargan en ambientes marinos (Elimelech & Phillip, 2011). En Roberts, Johnston, & Knott (2010) se realiza un estudio de 62 publicaciones acerca de los impactos medio ambientales de la descarga de salmueras. En el describe los impactos de los efectos fisicoquímicos, en donde se incluye el impacto de las altas concentraciones de salinidad, el aumento de la temperatura en el ambiente marino, la cual según ciertos autores tiene un rol importante en los impactos ecológicos, y de los contaminantes producidos.

Se ha estudiado que concentraciones salinas de 55, 60 y 70 ppt tienen un efecto tóxico en distintos tipos de especies marinas, mientras que sobre 45 ppt afecta al comportamiento de ciertas especies (Roberts, Johnston, & Knott, 2010). Cabe destacar que los efectos negativos en el ecosistema marino dependen tanto de las características fisicoquímicas de la salmuera como de las condiciones hidrográficas y biológicas de la zona de descarga (Lattemann & Hopner, 2008). Zonas cerradas, con poca profundidad y

una alta concentración de especies marinas es generalmente más sensible a las descargas que zonas marinas abiertas, con alta energía y abiertas al océano (Lattemann & Hopner, 2008). En Chile, el D.S. N°90/2000 fija límites máximos de contaminantes a las descargas de efluentes líquidos al mar, la salinidad no se encuentra en ninguno de los compuestos regulados.

- Leyes internacionales

Son diversos los países que presentan una legislación ambiental específica para plantas desalinizadoras. En España, país cuya ley ha sido mencionada como ejemplo para diversas obras hidráulicas, realizan una Evaluación Ambiental Simplificada, similar a una DIA en Chile, todas las “*Instalaciones de desalación o desalobración de agua con un volumen nuevo o adicional superior a 3.000 metros cúbicos al día*” (correspondiente a 34.72 l/s), según el Anexo II del Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (2013).

En México, según el artículo 5, inciso XII.a) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (2000), toda planta desaladora requiere previamente la autorización de la Secretaría Ambiental. En un plazo de 20 días, decide si se aprueba el proyecto o es necesario un manifiesto de impacto ambiental, similar a una EIA en Chile.

En el estado de California de Estados Unidos, en Mayo del año 2015, se adoptó una Enmienda sobre plantas desalinizadoras al Water Quality Control Plan for the Ocean Waters of California (Ocean Plant), con el fin de abordar los efectos asociados a la construcción y operación de plantas desalinizadoras de agua de mar. El objetivo de esta enmienda es entregar los criterios para permitir expansiones o nuevas plantas desalinizadoras, como también provee los requisitos en la implementación, monitoreo e informes necesarios (extraído de https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/ocean/desalination/ con fecha de 24/10/2019). Mencionado en el apéndice C del Water Quality Control Plan for the Ocean Waters of California, capítulo III.M, toda planta desalinizadora que no sea operada por agencias federales, que extraiga más de 0.1 millones de galones por día (4.28 l/s) de agua marina debe elevar una solicitud a la junta regional de agua por la sección 13142.5 (b) del Código de Aguas. (State Water Resources Control Board, 2015)

Finalmente, Skewes (2017) realiza una revisión a la legislación de España, Australia (Victoria), Estados Unidos (California) e Israel, concluyendo que en todos se establece la obligación de someter a las actividades de desalación de agua de mar a algún procedimiento en el que se evalúen sus potenciales impactos ambientales y, en consecuencia, las medidas a adoptar para hacer frente a las mismas.

- Conclusiones

De lo expuesto anteriormente, se concluye que es necesario crear una tipología que aborde las plantas desalinizadoras como tal al D.S. N°40/2013. Primero, debido a que este tipo de proyectos ha ido aumentando hasta la fecha y lo seguirá haciendo, considerando que es uno de los ejes para afrontar la escasez hídrica de Chile.

En segundo lugar, los impactos ambientales que conlleva la construcción de plantas desalinizadoras son variados, dependiendo de la magnitud de los parámetros de diseño de la obra, por lo que debería existir un criterio de ingreso obligatorio al SEIA que diferencie a las plantas más susceptibles de generar un impacto significativo en el medio ambiente.

En tercer y último lugar, existe diversa legislación internacional que menciona explícitamente las plantas desalinizadoras como obras que deben someterse a algún procedimiento en que se evalúen sus potenciales impactos en el medio ambiente, mientras que en el D.S. N°40/2013, no existe una tipología que pueda relacionarse directamente con este tipo de obras.

3.3.2 Proyectos de Recarga Artificial de acuíferos

- Situación actual

Debido a la escasez hídrica presente en Chile, la infiltración artificial de acuíferos es mencionada como una de las medidas para enfrentar este problema en la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 realizada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) el año 2012. Esta tecnología consiste en el desarrollo de obras que permitan la recarga forzada de aguas superficiales a las napas subterráneas, en aquellos lugares con aptitud para recibir dicha recarga y poder extraerla con posterioridad (Ministerio de Obras Públicas, 2012). Aquel estudio, señala que *“se fomentará la aplicación de esta herramienta mediante la dictación de un reglamento que establezca claramente los requerimientos técnicos aplicables a estas obras, y el procedimiento necesario para obtener derechos de aprovechamiento con cargo a ella.”* Según el Informe de Gestión del Sector Sanitario del año 2017, el 53% del agua potable en Chile era producido a partir de fuentes subterráneas (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, la Sociedad del Canal de Maipo, la Confederación de Canalistas de Chile y la Comisión Nacional de Riego son algunas de las instituciones que han desarrollado pilotos concretos de recarga artificial de acuíferos o napas subterráneas según se menciona en un artículo publicado en la web oficial de la Sociedad del Canal de Maipo (SCM) (*extraído de <https://www.scmaipo.cl/canalistas/con-diversos-proyectos-avanza-la-recarga-de-acuifero/> con fecha 07/10/2019*). Dentro de los proyectos pilotos desarrollados el SCM invirtió más de 600 millones de pesos en la construcción de un pozo de monitoreo de 182 metros de largo, tres de 40 metros y dos piscinas de infiltración de 55 por 55 metros con una altura de 110 cm. El mes de Junio del año 2016, se realizó la marcha blanca del proyecto llenando las piscinas a una tasa de 50 litros por segundo.

Mencionado en el mismo artículo anterior, entre el año 2013 y 2016, la Comisión Nacional de Riego (CNR) desarrolló cinco pilotos o áreas de recarga artificial de acuíferos en distintas cuencas, con el objetivo de generar metodologías para identificar posibles formas de recarga. Las cuentas consideradas fueron la del Río Aconcagua en la Región de Valparaíso, Popeta y Chacabuco-Polpaico en la Región Metropolitana, Marchigüe en la Región de O'Higgins y Lontué en la Región del Maule, con una inversión que superó los 672 millones de pesos.

Teniendo en cuenta el aumento en investigación y desarrollo de proyectos de recarga artificial de acuíferos, como lo mencionado en la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025, el MOP creó la “*Guía metodológica para presentación de proyectos de recarga artificial*” el año 2016. En el primer capítulo, menciona la normativa aplicable para este tipo de proyecto refiriéndose al artículo 66 inciso segundo del Código de Aguas, que señala “*Sin perjuicio de lo establecido en el inciso primero del artículo 67, y no siendo necesario que anteriormente se haya declarado área de restricción, previa autorización de la Dirección General de Aguas, cualquier persona podrá ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos, teniendo por ello la preferencia para que se le constituya un derecho de aprovechamiento provisional sobre las aguas subterráneas derivadas de tales obras y mientras ellas se mantengan.*”.

También el D.S. N°203/2013 el cual “*Establece las Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas*” se refiere a proyectos de recarga artificial, indicando en el artículo N°47 “*Cualquier persona podrá ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos, previa autorización del proyecto por parte de la Dirección General de Aguas, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 66 inciso segundo y artículo 67 inciso primero parte final del Código de aguas (...).*”. La solicitud, según el artículo 48, será tramitada conforme al procedimiento previsto en el párrafo 1° del Libro Segundo del Código de Aguas, en donde se señalan sus contenidos (Ministerio de Obras Públicas, 2016).

La guía creada por el MOP indica los contenidos mínimos que debe tener una solicitud de recarga artificial ingresada a la DGA, donde se destacan los estudio hidrogeológicos y geológicos, descripción del origen de las aguas a recargar, plan de monitoreo y plan de acción frente a la eventual contaminación del sector influenciado por la recarga. Además, el capítulo 2.1.7 menciona los requisitos ambientales, en donde indica que el proyecto deberá contar con la Resolución de Calificación Ambiental favorable en los siguientes casos:

- Si la obra de recarga artificial a ejecutar forma parte de algún proyecto o actividad de aquellos mencionados en la letra a) del artículo 10 de la ley sobre Bases del Medio Ambiente.
- Si la obra de recarga artificial a ejecutar recae en cualquier área bajo protección oficial, según lo dispuesto en el artículo 10 letra p) de la citada Ley sobre Bases del Medio Ambiente.
- En los casos, en los que el proyecto no requiere ingresar al SEIA, este deberá acompañar, además de los requisitos establecidos en el punto 6, de esta guía, todos los antecedentes con los cuales se demuestra la no afectación del acuífero en cuanto a la calidad de las aguas subterráneas.

El problema jurídico presente en los proyectos de recarga artificial es mencionado por Verónica Delgado, investigadora del (CR)2 y académica de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad de Concepción, y por José Luis Arumi, investigador del Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CHRIAM) y decano de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la misma universidad, en una columna de opinión publicada el 03/05/2019 en el Mercurio Legal (*fuentes*

<https://www.elmercurio.com/Legal/Noticias/Opinion/2019/05/03/La-recarga-artificial-de-aguas-subterraneas-en-el-derecho-chileno-Parte-I.aspx?disp=1>, consultada el 07/10/2019). En ella mencionan que la recarga artificial de acuíferos en Chile no debe ser sometida a evaluación ambiental de manera previa a su ejecución, a diferencia de la mayoría de los países OCDE, en que si es necesario que se siga este procedimiento según sus magnitudes.

En la misma columna, los autores señalan que los proyectos de recarga serán evaluados por el SEIA, solo y excepcionalmente los proyectos que formen parte de uno mayor que sí deba ingresar, como una minera; cuando la obra de recarga se ejecute en un área bajo protección oficial o cuando la obra este asociada a acueductos o embalses que requieren la autorización del artículo 294 del Código de Aguas. De no ser evaluados por el SEIA, solo será necesario una autorización sectorial de la Dirección General de Aguas, lo cual es una visión limitada y precaria. Lo último, ya que la DGA entiende que solo debe autorizar proyectos de recarga artificial en que el titular de este recargue artificialmente las napas subterráneas para pedirle luego que constituya a su favor “derechos provisionales” de aprovechamiento de aguas que le permitan extraer el agua que recargo. Por lo cual, si el proyecto no solicita estos derechos, no será necesaria la evaluación y aprobación de la DGA, ni la ambiental del SEIA ya que tampoco es obligatoria.

- Impactos ambientales

En Bouwer (1996) una de las conclusiones fundamentales es que el agua ocupada para recargar el acuífero, la cual tiene una distinta calidad, debe recibir un grado de pretratamiento para minimizar la degradación de la calidad del agua subterránea y también minimizar la necesidad de realizar un extensivo post tratamiento cuando se quiera extraer. Si bien los impactos por recargar un acuífero con agua de diferente calidad no se entienden aún con completa certeza, un correcto pretratamiento y post tratamiento o dilución, junto con buena calidad de agua subterránea, produciría que la recarga artificial de acuíferos tenga un potencial uso para agua potable (Bouwer, 1996). De este análisis se extrae que uno de los factores importantes al recargar un acuífero, es la calidad y tipo de agua ocupada para ello.

Un estudio de impacto ambiental y/o informe son normalmente elementos importantes de un proyecto de recarga artificial, según el Standard Guidelines for Artificial Recharge of Groundwater (ASCE, 2001). Los problemas ambientales principales de estos proyectos se deben considerar cuando uno observa completamente el rango de preocupaciones ambientales y sociales relacionados al ciclo de vida de un proyecto de recarga artificial (ASCE, 2001).

Para abarcar todos los posibles efectos en el medio ambiente, un estudio de impacto ambiental debiese incluir (ASCE, 2001):

- Cubrir completamente el ciclo de vida del proyecto.
- Incluir una discusión de los impactos ambientales físicos, sociales y económicos.
- Estudio de si el proyecto producirá, posiblemente producirá o no producirá efectos significativos en el medio ambiente.

- Describir medidas de mitigación.
- Detalles del diseño y fuentes utilizadas, adquisición de tierras, acceso al lugar, construcción, operación, monitoreo, mantenimiento, rehabilitación y disposición de las actividades cuando el proyecto se haya completado.

Los impactos ambientales más importantes que se deben cubrir en los estudios de impacto ambiental son (ASCE, 2001):

- Estabilidad ecológica y biológica, particularmente sensibles a este tipo de proyectos.
- Impacto sobre la tierra, la cual modificara las propiedades y usos de suelo por la creación de un proyecto de recarga
- Impactos sociales y humanos, efectos en la economía, actividades industriales y comerciales.
- Problemas debido a la sensibilidad ambiental particular del sector en donde se lleve a cabo el proyecto.

- Leyes internacionales

En España, ley mencionada en diversas obras en este capítulo, según el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (2013), las obras de extracción de aguas subterráneas o recarga de acuíferos realizan una Evaluación Ambiental Simplificada (EAS), similar a una DIA, o una Evaluación Ambiental Ordinaria (EAO), similar a una EIA, dependiendo de la magnitud de la obra. El primer caso, lo realizan obras en donde el volumen anual de agua extraída o aportada al acuífero sea superior a 1 hectómetro cúbico (31.7 l/s aprox.), mientras que para llevar a cabo obligatoriamente una EAO, el volumen extraído o aportado anualmente debe superar los 10 hectómetros cúbicos (317.1 l/s aprox.).

En el caso de Australia, en el estado de New South Wales, es considerada “*scheduled activitie*” según el Protection of the Environment Operations Act (1997), por lo cual la obra necesita una licencia para ser llevada a cabo, toda actividad de tratamiento de aguas subterráneas con capacidad a tratar mayor a 100 mega litros por año (3.17 l/s). Si bien esta actividad no se refiere exactamente a recarga artificial de acuíferos con el fin de almacenar agua para que posteriormente sea ocupada como agua potable o con fines agrícolas, la actividad mencionada tiene como objetivo mejorar la calidad del agua subterránea, por lo cual la finalidad es que esta sea ocupada.

Distinto es el caso de Costa Rica, en donde son consideradas de alto impacto ambiental potencial, por lo que deben realizar la evaluación ambiental más específica de ese país, toda obra de aprovechamiento de aguas subterráneas, en donde el caudal ocupado por el proyecto sea mayor a 200 m³/día (2.31 l/s). Si bien en este caso no corresponde necesariamente a proyectos de recarga artificial o tratamiento de aguas subterráneas contaminadas, proyectos que ocupen una cierta cantidad de aguas subterráneas deben realizar la correspondiente evaluación de sus impactos ambientales, considerando

medidas de mitigación y reparación, en las cuales con el fin de no dañar el ecosistema, existe la opción de que hagan obras de recarga.

En Estados Unidos, siempre que un proyecto de recarga artificial ya sea con fondos federales o para el cual un permiso federal es requerido, el proyecto se vuelve sujeto del National Environmental Policy Act de 1969, referido típicamente como “NEPA” (ASCE, 2001). Esta acta señala que las agencias federales de USA deben evaluar los impactos ambientales de las obras de recarga, teniendo en cuenta que dependiendo del efecto significativo en la calidad del medio ambiente humano, el titular debe realizar un Environmental Impact Statement (EIS).

- Conclusiones

Mencionado por el Ministerio de Obras Públicas, los proyectos de recarga artificial irán en aumento en el país debido a la escasez hídrica, por lo cual se creó la “*Guía metodológica para presentación de proyectos de recarga artificial*” la cual da las directrices de los contenidos que debe tener una solicitud de recarga artificial. A pesar de esto, la legislación ambiental es precaria debido a que el SEIA solo evaluara estos proyectos si es que forman parte de uno el cuál deba ingresar de forma obligatoria al SEIA, o por situarse en una zona de protección ambiental. Por otro lado, la DGA solo revisará y aprobará el proyecto solamente si el fin es pedir “derechos provisionales” de agua subterránea.

Por otro lado, en distintos países las obras de recarga artificial deben presentar un tipo de informe de evaluación ambiental dependiendo de sus magnitudes con el fin de prever los posibles impactos ambientales y las obras de mitigación adecuadas. Al no tener que pasar por un proceso ambiental obligatorio en Chile, no es necesario realizar un análisis del agua ocupada para la recarga y su efecto, al combinarse con el agua subterránea, en los ecosistemas circundantes.

Debido a lo mencionado anteriormente, se propone analizar la creación de una tipología específica para obras de recarga artificial y alteración de agua subterráneas, con el fin de que exista cierta protección ambiental para obras que puedan causar un potencial impacto significativo en el medio ambiente.

Capítulo 4 – Propuesta de criterios de ingreso obligatorio al SEIA

4.1 Introducción

En el presente capítulo se desarrolla la propuesta de los criterios de ingreso obligatorio al SEIA para las obras estudiadas en el Capítulo 3. Las conclusiones específicas de cada obra presentadas en el capítulo anterior señalan si el criterio existente en el D.S. N°40/2013 debe ser modificado o mantenerse, por lo cual el fin del capítulo es justificar el nuevo criterio de ingreso obligatorio para las obras en que la conclusión fue modificar. Por otro lado, el análisis de las obras que carecen de criterio estudiadas en el capítulo mencionado, concluyó que es necesario que las plantas desalinizadoras y obras de recarga artificial ingresen al SEIA mediante un criterio específico.

La generación de la propuesta mencionada es a partir de lo expuesto en el Capítulo 3, teniendo en cuenta que el criterio de ingreso obligatorio propuesto debe incluir a las obras que hayan ingresado mediante una EIA, siendo las que generaron un impacto significativo en el medio ambiente. Por otro lado, las características de cada obra que determinan el impacto ambiental de ésta, la legislación internacional y la cantidad de estudios de impacto ambiental sobre el total de proyectos ingresados de cada tipología, entre otros, son factores tomados en cuenta para generar el criterio más adecuado.

4.2 Obras presentes en el D.S. N°40/2013

4.2.1 Embalses

Del análisis realizado en el Capítulo 3.2.1, en primer lugar se extrae que los embalses que realizaron una EIA no presentan una relación entre la altura del muro de la presa y el volumen almacenado, mientras que la superficie inundada si aumenta al incrementar el volumen (Figura 1). Considerando también que la superficie inundada de un embalse es el parámetro que se relaciona de forma más directa con los impactos ambientales potenciales de un embalse, según lo expuesto por distintas fuentes en el mismo capítulo, el criterio de ingreso obligatorio al SEIA debiese considerar la superficie inundada en la tipología que respecta a embalses.

De la ley internacional estudiada, en el caso de España y México ambos tienen como criterio de ingreso a su sistema propio de evaluación ambiental embalses que tengan un volumen almacenado mayor a 1 millón de metros cúbicos. En cuanto a la legislación del estado de California en EEUU, una relación de altura y volumen determina el ingreso de embalses a la jurisdicción de Water Dam Safety. El criterio de altura que se presenta está en función del volumen, ya que teniendo en cuenta que mientras más volumen almacenado y menor altura tenga el muro, la superficie inundada será mayor, hace sentido la relación en cuanto a los impactos ambientales. Finalmente el último caso es el de Costa Rica, a pesar de que su criterio es bajo en comparación a las características de los embalses con EIA en Chile (1 ha de superficie inundada), es un ejemplo de criterios de ingreso a un sistema de evaluación ambiental donde la superficie inundada sea la determinante.

Teniendo en cuenta lo anterior, también es necesario observar las magnitudes de los parámetros de los proyectos en donde se presentaban impactos significativos potenciales. La Tabla 6 del Capítulo 3 señala que todos los proyectos con EIA almacenan

un volumen mayor a 500.000 m³ exceptuando un caso correspondiente al embalse San Andrés (250.000 m³ y 59.18 ha inundadas), realizando EIA por las tipologías “b” y “e” de la ley 19.300, en relación al impacto en un recurso natural y el valor paisajístico de una zona. En cuanto a la superficie inundada, todos los proyectos con EIA inundan un área mayor a 10 ha, con excepción del embalse ENAPAC (590.000 m³ y 7.94 ha) realizando EIA por las letras “b”, “c”, “d” y “f”, relacionadas con el impacto sobre un recurso natural, reasentamiento de comunidades, localización próxima a un área protegida y alteración a monumentos. En cuanto a la altura del muro de la presa, solo dos proyectos tienen una altura menor a 10 metros, considerando la no relación de este parámetro con el volumen de los embalses ni superficie inundada, como también que no es mencionado en la bibliografía como determinante a la hora de evaluar los impactos ambientales potenciales de un embalse, no se considerará este parámetro en el criterio de ingreso obligatorio al SEIA.

Considerando lo expuesto anteriormente, se propone que la tipología a.1) actual del D.S. N°40/2013, definida en el Artículo 294 del Código de Aguas, que respecta a embalses y que dice lo siguiente: “*Presas cuyo muro tenga una altura igual o superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de este y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos*”, sea modificado a **“Presas cuya superficie de inundación sea igual o superior a diez hectáreas (10 ha.), o que generen un embalse con una capacidad igual o superior a quinientos mil metros cúbicos (500.000 m³)”**.

4.2.2 Obras de drenaje o desecación

El análisis del Capítulo 3 muestra que de los 95 proyectos ingresados al SEIA bajo la tipología a.2) del D.S. N°40/2013, ninguno presentó una EIA. Si bien se podría extraer que para el SEA ninguno de estos proyectos generó impactos “significativos” en el medio ambiente, como se revisó en el Capítulo 3.2, los humedales son ecosistemas valiosos y complejos que deben monitorearse y proteger. En cuanto a la superficie, de los 73 proyectos de mayor inversión analizados en el Capítulo 3, más del 75% drenó o desecó un área mayor a 50 ha (Tabla 11).

Entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Coquimbo, el proyecto que drenó menor área dentro de los analizados es de 44.2 ha, ingresado como DIA. También como DIA y lejano al criterio a.2.3) se encuentran los proyectos entre la Región de Biobío a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, donde el promedio de hectáreas drenadas es de 277.35 ha. y el límite señalado por la tipología a.2) para aquella zona es de 30 ha. Cabe mencionar nuevamente, que al ingresar como DIA los titulares no deben realizar ni consulta ciudadana, línea base, ni tomar medidas de mitigación, las cuáles pueden ayudar a monitorear y disminuir un potencial deterioro de las condiciones de un humedal.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario que el drenaje y desecación de humedales pase por un estudio más detallado que una DIA, lo que adecuado a la legislación chilena y reglamento del SEA, sería un Estudio de Impacto Ambiental. Por lo último, se propone que la tipología a.2) del D.S. N°40/2013 “*Drenaje o desecación de: a.2.1) Vegas y bofedales ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y*

Antofagasta, cualquiera sea su superficie de terreno a recuperar y/o afectar. A.2.2) Suelos "ñadis", cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a doscientas hectáreas (200 ha.). a.2.3) Turberas. a.2.4) Cuerpos naturales de aguas superficiales tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, vegas, albúferas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en los literales anteriores, cuya superficie de terreno sea igual o superior a diez hectáreas (10ha), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo; o veinte hectáreas (20 ha), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región del Maule, incluida la Región Metropolitana de Santiago; o a treinta hectáreas (30 ha), tratándose de las Regiones del BíoBío a la Región de Magallanes y Antártica Chilena.” sea modificada a: “Ingresarán mediante Estudio de Impacto Ambiental (EIA), toda obra de drenaje o desecación de: a.2.1) Vegas y bofedales ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, ingresaran como Evaluación de Impacto Ambiental cualquiera sea su superficie de terreno a recuperar y/o afectar. a.2.2) Suelos "ñadis". a.2.3) Turberas. a.2.4) Cuerpos naturales de aguas superficiales tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, vegas, albúferas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en los literales anteriores.”

4.2.3 Obras de dragado

Distintos análisis realizados en el Capítulo 3 indican que el criterio del D.S. N°40/2013 es bajo en comparación a los proyectos que realizaron un impacto significativo en el medio ambiente. En primer lugar, de los 46 proyectos ingresados al SEIA bajo esta tipología, solo 3 lo realizaron luego que el D.S. N°40/2013 establezca un límite inferior igual a 50.000 m³ de dragado de cursos o cuerpos de aguas marítimas. Solo tres obras del total presentaron impactos significativos en el medio ambiente por lo cual realizaron EIA dragando un volumen de 128.000 m³ (aguas continentales), 350.000 m³ (aguas continentales) y 802.000 m³ (aguas marítimas), magnitudes lejanas a los criterios establecidos en la tipología a.3). En ella, el límites es 20.000 m³ desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Atacama y 50.00 m³ para las regiones de Coquimbo hacia el sur del país en el caso de aguas continentales.

En segundo lugar, de las 34 obras analizadas de mayor inversión (aproximadamente 75% de los proyectos) 10 ingresaron bajo el D.S. N°95/2002 y no lo hubiesen hecho con el D.S. N°40/2013. De las 22 obras restantes, el 100% dragó más de 50.000 m³ y el 59.09% más de 100.000 m³, mostrando nuevamente una clara lejanía de los criterios actuales establecidos.

Tercero es el caso de las leyes internacionales donde los únicos casos en que se encontró un símil a la tipología a.3) fue España y Australia. En España, realizan un símil a una DIA, los dragados fluviales donde el producto extraído sea superior a 100.000 metros cúbicos anuales y en New South Wales Australia, la extracción de materiales en medios acuáticos necesita una licencia si supera las 30.000 toneladas. Si bien este último es menor al del D.S. N°40/2013, el reporte presentado puede no ser tan específico como el de una EIA o una DIA para obtener la licencia.

Todo lo anterior muestra una clara discrepancia entre el criterio a.3) del D.S. N°40/2013 y las magnitudes de las obras ingresadas, por lo cual se propone un aumento en el volumen dragado determinante para ingresar al SEIA. Teniendo en cuenta que la obra

de menor dragado que presento impactos significativos en el medio ambiente fue de 128.000 m³ entre la Región de Coquimbo y la Región de Magallanes y Antártica Chilena, el límite en esta zona no debiese superar aquella magnitud. Entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Atacama no existen proyectos con EIA, y 6 de los 10 proyectos dentro del análisis dragaron una cantidad menor a 50.000 m³ ingresados bajo el D.S. N°95/2002, por lo cual el límite en aquella zona no debiese ser menor a 50.000 m³.

Finalmente, considerando las razones expuestas en los párrafos anteriores, se propone que el criterio a.3) *“Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cuerpos de aguas continentales, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000m³) de material total a extraer y/o remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o remover. Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar.”* sea modificado al siguiente: *“Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cuerpos de aguas continentales, en una cantidad igual o superior a **cincuenta mil metros cúbicos (50.000m³)** de material total a extraer y/o remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de **cien mil metros cúbicos (100.000 m³)** de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o remover. Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar.”*

4.2.4 Defensa o alteración de cuerpos fluviales

Del análisis realizado en el Capítulo 3, se observa que el único proyecto que tuvo impactos significativos en el medio ambiente, por lo cual realizo una EIA, movilizó 474.332 m³ ubicado en la Región de Valparaíso. Los límites establecidos en el criterio a.4) distan bastante de las características de las obras analizadas, el 72.22% movilizó más de 200.000 m³, mientras que el límite entre la región de Arica y Parinacota y la Región de Coquimbo es 50.000 m³ y hacia el sur es de 100.000 m³.

También, de los 37 proyectos que presentaron datos solo 4 estuvieron bajo 100.000 m³, dos entre la Región de Arica y Parinacota y Coquimbo, donde el límite del criterio a.3) es 50.000 m³. En aquella zona, el análisis arrojó que de los 19 proyectos sólo 5 se encuentran bajo 200.000 m³, mostrando nuevamente una diferencia con el criterio establecido en el D.S. N°40/2013. Si bien estos valores señalan que el criterio propuesto puede ser 200.000 m³ para aquella zona o mayor, la Región de Arica y Parinacota junto con la Región de Antofagasta son las que presentan una mayor concentración de proyectos, por lo cual es la zona más afectada por este tipo de obras.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone que el criterio a.4) “Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000m³), tratándose de las regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o cien mil metros cúbicos (100.000m³) tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región metropolitana de Santiago. Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de estos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente. La alteración del lecho del curso o cuerpo de agua y de su ribera dentro de la sección que haya sido declarada área preferencial para la pesca recreativa deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, independiente de la cantidad de material movilizad.” sea modificado a: “Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a **cien mil metros cúbicos de material (100.000m³)**, tratándose de las regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o **doscientos mil metros cúbicos (200.000m³)** tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región metropolitana de Santiago. Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de estos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente. La alteración del lecho del curso o cuerpo de agua y de su ribera dentro de la sección que haya sido declarada área preferencial para la pesca recreativa deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, independiente de la cantidad de material movilizad.”

4.2.5 Sifones

Como se expresó en el análisis del Capítulo 3, ingresan todos los sifones al SEIA sin ser discriminados por características físicas. Como resultado, obras con una longitud entre 10 y 20 metros realizan el mismo procedimiento para obtener una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) que proyectos con longitud superior a 300 metros. El único sifón que presentó una EIA, de un total de 19, es un proyecto de aprovechamiento de aguas subterráneas el cual contempla un sifón de 750 metros de largo.

La Tabla 11 muestra que el promedio de los sifones ingresados es de 247 metros, y existen 7 obras que no alcanzan los 100 m. Una desviación estándar de 235 metros y una diferencia de 738 metros entre el sifón más largo y el más pequeño nos revela aún más la diferencia en la magnitud de este tipo de obras, lo cual tiene una relación directa con los posibles impactos potenciales de cada obra.

Teniendo en cuenta que alrededor del 26% de los sifones no alcanzan los 50 metros de largo y que todo proyecto que cruce un cauce natural realizado por un particular, sin importar las características físicas, debe ser aprobado por la DGA, el ingreso al SEIA debiese presentar una cualidad cuantitativa en su criterio. Lo último, fue señalado como una de las conclusiones para la tipología a.5) en PANGEAS (2015), mencionado en el Capítulo 3, siendo uno de los pocos (sino el único) estudios acerca de los criterios de ingreso al SEIA.

Finalmente, se propone que el criterio a.6), según la web del SEIA, y definido en el Artículo 294 del Código de Aguas: “*Sifones y canoas que crucen cauces naturales*” sea modificado a “*Sifones y canoas que crucen cauces naturales con longitud mayor a **cincuenta metros (50 m.)***”.

En un trabajo futuro, se recomienda realizar una tipología que incluya los parámetros largo y diámetro diferenciando por zonas del país, debido a la diferencia de los ríos y cauces de norte a sur en Chile y entre los sectores cordilleranos y costeros.

4.2.6 Acueductos

Del análisis realizado en el Capítulo 3, se extrae que los acueductos ingresados al SEIA también difieren de las magnitudes presentes en el criterio a.1) del D.S. N°40/2013, especificado en el Artículo 294 del Código de Aguas. En él existen dos criterios diferentes, ingresan acueductos que conduzcan más de 2 m³/s y aquellos que conduzcan más de 0.5 m³/s proyectados próximos a zonas urbanas (menos de un km). La Tabla 12 muestra que, del total de 56 obras, el 93.75% de los proyectos transporta más de 2 m³/s, por lo cual ingresaron por la primera parte del criterio presente en el Código de Aguas.

Son tres los proyectos que realizaron una EIA, correspondiente al 5.88%, transportando el de menor magnitud un caudal de 3.2 m³/s. Al ser esta una obra que causó impactos significativos en el medio ambiente, por las causales b) y e) de la Ley 20.417, un nuevo criterio no debiese sobrepasar aquella magnitud. Por otro lado, alrededor de un 81% conduce más de 3 m³/s y un 70.83% más de 4 m³/s, según la Tabla 15 del Capítulo 3.

Otra característica física es el largo de los acueductos, no mencionada en el criterio actual. Como se observa en la ley internacional analizada en el Capítulo 3, España y México cuentan con una magnitud de longitud a la hora de definir criterios de ingreso a sus propios sistemas de evaluación ambiental. En el caso de Chile, el promedio de los acueductos analizados es de 6.925 metros, presentando un largo mayor a 1.000 el 46% de las obras.

Finalmente, se propone que el criterio a.1) del D.S. N°40/2013, especificado en el Artículo 294 del Código de Aguas: “*Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo, o acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a 10 metros sobre la cota de dicho límite*” sea modificado a: “*Los acueductos que cumplan una de las siguientes características: a.1.1) Posean capacidad de conducir un caudal igual o mayor **cuatro metros cúbicos por segundo (4 m³/s)**; o a.2.2) Acueductos que posean una capacidad de conducir un caudal igual o mayor a **tres metros cúbicos por segundo (3 m³/s)** y también tengan, **una longitud mayor a mil metros (1.000 m)**; o a.2.3) Acueductos con **una longitud mayor a cinco mil metros (5.000 m)**.*”

4.2.7 Centrales Hidroeléctrica

El criterio c) del D.S. N°40/2013 sobre centrales generadores de energía, como se mencionó en el Capítulo 3.2.7, aplica para todo tipo de fuente energética. Teniendo en cuenta los diferentes impactos ambientales que cada fuente genera (térmica, eólica,

hidráulica, solar, etc.), los criterios de ingreso deberían diferenciarlas de forma que ingresen en relación a los parámetros que determinan dichos impactos. Por lo mismo, lo ideal es que el criterio definido para fuentes hidráulicas diferencie entre centrales hidroeléctricas de embalse y aquellas de pasada.

Los impactos ambientales potenciales de las centrales hidroeléctricas que generan un embalse son los mismos estudiados para la generación del criterio a.1) que respecta a embalses y presas para cualquier uso. Aquel análisis, concluyó que el parámetro determinante de los impactos ambientales de embalses y presas es la superficie inundada, la cual se correlaciona con el volumen embalsado. Los valores de potencia instalada de las centrales con EIA presentes en la Tabla 13, muestran que las hidroeléctricas que han generado un impacto significativo en el medio ambiente son altamente superiores a los 3MW de la tipología c). Teniendo en cuenta lo anterior, el criterio para centrales hidroeléctricas de embalses debiese estar correlacionado con la tipología a.1), definido en cuanto a las características físicas del embalse y no de los MW producidos.

Caso distinto son las centrales hidroeléctricas de pasada, donde el impacto ambiental producido es aguas arriba de la central, en vez de aguas abajo generado por la inundación de un embalse. La disminución del caudal entre el punto de aducción y restitución es uno de los impactos ambientales más claros y específicos de este tipo de obras, mencionado en el Capítulo 3.2.7. Si bien por lo último, definir el criterio en cuanto a la distancia entre aducción y restitución abordaría el parámetro determinante de los impactos ambientales de esta obra, la existencia de un caudal ambiental en Chile, en teoría, resguarda los ecosistemas y el medio ambiente sin importar la longitud del tramo.

El caudal ecológico mínimo fue aprobado en el D.S. 14/2012 y modificado en el D.S. 71/2014, tiene como fin proteger las condiciones ambientales de un cauce ante la disminución de su caudal por actividades antrópicas, usado por la DGA para otorgar aprovechamientos de agua. Sin embargo, para los proyectos ingresados al SEA, se ocupa el término de “caudal ambiental”. La definición más aceptada por el SEA es la desarrollada en la Declaración de Brisbane del año 2007, en donde se señala que *“los caudales ambientales son los flujos de agua, el momento de su aplicación y la calidad de las aguas precisos para mantener los ecosistemas de agua dulce y de los estuarios, así como los medios de subsistencia y bienestar de las personas que dependen del ecosistema”* la cual corresponde a una visión integral del sistema fluvial, ocupando métodos hidrológicos, hidráulicos, simulación de hábitats, etc. (Servicio de Evaluación Ambiental, 2016).

Teniendo en cuenta la existencia del caudal ambiental y la legislación internacional, para definir un criterio adecuado para las centrales hidroeléctricas de pasada hay que observar la diferenciación internacional entre centrales pequeñas y grandes. Mencionado en el Capítulo 3.2.7, no existe un límite superior para las SHP (Small Hydroelectric Projects) definido internacionalmente, pero un máximo de 10MW es lo más aceptado globalmente. La Tabla 14 muestra los valores definidos de distintos países, donde el menor valor es UK con 5MW, y el mayor es de 100 MW para ciertos estados de USA. La ley internacional también es distinta dependiendo del país, mostrando ejemplos como el de Australia

donde el límite definido para necesitar un permiso en su sistema ambiental es 30 MW y en México es de 0.5 MW.

Si observamos los valores de las centrales con EIA en Chile, el 86.67% tiene una potencia instalada mayor a 10MW. De las 6 centrales hidroeléctricas menores a dicha magnitud, una EIA fue voluntaria y el resto, excepto un caso, realizaron una EIA debido a encontrarse cercanas a una población, recurso o área protegida (letra “d” Artículo 11, Ley 19.300), por lo que independiente de sus características físicas, habría realizado un EIA.

Finalmente, se propone que la tipología c) del D.S. N°40/2013: “Centrales generadoras de energía mayores a 3MW” sea modificada, o se le agregue un inciso que diga lo siguiente: “Centrales generadoras de energía, a partir de fuentes hidráulicas, mayores o iguales a 10 MW o que generen un embalse cuya superficie de inundación sea igual o superior a diez hectáreas (10 ha.) o tenga una capacidad de almacenamiento igual o superior a quinientos mil metros cúbicos (500.000 m³)”. De esta forma, las centrales hidroeléctricas ingresarían por un criterio con parámetros específicos diferenciándose de los otros tipos de fuentes de energía. Además, los criterios en el caso que la central incluya un embalse, serían equivalentes al criterio propuesto para dichas obras. Para el caso de centrales de pasada, se decide ocupar los MW como parámetro y no el largo del tramo afectado debido a la existencia en la legislación del caudal ambiental y la legislación ambiental estudiada.

Sin desmedro de la propuesta anterior, en el estudio ambiental de toda central hidroeléctrica, el cálculo del caudal ambiental debiese realizarse de forma detallada con el fin de no alterar las condiciones hidrológicas que permitan la subsistencia del ecosistema circundante. Lo último, incluyendo la aprobación de las comunidades afectadas y que hacen uso del río que se alterará.

4.2.8 Sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas

Expresado en el Capítulo 3.2.9, ningún proyecto ingresó al SEIA hasta mayo del 2019 bajo la tipología o.2) del D.S. N°40/2013, luego del cambio del D.S. N°95/2002. En el antiguo decreto, de los 27 proyectos ninguno presentó una EIA, por cual ninguna de las obras tuvo impactos significativos en el medio ambiente.

Por otro lado, los proyectos de evacuación de aguas lluvias son reguladas por el Artículo 2° de la ley N°19.252 de 1997 del MOP, mencionando que deben ser independientes de las redes de alcantarillado de aguas servidas, sin tener interconexión entre ellas. Como el criterio o.2) menciona que ingresan las redes de evacuación de aguas lluvias cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas, existe una discrepancia entre ambas regulaciones.

Teniendo en cuenta que, dentro de la bibliografía nacional, el informe de (PANGEAS, 2015) realizado para el Ministerio del Medio Ambiente concluye que la tipología o.2) debiese ser eliminada y considerando la ley N° 19.252 del MOP, se propone eliminar este criterio de ingreso obligatorio al SEIA. Estas obras se encuentran reguladas por el MOP, el cual es el encargado de revisar su construcción y ejecución. También, al realizarse estos proyectos en zonas urbanas ya alteradas, el impacto ambiental sobre los

ecosistemas circundantes no es mayor al existir distintas normas que regulan la cantidad de ruido y emisiones durante la fase de construcción.

4.2.9 Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario

La Tabla 16 del Capítulo 3.2.11 muestra que, de los 20 proyectos con EIA ingresados bajo la tipología o.4), 15 atienden a una población mayor a 10.000 habitantes. De las cinco restantes, cuatro son voluntarias, solo existiendo una obra que haya generado impactos significativos en el medio ambiente que atienda a menos de 10.000 habitantes. Este último caso, corresponde al proyecto *“Tratamiento de las Aguas Servidas de la Ciudad de Pucón”*, ingresado el año 1996, para el cual no se encontró información en la web del SEIA.

Por otro lado, la ley internacional encontrada muestra valores distintos dependiendo del país, 10.000 en España y 2.500 en Australia según sus propios permisos y sistemas de evaluación ambiental. Caso distinto es el de México, en donde definen el criterio de ingreso en 100 litros por segundo, igual a 8.640.000 litros por día. Considerando dotaciones promedios entre 100 y 200 litros/día/persona, la cantidad de habitantes equivalentes supera en gran cantidad a los 2.500 del criterio o.2).

Teniendo en cuenta los párrafos anteriores y, el cambio provocado por el aumento de 2.500 a 10.000 habitantes en el D.S. N°40/2013, analizado en el capítulo 3, en la cantidad de proyectos ingresados al SEIA en las tipologías o.1) y o.3), sistemas de alcantarillado de aguas servidas y sistemas de agua potable respectivamente, se propone cambiar la tipología o.4) *“Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario, que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes”* por el siguiente: *“Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario, que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes”*.

4.3 Obras no presentes en el D.S. N°40/2013

4.3.10 Plantas desalinizadoras

En el Capítulo 3.3.1 se concluye que es necesario agregar una tipología en los criterios de ingreso obligatorio al SEIA para proyectos de plantas desalinizadoras. Debido al inminente crecimiento de este tipo de obras en el mundo y Chile, observado en la Figura 6 y 8 respectivamente, es necesario que exista en nuestro país una clara regulación ambiental sobre ellas. Analizado en el mismo capítulo, Skewes (2017) menciona y estudia el problema de que no exista un criterio de ingreso específico para este tipo de obras.

El impacto ambiental más claro, extraído del análisis realizado, es la descarga de salmueras al mar, agua con altas concentraciones de sal, superiores a los valores que normalmente contiene el cuerpo de agua afectada. Si bien el D.S. N°90/2000 fija límites máximos de contaminantes a las descargas de efluentes líquidos al mar, la salinidad no se encuentra en ninguno de los compuestos regulados. Por lo mismo, la salinidad es uno de los parámetros críticos en el impacto ambiental potencial de una planta desalinizadora, por lo que un criterio de ingreso podría estar definido en base a las concentraciones y caudal de salmuera descargada.

Lo último, discrepa con la experiencia internacional analizada, donde en España y California (USA), definen el criterio de ingreso a su propio sistema de evaluación ambiental en base al caudal que es capaz de desalinizar la planta, mientras que en México, ingresan todas las plantas desalinizadoras. Por otro lado, la tipología o.6) señala que ingresan todos los emisarios submarinos construidos, obras encargadas de descargar las salmueras de las plantas desalinizadoras al mar. Como se mencionó en el capítulo anterior, los estudios ambientales de los emisarios submarinos y el impacto ambiental de la descarga, ya sea salmuera u otros residuos, es complejo de cuantificar. Por lo último, sería contradictorio definir un criterio de ingreso obligatorio para estas obras en base a la descarga realizada a cuerpos de agua marino, teniendo en cuenta la conclusión del criterio o.6) de emisarios submarinos o a la salinidad del agua descargada, cuando este contaminante no se presenta en el D.S. N°90/2000.

Finalmente, considerando que más del 70% de las plantas construidas en Chile tienen una capacidad mayor a 50 l/s, la legislación internacional y la tipología o.6) como las normas mencionadas, se propone agregar el siguiente criterio de ingreso obligatorio al SEIA: *“Plantas desalinizadoras de agua, para cualquier uso, que tengan un caudal máximo de tratamiento mayor o igual a cincuenta litros por segundo (50 l/s)”*.

4.3.11 Proyectos de recarga artificial de acuíferos

Los proyectos de recarga artificial, al igual que las plantas desalinizadoras, son uno de los ejes para enfrentar la escasez hídrica en Chile, mencionado en el Capítulo 3.3.2. Estos proyectos no cuentan con tipología en el D.S. N°40/2013 y tampoco existe una regulación ambiental sobre la alteración de acuíferos y napas subterráneas específica para este tipo de obras.

Además de los ejemplos señalados en el Capítulo 3.3.2, se destaca también en aquel capítulo, la *“Guía metodológica para presentación de proyectos de recarga artificial”* creada el año 2016, donde se mencionan ciertas normativas y permisos necesarios,

destacando que cualquier persona puede llevar a cabo este tipo de proyectos, si el fin es obtener un derecho de aprovechamiento. Luego, se expone también que este último problema es mencionado por Verónica Delgado y José Luis Arumi, quienes ahondan en el problema de que en Chile los proyectos de recarga artificial de acuíferos no deban ser sometidos a evaluación ambiental.

La ley internacional estudiada, muestra que en países como España, Australia, Costa Rica y Estados Unidos este tipo de obras necesitó un permiso o evaluación ambiental dependiendo del sistema propio del país, definido en el caudal ocupado en la alteración de las napas subterráneas. El impacto ambiental de la recarga depende en gran medida de la calidad de aguas ocupadas en la infiltración, la cual puede llegar a tener efectos adversos en los ecosistemas circundantes. Además de la guía creada por el MOP, no existe alguna normativa que regule estas descargas o el estudio de los impactos que pueden llegar a tener estos proyectos.

Finalmente, concluyendo con lo expuesto en los párrafos anteriores y el Capítulo 3.3.2, cómo también los ejemplos de las normativas internacionales, se propone agregar el siguiente criterio de ingreso obligatorio al SEIA: *“Proyectos de recarga artificial de acuíferos, o tratamiento de aguas subterráneas, en una cantidad mayor a **treinta litros por segundo (30 l/s)**”*.

4.4 Tabla resumen propuesta

Tabla 18 Propuesta de criterios de ingreso obligatorio al SEIA, para obras hidráulicas específicas.

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
1	Embalses	Artículo 3°, a.1. “ <i>Presas cuyo muro tenga una altura igual o superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³).</i> ”	Presas cuya superficie de inundación sea igual o superior a diez hectáreas (10 ha.), o que generen un embalse con una capacidad igual o superior a quinientos mil metros cúbicos (500.000 m³).	<p>a) El criterio propuesto da como resultado que habrían ingresado al SEIA todos los proyectos con EIA, aprobados, incluso algunos casos críticos como: Central hidroeléctrica San Andrés con 250.000 m3 de volumen y 59.18 ha de superficie inundada y Enapac, con 7.94 ha inundadas y 590.000 m3.</p> <p>b) Proporción de DIA y EIA aprobados, donde solo un 18.26% corresponden a EIA, de un total 104 proyectos aprobados.</p> <p>c) Normativa internacional: España (10 hm3); California (relación volumen-altura); México (1 hm3) y Costa Rica (1 ha de superficie inundada).</p> <p>d) La superficie inundada es la principal determinante del impacto ambiental y</p>

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
				se correlaciona con el volumen almacenado.
2	Obras de drenaje o desecación	<p>Artículo 3°, a.2) "Drenaje o desecación de: a.2.1) Vegas y bofedales ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, cualquiera sea su superficie de terreno a recuperar y/o afectar. A.2.2) Suelos "ñadis", cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a doscientas hectáreas (200 ha). a.2.3) Turberas. a.2.4) Cuerpos naturales de aguas superficiales tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, vegas, albuferas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en los literales anteriores, cuya superficie de</p>	<p>Ingresarán mediante un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), toda obra de drenaje o desecación de: a.2.1) Vegas y bofedales ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, ingresaran como Evaluación de Impacto Ambiental cualquiera sea su superficie de terreno a recuperar y/o afectar. a.2.2) Suelos "ñadis". a.2.3) Turberas. a.2.4) Cuerpos naturales de aguas superficiales tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, vegas, albuferas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en los literales anteriores.</p>	<p>a) Ingreso de todos los proyectos mediante DIA a pesar de la importancia a los humanos y ecosistemas de los humedales. a) No necesidad de realizar línea base, ni consulta ciudadana y/o indígena, ni medidas de mitigación en la realización de una DIA. c) Principales amenazas y rápido deterioro y degradación de los humedales.</p>

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
		<i>terreno sea igual o superior a diez hectáreas (10ha), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo; o veinte hectáreas (20 ha), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región del Maule, incluida la Región Metropolitana de Santiago; o a treinta hectáreas (30 ha), tratándose de las Regiones del BíoBío a la Región de Magallanes y Antártica Chilena.</i>		
3	Obras de dragado	Artículo 3°, a.3) <i>Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cuerpos de aguas continentales, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000m3) de material total a extraer y/o remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de</i>	Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cuerpos de aguas continentales, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000m3) de material total a extraer y/o remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de cien mil metros cúbicos (100.000 m3) de material total a extraer y/o a	a) La disminución en la cantidad de proyectos y cantidad de EIA sobre el total que generó el cambio del D.S N°95/2002 al D.S. N°40/2013. b) La magnitud de los proyectos con EIA, dragando 128.000 m3, 350.000 m3 y 802.000 m3. c) Entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Atacama, sólo ingresaron 10 proyectos y los seis

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
		<p><i>cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3) de material total a extraer y/o remover. Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar.</i></p>	<p>remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3) de material total a extraer y/o remover. Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar.</p>	<p>que dragaron menos de 50.000 m3 ingresaron bajo el D.S. N°95/2002 por deberse a dragados marinos; y de los 24 proyectos estudiados, desde la Región de Coquimbo al Sur, 13 dragaron menos de 100.000 m3 siendo en su mayoría proyectos de dragado marino.</p>

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
4	Defensa o alteración de cuerpos fluviales	<p>Artículo 3°, a.4)</p> <p><i>“Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000m3), tratándose de las regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o cien mil metros cúbicos (100.000m3) tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región metropolitana de Santiago. Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de estos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su</i></p>	<p>Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cien mil metros cúbicos de material (100.000m3), tratándose de las regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o doscientos mil metros cúbicos (200.000m3) tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región metropolitana de Santiago. Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de estos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo</p>	<p>a) Solo un proyecto ingresó como EIA de un total de 47.</p> <p>b) El 72.22% de las obras analizadas realizó un movimiento de tierras mayor a 200.000 m3.</p> <p>c) El único proyecto con EIA movilizó 474.332 m3.</p> <p>d) De los proyectos analizados menores a 200.000 m3, se encontraron 10, 5 entre Arica y Coquimbo y 5 entre Valparaíso a la Antártica.</p>

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
		<i>sección transversal, todas de modo permanente. La alteración del lecho del curso o cuerpo de agua y de su ribera dentro de la sección que haya sido declarada área preferencial para la pesca recreativa deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, independiente de la cantidad de material movilizado”</i>	permanente. La alteración del lecho del curso o cuerpo de agua y de su ribera dentro de la sección que haya sido declarada área preferencial para la pesca recreativa deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, independiente de la cantidad de material movilizado.	
5	Sifones	Artículo 3° a.1) <i>“Sifones y canoas que crucen cauces naturales”</i>	Sifones y canoas que crucen cauces naturales con longitud mayor a cincuenta metros (50 m)	a) Solo se ha presentado un proyecto con EIA, con longitud de 750 metros. b) El 73.68% de los proyectos ingresados tiene una longitud mayor a 50 metros. c) Todo proyecto que cruce un cauce natural realizado por un particular, debe ser presentado para su aprobación ante la Dirección General de Aguas, de acuerdo con el Código de Aguas.

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
6	Acueductos	Artículo 3°, a.1) “ <i>Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo, o acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a 10 metros sobre la cota de dicho límite</i> ”	Los acueductos que cumplan una de las siguientes características: a.1.1) Posean capacidad de conducir un caudal igual o mayor cuatro metros cúbicos por segundo (4 m ³ /s); o a.2.2) Acueductos que posean capacidad de conducir un caudal igual o mayor a tres metros cúbicos por segundo (3 m ³ /s) y también tengan, una longitud mayor a mil metros (1.000 m); o a.2.3) Acueductos con una longitud mayor a cinco mil metros (5.000 m).”	a) El bajo porcentaje de EIA, 5.88%, al haber ingresado 51 proyectos. b) El 70.83% de los proyectos transporta más de 4 m ³ /s, y el 93.75% un caudal mayor a 2 m ³ /s. c) La magnitud de los caudales con EIA, iguales a 7 m ³ /s, 4 m ³ /s y 3.2 m ³ /s. d) El 46% tiene una longitud mayor a 1.000 metros y el 82% de ellos transporta más de 3 m ³ /s. e) Comparación con leyes internacionales, en donde se considera el criterio de longitud
7	Centrales hidroeléctricas	Artículo 3°, c) “ <i>Centrales generadoras de energía mayores a 3MW</i> ”	Centrales generadoras de energía, a partir de fuentes hidráulicas, mayores o iguales a 10 MW o que generen un embalse cuya superficie de inundación sea igual o superior a diez hectáreas (10 ha.) o tenga una capacidad de almacenamiento igual o superior a quinientos mil	a) Separar centrales hidroeléctricas de otros tipos de fuente de energía, en cuanto al criterio obligatorio de ingreso al SEIA. b) Diferenciar centrales que generen un embalse y centrales de pasada. c) Magnitudes de centrales hidroeléctricas con EIA,

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
			metros cúbicos (500.000 m³).	correspondiendo al 39.13% del total. d) Definición de centrales hidroeléctricas menores en diferentes países, definida por la potencia instalada. El mínimo lo presenta UK con 5 MW; Suecia, Australia, Nueva Zelanda y USA definen el límite sobre 20 MW.
8	Sistema de alcantarillado de aguas servidas	Artículo 3°, o.1) <i>“Sistemas de alcantarillado de aguas servidas que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes.”</i>	Sistemas de alcantarillado de aguas servidas que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes. (No se modifica)	A)El aumento en la cantidad de personas atendidas del D.S. N°40/2013 sobre el D.S. N°95/2002 generó una disminución considerable en la cantidad de proyectos ingresados, existiendo solo un proyecto desde el 2014
9	Sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas	Artículo 3°, o.2) <i>“Sistemas de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias, cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas que atiendan a una población igual o mayor a</i>	Eliminar	a) Inexistencia de proyectos con EIA. b) Artículo 2° de la ley 19.525 del MOP, el cual regula los sistemas de evacuación de aguas lluvias. c) Informe <i>“Formulación de Criterios Ambientales y Técnicos de</i>

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
		<i>diez mil (10.000) habitantes.”</i>		<i>Tipologías de Proyectos para su Incorporación en los procesos de Evaluación Ambiental”</i> realizado por Pangeas para el MOP, en donde concluyen eliminar esta tipología.
10	Sistemas de agua potable	Artículo 3° o.3) <i>“Sistemas de agua potable que comprendan obras que capten y conduzcan agua desde el lugar de captación hasta su entrega en el inmueble del usuario, considerando los procesos intermedios, y que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes.”</i>	Sistemas de agua potable que comprendan obras que capten y conduzcan agua desde el lugar de captación hasta su entrega en el inmueble del usuario, considerando los procesos intermedios, y que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes. (No se modifica)	a) El aumento en la cantidad de personas atendidas del D.S. N°40/2013 sobre el D.S. N°95/2002 generó una disminución en la cantidad de proyectos ingresados. b) De los tres proyectos ingresados desde el año 2014 bajo el D.S. N°40/2013, uno presentó EIA.
11	Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario	Artículo 3° o.4) <i>Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario, que atiendan a una población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes.</i>	Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario, que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes.	a) De los 20 proyectos con EIA, 4 son voluntarias y 15 atienden una población sobre 10.000 habitantes. b) Ley internacional analizada: España (10.000 personas); Australia (2.500 personas) y México

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
				(100 litros por segundo). c) La disminución de proyectos ingresados en al aumentar los habitantes de la tipología o.1) y o.3) en el D.S. N°40/2013.
12	Emisarios Submarinos	Artículo 3° o.6) “ <i>Emisarios submarinos.</i> ”	Emisarios submarinos (No se modifica)	a) No hay correlación entre características físicas de emisarios (largo y caudal). b) Relación no directa entre características físicas e impactos ambientales. c) Compleja evaluación de impactos ambientales.
13	Plantas desalinizadoras	No existe.	Plantas desalinizadoras de agua, para cualquier uso, con un caudal máximo de tratamiento mayor o igual a cincuenta litros por segundo (50 l/s). (Se agrega)	a) Inexistencia de criterio en el SEIA. b) Potenciales impactos ambientales. c) Más del 70% de los proyectos analizados encontrados en la web del SEIA (29 proyectos) en el país tiene como caudal de diseño más de 50 l/s. d) Ley internacional, donde las plantas desalinizadoras realizan una evaluación

N°	Tipo de obra	Requisito de ingreso de ingreso actual al SEIA (D.S. 40/2013)	Proposición de nuevo requisito de ingreso al SEIA	
			Descripción	Justificación
				<p>ambiental en España (34.72 l/s), México, California (4.28 l/s), Australia e Israel.</p> <p>e) Aumento de proyectos en Chile y potencial aumento según Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025.</p>
14	Proyectos de recarga artificial o alteración de aguas subterráneas	No existe.	<p>Proyectos de recarga artificial de acuíferos, o tratamiento de aguas subterráneas, en una cantidad mayor a treinta litros por segundo (30 l/s). (Se agrega)</p>	<p>a) Inexistencia de tipología para este tipo de proyectos.</p> <p>b) Ley internacional, realizan evaluación ambiental proyectos de recarga artificial o aprovechamiento de aguas subterráneas en España (31.7 l/s), Australia (3.17 l/s), Costa Rica (2.31 l/s) y Estados Unidos, donde los proyectos están sujetos al National Environmental Policy Act (1969).</p> <p>c) Potencial aumento de estas obras según Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025.</p>

Capítulo 5 – Comentarios instituciones relacionadas

Con el fin de obtener opiniones de instituciones relacionadas al presente trabajo de título, con fecha del 7 de noviembre del 2019, una carta sobre la propuesta fue entregada a la Dirección General de Aguas (DGA), Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Sistema de Evaluación Ambiental (SEA), Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica (SOCHID). A modo de ejemplo, la Figura 9 muestra la carta enviada al MMA, el Anexo M presenta todas las cartas. La propuesta de los criterios de ingreso, Tabla 18, fue incluida en las páginas posteriores, de forma que cada institución le realicé una revisión.

La primera respuesta fue de la DOH, fijando una reunión el día 03 de diciembre con el director Claudio Darrigandi y Daniel Rivera, jefe del departamento de Medio Ambiente y Territorio. Aquella reunión fue breve, en donde se agendó una reunión para el 04 de diciembre con Daniel Rivera con el objetivo de comentar la propuesta. A pedido del Director, ciertos comentarios fueron realizados de forma confidencial debido a la reforma actual al SEA. De los que sí pueden mencionarse, destacan los siguientes:

- Los embalses construidos por la DOH, en su mayoría, son altamente superiores a los límites propuestos.
- En la construcción de una obra de defensa fluvial, el traslado de gente es determinante para no realizar EIA. Una zonificación correcta de esta tipología es difícil de realizar por la cantidad y diferentes tipos de ríos existentes en el país.
- Proyectos de Agua Potable Rural (APR) normalmente son inferiores a 10.000 habitantes, lo que justificó en parte el aumento en la tipología o.3) en el D.S. 40/2013 (anteriormente el límite inferior era 2.500 habitantes), ayudando a que estos proyectos se realicen de forma más expedita.

Luego de un seguimiento al resto de las cartas, llamando y consultando presencialmente a las instituciones, se agendó una reunión con el SEA para el día 11 de diciembre. Nuevamente en una reunión breve, el director Hernán Brücher y Paola Basaure, jefa de la División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana, mostraron interés en la propuesta entregada. Si bien mencionaron, al igual que la DOH, que los comentarios específicos a cada tipología son de materia confidencial por la reforma actual llevada a cabo al SEA, señalaron que uno de los problemas es que sea cual sea el criterio, existirán proyectos construidos justo por abajo del límite de ingreso, por ejemplo, centrales hidroeléctricas de 2.9 MW.

El interés del SEA radicó en las justificaciones presentadas para cada criterio, debido a lo último, solicitaron agendar una nueva reunión para el día 21 de enero de 2020, con el objetivo de que se les exponga una presentación de la propuesta al Director, Paula Basaure y más personas relacionadas en el tema.

El Anexo O presenta las cartas de respuesta de la DOH y SEA. Debido a las fechas manejadas con el profesor guía de este trabajo de título, Enrique Kaliski, se decidió no esperar la respuesta de la DGA, MMA, y SOCHID luego del 12 de diciembre, como tampoco la reunión fijada en Enero con el SEA, para la entrega física de este trabajo de título.

Santiago, 30 de octubre de 2019.

Ref.: Solicita comentarios sobre proposición de nuevos criterios de ingreso obligatorio al SEIA, para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Sra.
Ministra del Medio Ambiente,
Presente

De mi consideración:

El Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, está desarrollando el Trabajo de Título denominado: "*Propuesta de Criterios de Ingreso Obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, para Proyectos de Obras Hidráulicas en Chile*", del Alumno: Matías Fuentealba Pooley, y el Profesor Guía Enrique Kaliski Kriguer.

El objetivo principal del citado Trabajo de Título es proponer y analizar nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Por su parte, uno de los objetivos específicos del Trabajo es recopilar y analizar la opinión y/o comentarios sobre la proposición elaborada, que puedan formular especialistas de instituciones relacionadas con el tema.

Teniendo presente la estrecha relación de ser institución con las obras hidráulicas que han sido analizadas en el Trabajo de Título, me permito solicitar a usted tenga a bien disponer que especialistas de esa institución comenten la proposición que se adjunta, acerca de los nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para dicho efecto, le señalo a continuación los datos de contacto del Alumno: Matías Fuentealba Pooley; Teléfono celular: +569 95719414; Email: matias_fp8@hotmail.com.

Saluda atentamente a usted,


Ricardo Herrera Mardones
Director



RHM/mec

Bienso Encastada 2002
Santiago - Chile
Tel: (56-2) 978 43 78
Fax: (56-2) 671 87 88
www.ingcivil.uchile.cl
www.fcfm.uchile.cl

Figura 9 Formato carta enviada a instituciones relacionadas con el presente trabajo de título.

Capítulo 6 – Discusión

El objetivo de la propuesta generada en los capítulos anteriores, es determinar los límites de parámetros específicos de cada obra hidráulica que definan su ingreso al SEIA. En diversos casos, la magnitud de los proyectos que realizaron EIA sirvió como justificación para modificar el criterio, ya que al ser los proyectos que generaron un impacto significativo en el medio ambiente, se diferencian de los con impactos menores. El artículo 11 de la Ley 20.417 y más explícitamente los artículos del 5 al 10 del D.S. N°40/2013, definen, en mayor parte de forma cualitativa, que afecciones llevan a un proyecto a la realización de una EIA, señalando efectos que se entienden como “*impactos significativos*” en el medio ambiente a la hora de la elaboración de un proyecto.

La forma de medir esta significancia de los impactos en el medio ambiente ha sido objeto de estudio, analizando si debe ser medida de forma cualitativa o cuantitativa. Por ejemplo, Costa (2018) menciona que ambas medidas, tanto cualitativas como cuantitativas, deben ser tomadas en cuenta dependiendo del caso concreto, ya que es esencial que exista un parámetro que permita medir esa significancia y cuya determinación sea razonable. Según una perspectiva científica, para que el daño sea significativo deben evaluarse ciertos criterios determinados previamente, que permiten reconocer de manera más objetiva el carácter y alcance que este ha de producir (Costa, 2018). Para llevar a cabo esto, en primer lugar se debe realizar una observación del ecosistema y estudiar las evidencias conocidas respecto a casos de daño o impacto ambiental reconocidos, causados por la actividad que se pretende evaluar (Costa, 2018).

Lo último mencionado, es lo realizado mediante el análisis de las obras hidráulicas que ingresaron como EIA, para definir de forma cuantitativa, cuando una obra genera un impacto ambiental significativo. También, el estudio de bibliografía acerca de los impactos ambientales de ciertas obras logró definir, en ciertos casos, un parámetro que tiene mayor relación con los daños ambientales generados. De esta forma, la propuesta entregada tiene magnitudes y criterios más cercanos a la línea que separa las obras que pueden generar un potencial impacto significativo en el medio ambiente y cuáles no.

Por otro lado, el informe de la Comisión Sindical Ciudadana Parlamentaria (CSCP), la cual nace como una alternativa a la Comisión Asesora Presidencial sobre la modificación al SEA el año 2015, menciona que la clasificación de ingreso por tipología de proyectos es arbitraria, especialmente en las cantidades o dimensiones que se utilizan en el Reglamento del SEIA (Comisión Sindical Ciudadana Parlamentaria, 2015). Esta “arbitrariedad” de los criterios de ingreso obligatorio al SEIA es abordado en la propuesta construida en este trabajo de título. Tomando en cuenta la bibliografía acerca de los impactos de ciertas obras, leyes internacionales a las cuáles es posible realizar un símil y las características físicas de los proyectos que presentaron EIA o DIA dependiendo del caso, los criterios generados presentan una justificación técnica de sus magnitudes y parámetros, alejándose de valores escritos de forma arbitraria.

En las conclusiones, el informe de la CSCP menciona como ejemplo las centrales hidroeléctricas que ingresan por la tipología c) del D.S. N°40/2013 (centrales generadoras mayores a 3MW). En él, señala que el parámetro no obedece a un enfoque centrado en

los impactos de este tipo de proyectos, no dando cuenta del real efecto en el medio ambiente (Comisión Sindical Ciudadana Parlamentaria, 2015). Esta crítica es más relevante considerando que el criterio no es sólo para centrales hidroeléctricas, si no, para cualquier tipo de fuente de energía. El Capítulo 4.2.7) justifica los valores de la propuesta a la tipología c), a partir de un análisis de las hidroeléctricas que presentaron EIA, legislación internacional y un estudio bibliográfico de los parámetros que presentan mayor relación con sus impactos significativos. También es señalado, que las distintas fuentes de energía (eólica, térmica, solar, entre otras) debiesen ingresar por diferentes criterios. De esta forma, la propuesta tiene una relación más cercana a los potenciales impactos significativos de cada tipo de obra, lo que ayuda a prever cuales proyectos son más susceptibles a dañar el medio ambiente. Sin desmedro de lo anterior, se concuerda con el informe mencionado que existen otros parámetros críticos, en especial la localización de cada proyecto, análisis que no está dentro del alcance del presente trabajo de título.

Una de las preguntas que nacen a partir de la propuesta mencionada, es si solo los proyectos que potencialmente generarían impactos significativos en el medio ambiente deben ingresar al SEIA. Mencionado anteriormente, la propuesta de criterios presentada es más cercana a la línea que separa a las obras que provocan un potencial impacto significativo en el medio ambiente y aquellas que solo presentan afectaciones menores. De esta forma, apunta a que el ingreso de proyectos al SEIA cambie a ser generalmente más como EIA y no mediante DIA.

Lo mencionado en el párrafo anterior evitaría que proyectos situados en zonas donde ecosistemas no se vean afectados, con baja inversión, poca área de intervención y características físicas menores, por lo que se entiende que su impacto ambiental también es bajo, ingresen al SEIA realizando una DIA, cuya inversión y plazos (60 días de evaluación ampliables a 90) es relevante para ciertos proyectos. Por el otro lado, el SEIA debe tramitar y destinar recursos para este tipo de proyectos que podría ocupar en una revisión más eficiente de los proyectos que presenten impactos mayores. Cabe destacar que el no ingreso al SEIA, no tiene relación alguna con los permisos ambientales que cada proyecto debe solicitar a distintas instituciones como la Dirección General de Aguas (DGA) y Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), como también con los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS), por lo cual el titular si tendría que cumplir con distintas normativas a pesar de no realizar un tipo de evaluación ambiental.

El problema nace cuando tenemos en cuenta que los límites existentes y propuestos no son absolutos, por lo que proyectos con características físicas menores, o mayores, a las presentes en la ley también pueden provocar, o no provocar, impactos significativos en el medio ambiente. Por lo tanto, podría darse el caso de proyectos que no alcancen las magnitudes señaladas y que produzcan alguno de los impactos presentes en el artículo 11 de la Ley 20.417, los cuáles al no ingresar al SEA, no tengan una evaluación profunda de sus impactos y medidas de mitigación necesarias.

En la realización de una DIA, el titular debe presentar antecedentes que justifican la inexistencia de efectos, características o circunstancias al artículo 11 de la Ley 20.417. Si el proyecto no ingresa al SEA, no debe justificar que no presenta efectos significativos

en el medio ambiente, según lo definido en la ley, por lo que solo bastarían los permisos de diversas instituciones para llevar a cabo su construcción, aunque tenga algún efecto sobre lo definido en el artículo 11 de la ley señalada.

Lo señalado en el párrafo anterior, provoca que en ciertos casos en Chile, mencionado en la reunión con el SEIA, los proyectos se presenten justo abajo del límite establecido en el criterio. Por ejemplo, existen variados casos de centrales hidroeléctricas de 2.9 MW y acueducto de 1.95 m³/s, cuales no realizan ningún tipo de evaluación ambiental. Por el contrario, proyectos similares con características físicas levemente superiores al criterio de ingreso, realizan una evaluación ambiental, siendo que sus efectos pueden ser similares a los situados levemente abajo del criterio. Teniendo en claro que los impactos ambientales dependen de diversos factores, como la zona, percepción de comunidades y tipo de construcción, entre otras, estos límites pueden eximir a proyectos que generen impactos mientras se tramitan proyectos cuyos impactos son insignificantes.

Es necesario mencionar, que uno de los grandes problemas que enfrentan los proyectos en Chile, sobre todo de gran envergadura, es con la sociedad y ciudadanía, derivando en diversos problemas socio ambientales, como por ejemplo los proyectos de HydroAysén y Alto Maipo. Mencionado por la CSCP (Comisión Sindical Ciudadana Parlamentaria, 2015), la participación ciudadana es un componente indispensable en la evaluación ambiental de los proyectos, haciendo mención al principio de participación ciudadana del derecho ambiental. En cuanto al SEIA, los espacios de participación vigentes han resultado insuficientes para la expresión de las preocupaciones e intereses ambientales de la comunidad (Comisión Sindical Ciudadana Parlamentaria, 2015). Cabe destacar, que la realización de DIA no contempla consulta indígena y solo participación ciudadana de ser solicitada.

Si bien no se presenta dentro del alcance del trabajo de título desarrollado, de lo último expuesto se extrae que la realización de una DIA, teniendo en cuenta sus gastos y plazos, en proyectos menores cuyos impactos no son significativos ni alteran de forma sustancial el medio ambiente, no es el formato ideal ni más eficiente para el titular ni para el SEIA. En una próxima reforma a la institución señalada, se recomienda la creación de un método o informe más expedito de ingreso para proyectos que no cumplan con los requisitos dispuestos en el D.S. N°40/2013, o se presenten levemente superior a estos. Este método o informe, como requisito, debería incluir un grado de consulta ciudadana, consulta indígena de ser necesario, y los antecedentes que justifiquen la inexistencia de efectos, características o circunstancias a lo expuesto en el artículo 11 de la Ley 20.417, además de los permisos solicitados a otras instituciones.

La legislación actual, en el artículo 26 del D.S. N°40/2013, señala que el titular de un proyecto puede realizar una consulta de pertinencia. Esta consiste en solicitar al Director Regional o Director Ejecutivo del SEIA, un pronunciamiento sobre si, en base a los antecedentes proporcionados, un proyecto o su modificación debe someterse al SEIA. Modificar este artículo para que la solicitud contenga los requisitos básicos, mencionados en el párrafo anterior, sería un medio útil para que los proyectos debajo al criterio de ingreso o con características levemente superiores, sean aprobados o no, de forma expedita por medio del SEIA, en vez de decidir solamente su ingreso.

Lo señalado anteriormente, además de cumplir con el fin último de conservar los ecosistemas y medio ambiente, ayudaría a tener una base de datos sólida de ciertos proyectos de relevancia a nivel país como centrales hidroeléctricas, embalses, plantas desalinizadoras (de ser incluidas en el D.S. N°40/2013), entre otros, para la realización de estudios y análisis medio ambientales o de otra índole necesarios. También al ser más expedito el trámite, de presentarse el proyecto con una consulta ciudadana favorable y justificando que no presenta efectos adversos en el medio ambiente, no sería un gasto considerable de recursos económicos ni humanos para el titular o para el SEA.

Es necesario mencionar que en el marco de la discusión de la Ley de Presupuesto 2020, un proyecto enviado por el ministro de Agricultura, Antonio Walker, exime de ingresar al SEA a embalses de volumen superior a 50.000 m³ e inferiores a 300.000 m³. Mencionado en los párrafos anteriores, el no ingreso al SEIA de un proyecto, permite que no exista ningún tipo de participación ciudadana y/o indígena además de que no sea necesario justificar que la obra no presenta los impactos ambientales presentes en el artículo 11 de la Ley 20.417. Es de considerar también las cifras ocupadas, en cuanto a la arbitrariedad señalada por la CSCP y evitada en la propuesta entregada en este trabajo de título, con el análisis y estudios señalados anteriormente. (Noticia extraída de: <https://www.elmostrador.cl/cultura/2019/11/27/polemica-aprobacion-parlamentaria-para-construir-embalses-sin-eia-desata-indignacion-de-ambientalistas-por-grave-riesgo-ecologico/> y <https://www.eldesconcierto.cl/2019/11/26/ley-de-presupuesto-aprueban-eliminar-evaluacion-ambiental-para-proyectos-de-embalses/> con fecha del 27/11/2019).

Como último, para una mayor precisión en los criterios de ingreso obligatorio al SEA, es imprescindible que en un trabajo futuro se realice una zonificación ambiental correcta en Chile específica a cada obra. Teniendo claro las diferencias ambientales y de disponibilidad de agua a lo largo y ancho de Chile, cada tipo de obra tendrá un impacto diferente dependiendo la zona en donde se lleve a cabo. Por ejemplo, como se mencionó anteriormente, los sifones en un río cordillerano deberían tener distintas características a uno realizado en desembocaduras, diferenciación zonal que no es aplicable a todo el resto de obras hidráulicas analizadas. Otro ejemplo es el caso de los embalses, el estudio de cuencas realizado por el Comité Consultivo de Energía 2050 (2015) señala que cuencas son mas valiosas desde un punto de vista ecológico y humano como también cuales han sido mas intervenidas, de forma que se lleven a cabo embalses en ciertas zonas, protegiendo lugares ricos en biodiversidad y con un valor economico-ecológico alto. Este estudio no se encuentra dentro de los alcances de este trabajo de título y es necesario que se realice con expertos en diversos ambitos, como suelos, geografía y ecología, por mencionar algunos.

Capítulo 7 – Conclusión

Los criterios de ingreso obligatorio al SEIA propuestos en el Capítulo 4, poseen una justificación técnica de las magnitudes y parámetros ocupados, cumpliendo el objetivo general de este trabajo de título. El análisis realizado en el Capítulo 3, permitió que los criterios propuestos se alejen de la arbitrariedad presente en algunas tipologías actuales del D.S. N°40/2013. Por otro lado, se expusieron las razones suficientes para mostrar la importancia de crear tipologías para obras no presentes actualmente, como las plantas desalinizadoras y los proyectos de recarga artificial.

Para todas las obras presentes en el D.S. N°40/2013, el análisis del resultado histórico del SEIA y la legislación internacional fue ocupada para la creación del nuevo criterio, exceptuando el caso de las obras de dragado o desecación en donde no se encontró un similar a la ley chilena. Para las obras no presentes en el D.S. N°40/2013, plantas desalinizadoras y proyectos de recarga artificial, como también para embalses y centrales hidroeléctricas debido a las distintas características que poseen, la bibliografía acerca de los impactos ambientales fue útil para determinar que parámetro es el adecuado para el criterio de cada obra.

En determinados casos, definir que parámetro debe determinar el ingreso al SEIA de un tipo de obra no fue claro. Por ejemplo, en el caso de los acueductos, el criterio actual ocupa como parámetro solamente el caudal transportado, sin importar su longitud. Teniendo en cuenta que el área de influencia de estas obras no viene dada solamente por el caudal, el criterio propuesto también ocupa la longitud como una determinante con el objetivo de que acueductos que transporten un caudal levemente inferior al límite del criterio pero sean de una longitud considerable ingresen al SEIA.

En cuanto a la recopilación de opiniones y comentarios de expertos pertenecientes a instituciones relacionadas con las tipologías de ingreso al SEIA, solo se logró agendar una reunión con dos de las cinco instituciones contactadas. La DOH y el SEA mostraron interés en leer la propuesta, en específico esta última, agendando una presentación a los profesionales de la institución sobre el trabajo de título. Del resto de instituciones no se recibió respuesta en los tiempos acordados para este trabajo de título.

De forma de que las magnitudes y parámetros de las tipologías estudiadas tengan mayor relación a los posibles impactos ambientales de cada obra, se recomienda a trabajo futuro realizar una zonificación ambiental de cada obra. Lo último, debido a que distintas zonas del país son más susceptibles a diferentes tipos de proyectos, siendo más sensible a los impactos ambientales que puedan provocarse. Distintos estudios señalan esta diferencia ambiental en Chile como Ferrando (2013), Ministerio de Energía (2015) y Comité Consultivo de Energía 2050 (2015), los que serían útil para zonificar Chile ambientalmente de una forma precisa. Teniendo en cuenta que sería necesario el conocimiento de distintas especialidades en la materia, para realizar estudios de suelo y ecosistemas adecuados, como también los tiempos límites para del presente estudio, no se encuentra dentro de los alcances de este trabajo de título llevar a cabo lo mencionado.

Bibliografía

- Anderson, D., Moggridge, H., Warren, P., & Schuksmith, J. (2015). The impacts of "run-of-river" hydropower on the physical and ecological condition of rivers. *Water and Environmental Journal*, 29(2), 268-276.
- ASCE. (2001). Standard guidelines for artificial recharge of groundwater. *EWRI/ASCE 34-01*.
- Bouwer, H. (1996). Issues in artificial recharge. *Water Science and Technology*, 381-390.
- Clean Energy States Alliance. (2013). *Environmental Rules for Hydropower in State Renewable Portfolio Standards*. USA.
- Comisión Sindical Ciudadana Parlamentaria. (2015). *Propuestas para la Reforma al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago.
- Comite Consultivo de Energía 2050. (2015). *Hoja de Ruta 2050*. Santiago.
- CONAF; Universidad de Chile. (2016). *Manual para el establecimiento de programas de monitoreo en humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado de Chile*. Santiago: Zamorano, C; de la Maza M.; y López M. (editores).
- CONAMA. (2007). *Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas*. Santiago de Chile.
- Costa, E. (2018). *Informe en Derecho: Contenido del Concepto "significativo" en la definición del Daño Ambiental*.
- Dirección General de Aguas. (2016). *Atlas del Agua*. Santiago.
- DIRECTEMAR. (2015). *Directrices para la evaluación ambiental de proyectos industriales de desalación en jurisdicción de la autoridad marítima*.
- Elimelech, M., & Phillip, W. (2011). The Future of Seawater Desalination: Energy, Technology, and the Environment. *SCIENCE*, 333(6043), 712-717.
- Ferrando, F. (2013). Clasificación Hidrodinámica de Chile. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 18, 57-74.
- Goodland, R. (1997). Environmental Sustainability in the Hydro Industry: Disaggregating the Debate. In W. C. Bank, *Large Dams: Learning from the Past, Looking at the Future*. Cambridge, U.K., and Washington D.C.
- IANAS. (2018). *Calidad del Agua en las Américas. Riesgos y Oportunidades*. México: IANAS.
- Jones, E., Qadir, M., van Vilet, M. T., Smakhtin, V., & Kang, S.-m. (2019). The state of desalination and brine production: A global outlook. *Science of the Total Environment* 657, 1343-1356.
- Junk, W., Bayley, P. B., & Sparks, R. (1989). The Flood Pulse Concept in River-Floodplain System. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 106(1), 110-127.
- Kumar, D., & Katoch, S. (2014). Sustainability indicators for run of the river (RoR) hydropower projects in hydro rich regions of India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101-108.

- Lattermann, S., & Hopner, T. (2008). Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. *Desalination* 220, 1-15.
- Ledec, G., & Quintero, J. D. (2003). *Good Dams and Bad Dams*.
- McCartney, M. (2009). Living with dams: managing the environmental impacts. *Water Policy* 11, 121-139.
- Ministerio de Energía. (2015). *3° Informe estudio "Base para Planificación Territorial en el Desarrollo Hidroeléctrico Futuro"*. Santiago.
- Ministerio de Obras Públicas. (2012). *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025*. Santiago.
- Ministerio de Obras Públicas. (2016). *Guía metodológica para presentación de proyectos de recarga artificial*. Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). *Informe Final Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA*.
- Pablo Morales Peillard. (2016). *Concepto, normativa asociada y críticas al establecimiento del Caudal Ecológico en Chile*. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional.
- Paish, O. (2002). Small hydro power: technology and current status. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 6, 537-556.
- PANGEAS. (2015). *Formulación de Criterios Ambientales y Técnicos de Tipologías de Proyectos para sus incorporación en los procesos de Evaluación Ambiental*.
- Premalatha, M. (2014). A critical view on the eco-friendliness of small hydroelectric installations. *Science of the Total Environment* 481, 638-643.
- Roberts, D. A., Johnston, E., & Knott, N. (2010). Impacts of desalination plant discharges on the marine environment: A critical review of published studies. *Water Research* 44, 5116-5128.
- Roth, F., Lessa, G., Wild, C., Kikuchi, R., & Naumann, M. (2016). Impacts of high-discharge submarine sewage outfall on water quality in the coastal zone of Salvador (Bahia, Brazil). *Marine Pollution Bulletin*.
- Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Davidson, N., Förster, J., & Coates, D. (2013). *The Economics of Ecosystem and Biodiversity for Water and Wetlands*. London and Brussels: Ramsar Secretariat, Gland.
- Sabine Lattermann, T. H. (2008). Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. *Desalination* 220, 1-15.
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2016). *Guía metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el SEIA*. Santiago.
- Skewes, F. (2017). Autorización ambiental para actividades de desalinización de agua de mar. *Revista de Derecho Ambiental*, 35-39.
- State Water Resources Control Board. (2015). *California Ocean Plan, Water Quality Control Plan*. California.

Superintendencia de Servicios Sanitarios. (2018). *Informe de Gestión del Sector Sanitario 2017*. Santiago.

Vannote, R. L., Minshall, G., Cummins, K. W., Sedell, J., & Cushing, C. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 37., 130-138.

World Resources Institute. (2005). *Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua*. Washington, DC.: World Resources Institute.

Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la fecha 9 de Marzo de 1994 , modificada por la Ley N° 20.417 (2010)

Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, texto refundido, coordinado y sistematizado (Según D.O. del 7-12-2002 y D.S. N°40 DE 2013)

Decreto N°40 del Ministerio del Medio Ambiente. Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, publicado en el Diario Oficial el 12-08-2013.

California Legislative Information, Water Code – Water Division 3. Supervision of dams and reservoirs, Dams and Reservoirs.

Ley 21/2013, de evaluación ambiental, publicada en el Boletín Oficial del Estado de la fecha 11 de diciembre de 2013, número 296. España.

Protection of the Environment Operations Act 1997, No 156. New South Wales Government, Australia.

Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación Mexicana el 30 de mayo del 2000. Última Reforma DOF 31-10-2014. México.

Reglamento General sobre los Procedimientos de Impacto Ambiental (EIA), Decreto Ejecutivo N° 31849, del 24 de mayo de 2004. Costa Rica.

Anexo A - Embalses

Tabla 19 Cantidad de proyectos de embalses y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
Segunda	1.00	2.73	0.00	0.00
Tercera	2.00	12.80	1.00	490.00
Cuarta	9.00	11.69	4.00	145.40
Quinta	10.00	7.75	4.00	232.82
Sexta	18.00	263.22	3.00	89.71
Séptima	14.00	10.32	1.00	55.00
Octava	1.00	0.59	2.00	800.00
Novena	11.00	1.84	0.00	0.00
Décima	0.00	0.00	0.00	0.00
Undécima	3.00	11.26	0.00	0.00
Duodécima	3.00	0.15	0.00	0.00
Decimotercera	0.00	0.00	0.00	0.00
Decimocuarta	4.00	0.49	0.00	0.00
Decimoquinta	0.00	0.00	1.00	77.74
Decimosexta	2.00	0.29	1.00	149.80
RM	7.00	7.87	1.00	85.00
Interregional	0.00	0.00	1.00	492.00
Total	85.00	330.99	19.00	2617.47

Anexo B - Obras de drenaje o desecación

Tabla 20 Cantidad de proyectos de drenaje o desecación y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Tercera	2.00	0.24	0.00	0.00
Cuarta	2.00	0.14	0.00	0.00
Quinta	0.00	0.00	0.00	0.00
Sexta	2.00	0.38	0.00	0.00
Séptima	33.00	21.30	0.00	0.00
Octava	1.00	0.07	0.00	0.00
Novena	8.00	1.66	0.00	0.00
Décima	24.00	3.86	0.00	0.00
Undécima	5.00	0.51	0.00	0.00
Duodécima	1.00	0.22	0.00	0.00
Decimotercera	0.00	0.00	0.00	0.00
Decimocuarta	14.00	2.07	0.00	0.00
Decimoquinta	0.00	0.00	0.00	0.00
Decimosexta	0.00	0.00	0.00	0.00
RM	3.00	0.30	0.00	0.00
Interregional	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	95.00	30.75	0.00	0.00

Tabla 21 Proyectos de drenaje o desecación utilizados en el trabajo de título.

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Superficie (ha)
Drenaje Superficial fundo San Pedro-Coihueco	Décima	0.2088	280
Construcción de drenaje subsuperficial en Fundo Los Acacios	Séptima	0.1209	34.7
Drenaje Zapallar varios roles	Séptima	0.1700	99.04
Construcción de drenaje subsuperficial en Lote E de la Reserva de la Hijuela Sexta o El Culenar de la Hacienda La Montaña .	Séptima	18.1931	54.54
Drenaje Parcela 40 Viena	Séptima	0.1768	33.97
Construcción de drenaje subsuperficial, Agrícola Santa Daniela Ltda, Fundo Los Maitenes	Séptima	0.0762	41.83

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Superficie (ha)
Construcción de Drenaje Subsuperficial, Agrícola Santa Laura, Fundo San Félix	Séptima	0.2559	86
Construcción de Drenaje superficial en predio Buena Vista	Séptima	0.0476	-
Drenaje Predio Las Vegas Lote B, Comuna de Máfil	Decimocuarta	0.1400	70
Drenaje El Peral	Séptima	0.0865	33.08
DRENAJE SUPERFICIAL FUNDO PANQUECO BANDURRIAS	Decimocuarta	0.2190	408.7
Drenaje Superficial Fundo El Ñady	Décima	0.1632	243
Drenaje Superficial Parcelas Quepe Drenaje Superficial Parcelas Quepe	Novena	0.1840	149
Declaración de Impacto Ambiental Drenaje Purissima II . (e-seia)	Séptima	0.1025	36.18
Declaración de Impacto Ambiental Drenaje Juan XXIII (e-seia)	Séptima	0.0863	30.38
Declaración de Impacto Ambiental Drenaje San Gregorio II (e-seia)	Séptima	0.1228	53.87
Declaración de Impacto Ambiental Drenaje Trapiche (e-seia)	Séptima	0.1607	60.4
Declaración de Impacto Ambiental Drenaje Hijuela Primera (e-seia)	Séptima	0.1428	50.2
Drenaje Superficial fundo Tronlico El Cardo, Santa Isabel, Parcela 1 y 3 Tronlico, Regina, Tronlico, Sta. Isabel Lote 2, Parcelas 6, 7 y 5 parcelación Regina, y Parcela 2 Tronlico, Drenaje Superficial (e-seia)	Decimocuarta	0.3648	490
Drenaje Superficial fundo San Pedro, Pozos Brujos, y Parc. 6 lote A, Parc. 7, Parc.	Decimocuarta	0.3054	395

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Superficie (ha)
8 y Parc. 4, parcelación La Plata (e-seia)			
Drenaje Superficial Fundo Puyehue (e-seia)	Decimocuarta	0.0403	-
DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DRENAJE CAMARICO . (e-seia)	Séptima	0.1341	89.2
DRENAJE CHEQUENLEMU . (e-seia)	Séptima	0.1456	23.47
DRENAJE LOS QUILLAYES . (e-seia)	Séptima	0.1829	60.65
DRENAJE SANTA BEGOÑA . (e-seia)	Séptima	0.1235	30
DRENAJE PARRONCILLO II . (e-seia)	Séptima	0.0808	18.17
DRENAJE SAN GREGORIO . (e-seia)	Séptima	0.0698	31.52
CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SUBSUPERFICIAL EN HIJUELA TERCERA DEL FUNDO TRAPICHE (e-seia)	Séptima	0.0001	-
Drenaje Superficie Fundo El Retamo, Los Rocíos y La Paloma (e-seia)	Décima	0.2609	456
Drenaje Superficie fundo Quebrada Honda Lote 1 y El Ñady Lote 2 (e-seia)	Décima	0.1942	254
Drenaje Superficie Fundo San Andres, Carril y Nochaco (e-seia)	Décima	0.1758	258
Drenaje Superficial Fundo Los Maños (e-seia)	Undécima	0.0404	-
Proyecto Drenaje Superficial El Retiro (e-seia)	Décima	0.1034	166
Drenaje Subsuperficial Agrícola Manto Verde (e-seia)	Séptima	0.2759	133.6
DRENAJE SUPERFICIAL SAN ANTONIO (e-seia)	Novena	0.3500	179
DRENAJE SUPERFICIAL NEHUENTUE (e-seia)	Novena	0.0680	65

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Superficie (ha)
Drenaje Santa Elisa (e-seia)	Sexta	0.0850	75.18
Construcción de sistema de drenaje subsuperficial en Parcelas n°3 y 4 ambas de la Hijuela Segunda de los Fundos San Gregorio y El Faro. Drenaje de los Fundos San Gregorio y El Faro. (e-seia)	Séptima	0.0540	-
Drenaje Santa Sofía II (e-seia)	Séptima	0.0300	-
Drenaje Santa Cristina Drenaje Santa Cristina (e-seia)	Séptima	0.0300	-
Drenaje Fruticola Dosal fruticola dosal (e-seia)	Séptima	0.0350	-
Drenaje Tres Montes III drenaje 3 montes (e-seia)	Séptima	0.0300	-
Drenaje Superficial fundo El Ñadi-Parc. Lote3 (e-seia)	Décima	0.2579	285
Proyecto Drenaje Superficial Fundo Bonanza 0 (e-seia)	Décima	0.1492	172.3
Sistema de disposicion de riles Viña Falernia S.A. (e-seia)	Cuarta	0.0300	
Drenaje Predio Maile (e-seia)	Décima	0.1922	232.6
DRENAJE EL SAUCE (e-seia)	Séptima	0.0300	-
Drenaje Superficial Fundo Los Notros (e-seia)	Décima	0.1322	158.5
Drenaje Superficial Fundo Pufayo (e-seia)	Décima	0.1860	248.3
Drenaje Superficial Fundo El Ñady (e-seia)	Décima	0.1081	272.37
Drenaje Fundo Guaico Alto (e-seia)	Séptima	0.0365	-
Drenaje Purísima Linares (e-seia)	Séptima	0.1120	92.4
Drenaje Predio San Francisco Curifruta S.A (e-seia)	Séptima	0.0670	48.9
Drenaje Superficial Predio Los Nogales (e-seia)	Décima	0.0868	78

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Superficie (ha)
Sistema de drenaje (e-seia)	Sexta	0.2900	90
Drenaje Superficial Fundo Bellavista (e-seia)	Décima	0.1825	285.3
Drenaje Superficial Fundo Santa Elena (e-seia)	Decimocuarta	0.1495	444.5
DRENAJE EL SILENCIO 2-COMUNA DE CISNES (e-seia)	Undécima	0.1346	81
Drenaje Fundo Puchaura (e-seia)	Décima	0.2092	400.08
DRENAJE SUPERFICIAL 31,41 HAS PARTE PREDIO EL RETIRO (e-seia)	Novena	0.0329	-
Drenaje Superficial de Predios Maihue Anira, Maihue Hij2, Lumaco Alto y El Roble (e-seia)	Decimocuarta	0.0564	41.19
Drenaje Paullin (Segunda Presentación) (e-seia)	Décima	0.1664	271.9
Drenaje Reserva Ventana El Alto (e-seia)	Séptima	0.0300	-
Proyecto de Drenaje Los Mallines - Santa Ema (e-seia)	Novena	0.0920	41.3
Drenaje Comunitario Fundo Los Laureles (e-seia)	Décima	0.2009	-
DRENAJE FUNDO LA ENCIERRA (e-seia)	Decimocuarta	0.0967	-
Drenaje San Camilo (e-seia)	Séptima	0.0350	-
Drenaje Superficial El Álamo - Tierra del Fuego (e-seia)	Duodécima	0.2200	376.91
"Proyecto Drenaje Superficial Fundo Hueyusca" (e-seia)	Décima	0.0001	-
Drenaje Agrícola Predio Santa Amelia del Cardonal (e-seia)	RM	0.1395	-
DRENAJE COMUNITARIO PREDIOS SANTA CARMEN (e-seia)	Décima	0.1617	252

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Superficie (ha)
DRENAJE FUNDO COÑICO (e-seia)	Décima	0.0977	201.5
DRENAJE COMUNITARIO PREDIOS EL CARDO (e-seia)	Decimocuarta	0.0873	208.26
DRENAJE FUNDO DOLLINCO-PURENTO (e-seia)	Decimocuarta	0.1238	205.12
DRENAJE FUNDO CASAS DEL SUR (e-seia)	Decimocuarta	0.2324	487.16
Drenaje Fundo Ponhuipa (e-seia)	Decimocuarta	0.1600	387.6
Drenaje Oro Sur S.A. (e-seia)	Novena	0.2184	95.85
Drenaje Subsuperficial Lote A3 Fundo Perales (e-seia)	Tercera	0.1234	44.2
Drenaje Subsuperficial Lote A2 Fundo Perales Vallenar (e-seia)	Tercera	0.1173	57.6
Proyecto de Drenaje Agrícola El Cardonal de Paine (e-seia)	RM	0.0733	-
Drenaje Predio La Herradura (e-seia)	Décima	0.1424	487.74
Drenaje Hijueta Dollinco	Decimocuarta	0.0067	-
Drenaje Fundo Llanquihue	Décima	0.0200	-
Proyecto de Drenaje Mallín Predio El Esfuerzo Villa Santa Lucía	Décima	0.0600	41.19
Drenaje Fundo Lautaro II Etapa	Octava	0.0700	42
Drenaje Fundo Entre Ríos Panguipulli	Decimocuarta	0.0900	69.8
Proyecto de Drenaje Fundo Polulo	RM	0.0850	74.7
Drenaje Extrapredial Botacura (Segunda Presentación)	Novena	0.4800	866.5
Construcción del Dren Barraza Bajo Comuna de Ovalle	Cuarta	0.1100	48
Drenaje Frutillar - Pellines	Décima	0.4000	1595

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Superficie (ha)
Drenaje Proyecto de Parcelación Quilpin	Séptima	0.0600	40
Drenaje Extrapredial Cayulfe - Maitinco	Novena	0.2300	304
Drenaje Flor del Maule	Undécima	0.1200	92
Drenaje Palena II	Undécima	0.0900	92
Drenaje Valle Simpson	Undécima	0.1300	250

Anexo C – Obras de dragado

Tabla 22 Cantidad de proyectos de dragado y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	6.00	13.35	0.00	0.00
Segunda	2.00	11.88	0.00	
Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
Cuarta	0.00	0.00	0.00	0.00
Quinta	5.00	17.18	1.00	20.00
Sexta	0.00	0.00	0.00	0.00
Séptima	0.00	0.00	0.00	0.00
Octava	21.00	39.48	2.00	191.57
Novena	0.00	0.00	0.00	0.00
Décima	2.00	2.40	0.00	0.00
Undécima	0.00	0.00	0.00	0.00
Duodécima	4.00	8.08	0.00	0.00
Decimotercera	0.00	0.00	0.00	0.00
Decimocuarta	1.00	4.26	0.00	0.00
Decimoquinta	2.00	6.00	0.00	0.00
Decimosexta	0.00	0.00	0.00	0.00
RM	0.00	0.00	0.00	0.00
Interregional	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	43.00	102.62	3.00	211.57

Tabla 23 Proyectos de dragado utilizados en el análisis del trabajo de título.

Nombre	Tipo	Región	Inversión (MMUS\$)	Volúmen (m3)
CONCESIÓN VIAL PUENTE INDUSTRIAL	EIA	Octava	180.00	350000
Conservación Calado Vía de Navegación Río Lebu	DIA	Octava	9.00	206000
Construcción de Espigón de abrigo para amparo de naves menores y pesca artesanal	DIA	Octava	2.38	96000
Obra de Regulación y Retención de Sedimentos en Río Andalién, Región del Biobío	EIA	Octava	11.57	128000
Proyecto Dragado en Zona marítima Común del Puerto San Antonio	EIA	Quinta	20.00	802000
Conservación Vía de Navegación Río Valdivia, Región de los Ríos	DIA	Decimocuarta	4.26	238000
Dragado de Profundización Portuaria de Sitio 4 del Puerto de Iquique	DIA	Primera	4.00	60500
Profundización Sitios 2 y 3, Terminal 1 Complejo Portuario Mejillones, II Región	DIA	Segunda	10.00	149000
Dragado Concesión Sitios 4 y 5, Puerto San Antonio, Región de Valparaíso	DIA	Quinta	10.70	42800
Conservación Vía de Navegación Bahía Chilota, Porvenir	DIA	Duodécima	7.38	222000
Dragado Sitio N° 7, Muelle N° 2, de Portuaria Lirquén S.A.	DIA	Octava	2.00	140000
Conservación Calado Caleta San Marcos	DIA	Primera	3.54	37500
Conservación Calado Caleta Cavancha, I Región	DIA	Primera	0.61	4000
Dragado Área de Protección para Embarcaciones -Sector Achao Isla de Quinchao (e-seia)	DIA	Décima	1.61	65700
MEJORAMIENTO DEL CALADO DE CALETA DE PESCADORES ANCUD (e-seia)	DIA	Décima	0.79	6000
Segunda Etapa Dragado del Frente 2B del Puerto de Arica (e-seia)	DIA	Decimoquinta	3.00	211000
DRAGADO SITIO DE ATRAQUE MUELLE JURELES (e-seia)	DIA	Octava	1.03	42700

Nombre	Tipo	Región	Inversión (MMUS\$)	Volúmen (m3)
DRAGADO CANALIZO DEL SITIO 1 DE PORTUARIA TALCAHUANO- SAN VICENTE DRAGADO (e-seia)	DIA	Octava	0.70	30000
Dragado del Muelle de Pasarela de Enap Refinerías S.A., Bahía San Vicente, Talcahuano, Región del Bio Bio Dragado de Puertos (e-seia)	DIA	Octava	7.60	300000
Declaracion de Impacto Ambiental Dragado Muelle1, sitio 1,2 y 3 Puerto Lirquen (e-seia)	DIA	Octava	1.80	72221
DRAGADO SITIO NORTE DEL TERMINAL MARITIMO SAN VICENTE DE ABASTIBLE S.A. DRAGADO ABASTIBLE (e-seia)	DIA	Octava	2.00	76500
Dragado de los Sitios 1, 2 y 3 del Puerto de San Vicente Dragado SVTI (e-seia)	DIA	Octava	2.00	70000
Dragado del Frente 2B del Puerto de Arica (e-seia)	DIA	Decimoquinta	3.00	52000
DRAGADO MUELLE 2 DE PORTUARIA LIRQUÉN (e-seia)	DIA	Octava	0.82	40000
DRAGADO SITIOS NORTE Y SUR MUELLE COMPAÑÍA SIDERÚRGICA HUACHIPATO S.A. (e-seia)	DIA	Octava	5.20	175000
Relleno de la Poza Club de Botes Salvavidas - Empresa Portuaria Iquique Relleno de la Poza Club de Botes Salvavidas - EPI (e-seia)	DIA	Primera	4.35	19620
PROFUNDIZACION SITIOS 2 Y 3 FRENTE DE ATRAQUE N° 1 PUERTO VALPARAISO, V REGION (e-seia)	DIA	Quinta	3.50	70000
DRAGADO SECTOR CALETA DE PESCADORES ARTESANALES GUARDIAMARINA RIQUELME (e-seia)	DIA	Primera	0.82	12300
Dragado de Conservacion del Sitio 6 de la Empresa Portuaria Valparaiso (e-seia)	DIA	Quinta	1.95	12000
Construcción Playa Artificial El Trocadero (e-seia)	DIA	Segunda	1.88	33300

Nombre	Tipo	Región	Inversión (MMUS\$)	Volúmen (m3)
Dragado de Mantenimiento Frente de Atraque N° 1 Puerto de Valparaíso (e-seia)	DIA	Quinta	1.00	80000
Extracción de Arenas desde la Bahía de Concepción (e-seia)	DIA	Octava	1.20	700000
Faena de Dragado Ribera Norte del Río Bio-Bio	DIA	Octava	1.15	450000

Anexo D – Defensa o alteración de cuerpos fluviales

Tabla 24 Cantidad de proyectos de defensa o alteración de cuerpos fluviales y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	7	140.82	0	0
Segunda	12	123.76	0	0
Tercera	0	0.00	0	0
Cuarta	3	19.46	0	0
Quinta	2	40.60	1	20.40
Sexta	1	0.00	0	0
Séptima	0	0.00	0	0
Octava	6	176.79	0	0
Novena	4	7.09	0	0
Décima	0	0.00	0	0
Undécima	0	0.00	0	0
Duodécima	2	10.20	0	0
Decimotercera	0	0.00	0	0
Decimocuarta	0	0.00	0	0
Decimoquinta	1	1.50	0	0
Decimosexta	1	0.28	0	0
RM	7	92.59	0	0
Interregional	0	0.00	0	0
Total	46	613.08	1	20.40

Tabla 25 Proyectos de defensa o alteración de cuerpos fluviales utilizados en el análisis de este trabajo de título. En negrita proyectos que realizaron EIA.

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Volumen movido (m3)
Saneamiento y recuperación de terrenos ribereños por medio de la construcción del canal Acha, sector Coraceros Comuna de Arica	Decimoquinta	1.50	74116.00
Normalización Río de la Mano, Punta Arenas, XII Región. (e-seia)	Duodécima	7.20	93000.00
CONSTRUCCIÓN OBRAS DE REGULACIÓN SECTOR PARQUE D""AGOSTINI, PUNTA ARENAS. (e-seia)	Duodécima	3.00	96000.00
Obras de Protección de Cauce CMCC	Primera	6.80	97000.00
Defensas Fluviales Tramos 6 y 7 Comunas de Panquehue y San Felipe de la Ruta 60 CH	Quinta	32.77	135614.00
Proyecto Construcción Relleno Borde Costero Ex Isla Serrano EPI (e-seia)	Primera	4.71	146976.60
Construcción de Defensas Fluviales Río Cautín Urbano Temuco y Padre Las Casas, Región de La Araucanía	Novena	4.00	166033.00
Construcción Defensas Fluviales Estero Culebrón, Sector Puente La Vega, Puente La laguna y Tramo Intermedio, Región de Coquimbo (e-seia)	Cuarta	6.32	177735.00
Obras para el Control de Aluviones y Arrastre de Sedimentos en Quebrada de Macul, Región Metropolitana (e-seia)	RM	12.63	185041.00
Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebrada Salar del Carmen	Segunda	5.60	191383.00
Construcción Variante Camino Hualqui - Quilacoya, Provincia de Concepción, región del Biobío.	Octava	7.73	217073.00
Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebradas Club Hípico Bonilla y Farellones	Segunda	3.10	229800.00

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Volumen movido (m3)
Sistemas de Disipación de Energía Aluvional Quebradas El Toro y Caliche	Segunda	16.00	237256.00
Mejoramiento Estero Quilque, Los Angeles, Región del BíoBío	Octava	28.37	249660.00
Sistemas de Disipación de Energía Aluvional Quebradas Universidad de Antofagasta Jardín del Sur y el Huáscar	Segunda	7.44	254190.00
Obras de Control Aluvional Quebrada Tres Puntas, Ciudad de Tocopilla (e-seia)	Segunda	9.18	268665.00
Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebradas La Cadena El Ancla Riquelme Baquedano y Uribe	Segunda	16.00	288757.00
Obras de Control Aluvional Quebrada Barriles y Afluentes, Ciudad de Tocopilla, Región de Antofagasta (e-seia)	Segunda	20.09	303896.00
CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS FLUVIALES RÍO LIMARÍ, SECTOR: PTE. LA CHIMBA BALNEARIO EL PEÑÓN, OVALLE, REGIÓN DE COQUIMBO (e-seia)	Cuarta	8.38	310556.00
CANAL NUEVO COCINERA - EL BATO (e-seia)	Cuarta	4.76	334080.00
Construcción Defensas Fluviales Quebrada de Tarapacá, Sectores Quillahuasa, Tarapacá, Huarasiña, Carora, Amalo	Primera	20.55	408548.00
Reposición Ruta O-60, Sector Chiguayante - Hualqui, Provincia de Concepción, VIII Región del Biobío	Octava	20.69	433673.00
Proyecto Parque Fluvial Padre Renato Poblete	RM	30.00	440000.00
Sistema de Disipación de Energía Aluvional Quebrada la Chimba II Region de Antofagasta	Segunda	5.35	447674.00
Defensas Fluviales Río Aconcagua para camino Internacional Ruta 60 Ch Sector 1 Los Andes - Panquehue V Región	Quinta	20.40	474332.00
Canal Colector de Aguas LLuvias Hondonada Río Viejo, Comunas de Cerro Navia y Pudahuel (e-seia)	RM	9.31	522567.00

Nombre	Región	Inversión (MMU\$)	Volumen movido (m3)
Obras de aguas lluvias y saneamiento interno Centro Industrial	RM	5.45	687826.00
Obras de Control Aluvional Quebrada Tal tal y Afluentes, Ciudad Taltal, Región de Antofagasta (e-seia)	Segunda	21.87	817880.00
Construcción Defensas Fluviales Quebrada de Tarapacá, Sectores Achacagua, Huaviña, Mocha, Laonzana	Primera	38.23	831215.00
Construcción de Obras Fluviales Río Mapocho, Sector Rural, Región Metropolitana (e-seia)	RM	16.13	1018562.00
Construcción Defensas Fluviales Quebrada de Camiña, Sectores, Camiña, Cuisama, Jaszara, Quistagama	Primera	17.67	1132662.00
Construcción Defensas Fluviales Quebrada de Camiña, Sectores Saopagua, Yalañuzco, Francia, Yalamanta, Calatambo	Primera	48.38	1192925.00
Mejoramiento Interconexión Vial Costanera Concepción Chiguayante, Provincia de Concepción, Región de Biobío	Octava	85.85	1522022.00
CANALIZACION DEL ESTERO LAS CRUCES, TRAMO RUTA 57 A DESEMBOCADURA ESTERO LAMPA (e-seia)	RM	17.00	3103904.00
Encauzamiento con Extracción de Material Excedente, Rio Putaendo	Quinta	7.82	3412800.00
Diseño de Obras Fluviales Río Andalién, Esteros Nonguén y Palomares, VIII Región del Bío Bío OBRAS RIO ANDALIEN (e-seia)	Octava	34.11	2072791730.00

Anexo E – Sifones

Tabla 26 Cantidad de proyectos de sifones y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	0	0.00	0	0
Segunda	2	0.68	0	0
Tercera	1	0.62	0	0
Cuarta	6	0.94	0	0
Quinta	4	120.56	0	0
Sexta	1	16.36	0	0
Séptima	0	0.00	0	0
Octava	0	0.00	0	0
Novena	0	0.00	0	0
Décima	1	0.03	0	0
Undécima	0	0.00	0	0
Duodécima	0	0.00	0	0
Decimotercera	0	0.00	0	0
Decimocuarta	0	0.00	0	0
Decimoquinta	0	0.00	0	0
Decimosexta	0	0.00	0	0
RM	1	0.00	0	0
Interregional	0	0.00	1	60
Total	16	139.188481	1	60

Tabla 27 Proyectos de sifones utilizados en el análisis de este trabajo de título.

Nombre	Región	Tipo	Inversión (MMUS\$)	Largo (m)
Extensión de red de Alcantarillado Loteos La Marina y Padre Eduardo Alvear, El quisco	Quinta	DIA	120	50
Modificación del proyecto de Construcción de Sifón Río Loa en Puente Dupont-Calama	Segunda	DIA	0.35	46
Reparación Sifon Quebrada Los Sueros Canal San Jose	Segunda	DIA	0.6243	498
Construcción de Sifón Río Loa en puente Dupont-Calam	Segunda	DIA	0.3275	33.2
Aumento capacidad recirculación AGUAS DRENAJE Mina A procesos	Sexta	DIA	16.36	12

Nombre	Región	Tipo	Inversión (MMUS\$)	Largo (m)
Sifón Río Aconcagua sector San Esteban	Quinta	DIA	0.2168	189
Sifón Estero Viña del Mar Puente Libertad	Quinta	DIA	0.1331	104
Atravesos en el Río Esperanza. Cultivos Marinos Chiloea	Décima	DIA	0.0259	185
Suministro Construcción y Operación Aducción de Agua Pampa Puno	Interregional	EIA	60	750
Proyecto de Mejoramiento Parcial Canal Población (Sifón) - Río Choapa	Cuarta	DIA	0.241	253
Proyecto de Mejoramiento de cruce Estero Clarillo Ramal La Isla	RM	DIA	0	145
Sifón para atraveso de Aguas Servidas del Río Aconcagua	Quinta	DIA	0.21	500
Reparación Canal Molino Los Ranchos	Cuarta	DIA	0.05	180
Reparación Canal Barraco Grande	Cuarta	DIA	0.19	650
Reparación Canal Romeral de Limari	Cuarta	DIA	0.24	600
Reparación Canal Manzano	Cuarta	DIA	0.15	300
Reparación Canal Grande de Sotaguí	Cuarta	DIA	0.07	200

Anexo F – Acueductos

Tabla 28 Cantidad de proyectos de acueductos y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	1	5.50	0	0.00
Segunda	1	3.30	1	3500.00
Tercera	1	1.20	0	0.00
Cuarta	2	12.13	0	0.00
Quinta	1	3.37	0	0.00
Sexta	7	32.32	1	22.90
Séptima	5	16.18	0	0.00
Octava	10	55.15	0	0.00

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Novena	3	24.91	0	0.00
Décima	4	17.90	0	0.00
Undécima	0	0.00	0	0.00
Duodécima	1	0.32	0	0.00
Decimotercera	0	0.00	0	0.00
Decimocuarta	3	5.55	0	0.00
Decimoquinta	0	0.00	0	0.00
Decimosexta	0	0.00	0	0.00
RM	9	48.28	1	12.00
Interregional	0	0.00	0	0.00
Total	48	226.10	3	3534.90

Tabla 29 Proyectos de acueductos utilizados en este trabajo de título. En negrita proyectos que realizaron EIA.

Nombre	Región	Inversión (MMUS\$)	Largo (m)	Caudal (m3/s)
Ampliación PMGD Los Portones	Decimocuarta	1.500	-	5.00
Entubamiento Canal Las Quiscas II	RM	0.127	280	2.15
Minicentral hidroeléctrica La Compañía	Sexta	6.400	261	7.00
Reingreso Modificación de Cauce Estero La Laucha	Novena	0.210	1081.8	12,48
Minicentral Hidroeléctrica Los Presidentes	RM	5.000	75.5	25.00
Estación de Bombeo Alimentador Canal Pencahue, Región del Maule	Séptima	5.543	176	4.00
ENTUBAMIENTO DE CANAL EVACUADOR DE AGUAS LLUVIA ORTUZANO	RM	0.214	550	5.18
Central Hidroeléctrica de Pasada Río Coihueco	Décima	5.250	1280	25.00

Nombre	Región	Inversión (MMUS\$)	Largo (m)	Caudal (m3/s)
Minicentrales Hidroeléctricas La Viña, Alto La Viña, El Brinco y La Bifurcada	Octava	3.600	126	19.82
Evacuación de aguas lluvias, conjunto habitacional Aytue, Comuna de Quellón	Décima	0.400	143	2.65
Minicentral Hidroeléctrica El Galpón	Séptima	2.300	760	5.00
Minicentrales Hidroeléctricas Quitralman 1 y 2	Octava	5.755	775.4	5.12
"Regularización del Proyecto de Abovedamiento de diversos tramos de los canales San Carlos Viejo, Las Perdices y La Turca, al interior del predio San Joaquín del Peral".	RM	1.908	532	19.30
Entubamiento Canal Las Quiscas	RM	0.400	736	2.20
Minicentral Hidroeléctrica Licura	Octava	2.084	38	5.12
Optimización Obras Hidráulicas, Tranque de Relaves COEMIN N° 1	Tercera	1.200	950	30.00
Central Hidroeléctrica de Pasada Los Pinos	Décima	11.500	2235	5.20
Red de Riego Canal Sur	Sexta	22.900	30600	7.00
MODIFICACIONES PROYECTO CENTRAL DE PASADA TACURA, APROBADO MEDIANTE RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL N° 147/2008	Novena	19.200	720	3.95

Nombre	Región	Inversión (MMUS\$)	Largo (m)	Caudal (m3/s)
Central Hidroeléctrica Caliboro (Reingreso)	Octava	4.810	512	13.50
Central Hidroeléctrica Santa Isabel (Reingreso)	Octava	4.679	7278	9.00
Central Hidroeléctrica de Melo	Octava	8.475	860.5	13.80
Regularización Canal Aducción Rio Zahuil	Decimocuarta	0.050	1094	2.50
Central Hidroeléctrica CH Nancagua (reingreso)	Octava	4.660	820	6.00
Minicentrales Hidroeléctricas Munilque 1, Munilque 2 y Bureo	Octava	11.000	17000	19.00
Red de Riego Canal Norte, Tramo 1a Convento Viejo	Sexta	3.500	12000	7.00
Estanques de Regulación Salida Complejo Las Vizcachas	RM	36.000	260	9.00
Diseño de Ingeniería Colectores de Aguas Lluvia Central Bajo, Los Álamos y Calle Cuatro	Quinta	3.373	3476.15	9.50
Trazado de Agua a Chiniquiray	Primera	5.500	20507	0.25
Central Hidroeléctrica de Pasada Alto Renaico	Octava	5.088	13.9	8.00
Red de Riego Primaria, Embalse Convento Viejo: Canal Transferencia Canal Convento Viejo	Sexta	2.000	3500	3.60
Atraveso aéreo de alcantarillado sobre quebrada, sector San Ramón, La Serena	Cuarta	0.127	144	0.02
Minicentral Hidroeléctrica Duao	Séptima	3.000	290	10.10
Minicentral Hidroeléctrica ODT	Séptima	4.270	24	20.00
Minicentral Hidroeléctrica Pando	Séptima	1.065	272	4.36

Nombre	Región	Inversión (MMUS\$)	Largo (m)	Caudal (m3/s)
CENTRAL HIDROELÉCTRICA ALLIPEN	Novena	5.500	140	15.50
CENTRAL HIDROELÉCTRICA MULCHÉN	Octava	5.000	3523	13.50
Interconexión Embalse El Yeso Acueducto Laguna Negra	RM	12.000	4641	4.00
Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias Av. Venancia Elgueta, Comuna de Punta Arenas, Región de Magallanes y Antártica Chilena. (e-seia)	Duodécima	0.315	22.3	2.70
Suministro Complementario de Agua Desalinizada para Minera Escondida	Segunda	3500.000	180000	3.20
Canalización y Entubamiento Desvío Quebrada El Manzano y rebalse Embalse La Dehesa (e-seia)	RM	0.374	471	9.60
Manejo de Aguas Naturales Túnel de Desvío Río Cuncumen (e-seia)	Cuarta	12.000	5200	15.00
Canales Primarios, Nilahue (e-seia)	Sexta	8.521	9345	8.50
Central Don Walterio 0 (e-seia)	Decimocuarta	4.000	1250	3.00
Canal MAtriz Nilahue, Tramo II (e-seia)	Sexta	1.200	5000	26.00
Canal Matriz Nilahue I (e-seia)	Sexta	4.200	6500	29.00
Mejoramiento de Acueducto Hidroeléctrica Cuchildeo (e-seia)	Décima	0.750	950	-

Nombre	Región	Inversión (MMUS\$)	Largo (m)	Caudal (m3/s)
Obras de Regadío Embalse Convento Viejo - Proyecto Túnel La Lajuela (e-seia)	Sexta	6.500	1280	-
SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIA, AREA URBANA COMUNA DE CURACAVÍ (e-seia)	RM	2.423	6281	22.23
Proyecto Aguas Lluvias Colector Diagonal Reny Comuna de Cerro Navia (e-seia)	RM	1.830	4086	4.20
Acueducto	Segunda	3.300	8210	0.04

Anexo G – Centrales Hidroeléctricas

Tabla 30 Cantidad de proyectos de centrales hidroeléctricas y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	0	0.00	0	0.00
Segunda	0	0.00	0	0.00
Tercera	1	9.00	0	0.00
Cuarta	2	12.80	0	0.00
Quinta	0	0.00	1	62.81
Sexta	5	251.60	6	1330.80
Séptima	9	585.30	11	581.30
Octava	8	195.32	6	731.60
Novena	10	177.54	1	22.00
Décima	14	177.10	4	459.01
Undécima	1	4.00	1	24.00
Duodécima	0	0.00	0	0.00
Decimotercera	0	0.00	0	0.00
Decimocuarta	12	236.85	3	269.70
Decimoquinta	0	0.00	0	0.00
Decimosexta	0	0.00	5	301.30
RM	2	26.28	1	700.00
Interregional	6	81.00	6	758.25
Total	70	1756.79	45	5240.77

Tabla 31 Centrales hidroeléctricas que realizaron EIA.

Nombre	Región	Potencia Instalada (MW)	Caudal (m3/s)	Superficie inundada (ha)	Volumen Embalse (m3)
CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL RÍO CHAICA	Décima	7.3	10	0.184	300
Proyecto Hidroeléctrico Embalse Digua	Séptima	19.98	30		
Minicentrales Hidroeléctricas de pasada Aillín y Las Juntas	Octava	13.6	3		
Central Hidroeléctrica Nido de Águilas	Sexta	125	30	143.97	
Mini Central Hidroeléctrica de Pasada Cipresillos	Sexta	12	3.9		
Proyecto Hidroeléctrico de Pasada Agua Viva	Interregional	31	29	1.3	
CENTRAL HIDROELÉCTRICA RÍO COLORADO	Séptima	15	10		
CENTRAL HIDROELÉCTRICA EMBALSE ANCOA	Séptima	27	26		
Central Hidroeléctrica Rucalhue	Octava	90	700	139	72x10 ⁵
Pequeña Central Hidroeléctrica de Pasada Halcones	Decimosexta	12	12		45000
Central Hidroeléctrica Chupallar, Obras de Generación y Transmisión	Séptima	19	17		
EIA Pequeñas Centrales Hidroeléctricas de Pasada Florín II y Florín III	Decimocuarta	17.6	15.2		
Central Hidroeléctrica Añihuerraqui	Novena	9	2.5		

Nombre	Región	Potencia Instalada (MW)	Caudal (m3/s)	Superficie inundada (ha)	Volumen Embalse (m3)
Pequeña Central Hidroeléctrica de Pasada El Pinar	Interregional	11.5	7		
Central Hidroeléctrica Embalse Bullileo .	Séptima	8	10		
Central Hidroeléctrica Los Hierros II, Obras de Generación y Transmisión	Séptima	5.1	25.3		
Central hidroeléctrica Túnel Melado Obras de Generación y de Transmisión	Séptima	3	24		
Pequeña Central Hidroeléctrica de Pasada Baquedano	Decimosexta	17.8	20		
Proyecto Hidroeléctrico Molinos de Agua Proyecto Hidroeléctrico Molinos de Agua	Decimosexta	20	32		
Central Hidroeléctrica La Mina	Séptima	30	33		
Central Hidroeléctrica Los Hierros	Séptima	19.85	23		
Minicentral Hidroeléctrica Piruquina	Décima	7.6	32	47.6	1.75x10 ⁶
PROYECTO HIDROELÉCTRICO ALTO MAIPO Exp. N°105	RM	531	92		
CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL PASO	Sexta	26.84	8		
Central Hidroeléctrica San Pedro	Decimocuarta	144	420	282	3x10 ⁸
Central Hidroeléctrica Osorno	Interregional	58.2	200	235.48	4.3x10 ⁷

Nombre	Región	Potencia Instalada (MW)	Caudal (m3/s)	Superficie inundada (ha)	Volumen Embalse (m3)
Mini Centrales Hidroeléctricas de Pasada Palmar - Correntoso	Décima	13	5.5		
Central Hidroeléctrica Los Lagos	Interregional	52	200	191,9	2.46x10 ⁶
Central Hidroeléctrica Los Cóndores	Séptima	150	25		
Central Hidroeléctrica Chacayes	Sexta	106	72.5	18	8x10 ⁵
central hidroelectrica laja	Octava	25.1	220	50	
Central Hidroeléctrica Rucatayo	Interregional	60	200	48	5.2x10 ⁶
Proyecto Hidroeléctrico Licán Río Licán X Región (Segunda Presentación)	Decimocuarta	17	6		1x10 ⁵
Proyecto Hidroeléctrico La Higuera	Sexta	300	100	5.9	1.1x10 ⁵
Central Hidroeléctrica Hornitos Subestación Eléctrica y Línea de Alta Tensión	Quinta	55	13	3.8	172500
Central Hidroeléctrica Quilleco	Octava	65.3	130		
Central Hidroeléctrica Lago Atravesado	Undécima	10.5	20.3		2x10 ⁷
Central Hidroeléctrica Rucue	Octava	160	130		
Central Hidroeléctrica Ralco	Interregional	570	368	3467	1.22x10 ⁹
Centrales Hidroeléctricas Peuchén-Central Mampil-S/E Rucue	Octava	121	45	8.5	369360
Central Hidroeléctrica Alto Cachapoal	Sexta	352	65.3		
Central Hidroeléctrica Loma Alta	Séptima	38.2	84		
Central de Pasada Mediterráneo	Décima	210	171		

Nombre	Región	Potencia Instalada (MW)	Caudal (m3/s)	Superficie inundada (ha)	Volumen Embalse (m3)
Minicentral de Pasada Itata	Decimosexta	20	45		
Central Ñuble de Pasada	Decimosexta	136	100	37	

Anexo H – Sistema de alcantarillado de aguas servidas

Tabla 32 Cantidad de proyectos de alcantarillado de aguas servidas y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	5	2.92	0	0
Segunda	4	51.76	0	0
Tercera	2	1.56	0	0
Cuarta	5	2.26	1	1
Quinta	16	17.37	0	0
Sexta	13	16.20	0	0
Séptima	25	9.73	0	0
Octava	12	72.37	0	0
Novena	22	18.49	0	0
Décima	9	1.51	0	0
Undécima	8	3.84	0	0
Duodécima	2	0.62	0	0
Decimotercera	0	0.00	0	0
Decimocuarta	6	1.83	0	0
Decimoquinta	1	0.41	0	0
Decimosexta	5	9.59	0	0
RM	17	163.35	0	0
Interregional	0	0.00	0	0
Total	152	373.83	1	1

Anexo I – Sistema de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias cuando se interconecten con redes de alcantarillado de aguas servidas

Tabla 33 Cantidad de proyectos de alcantarillado o evacuación de aguas lluvias y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	0	0.00	0	0
Segunda	0	0.00	0	0
Tercera	0	0.00	0	0
Cuarta	1	1.10	0	0
Quinta	2	4.66	0	0
Sexta	1	1.60	0	0
Séptima	1	0.15	0	0
Octava	1	0.00	0	0
Novena	2	0.38	0	0
Décima	1	1.86	0	0
Undécima	0	0.00	0	0
Duodécima	1	6.30	0	0
Decimotercera	0	0.00	0	0
Decimocuarta	0	0.00	0	0
Decimoquinta	0	0.00	0	0
Decimosexta	0	0.00	0	0
RM	17	764.04	0	0
Interregional	0	0.00	0	0
Total	27	780.09	0	0

Anexo J – Sistemas de agua potable

Tabla 34 Cantidad de proyectos de agua potable y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	12	115.75	1	18
Segunda	11	282.69	0	0
Tercera	10	19.34	2	550
Cuarta	1	0.35	0	0
Quinta	7	5.16	0	0
Sexta	14	13.12	0	0
Séptima	94	1868.21	0	0

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Octava	34	16.36	0	0
Novena	5	14.40	0	0
Décima	4	4.81	0	0
Undécima	9	9.41	0	0
Duodécima	2	2.13	0	0
Decimotercera	0	0.00	0	0
Decimocuarta	1	0.30	0	0
Decimoquinta	9	9.94	1	45
Decimosexta	22	4.83	0	0
RM	42	64.84	0	0
Interregional	0	0.00	0	0
Total	277	2431.64	4	613

Anexo K – Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario

Tabla 35 Cantidad de proyectos de tratamiento de aguas de origen domiciliario y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	8	5.59	0	0.00
Segunda	12	153.70	0	0.00
Tercera	15	19.04	0	0.00
Cuarta	20	12.20	0	0.00
Quinta	31	238.98	2	5.93
Sexta	47	108.21	0	0.00
Séptima	114	91.17	3	30.80
Octava	45	106.93	1	9.00
Novena	51	57.93	4	5.63
Décima	45	66.81	1	15.05
Undécima	14	7.93	0	0.00
Duodécima	6	7.39	0	0.00
Decimotercera	0	0.00	0	0.00
Decimocuarta	24	27.22	2	7.50
Decimoquinta	6	5.26	0	0.00
Decimosexta	29	48.69	0	0.00
RM	57	235.18	7	826.54
Interregional	1	0.00	0	0.00
Total	525	1192.26	20	900.45

Tabla 36 Proyectos de aguas servidas utilizados en este trabajo de título.

Nombre	Región	Habitantes	Caudal (l/s)
Estación Depuradora de Aguas Servidas (EDAS) de la Ciudad de Valdivia (Segunda Presentación)	Decimocuarta	26800	300
Estación Depuradora de Aguas Servidas de la Ciudad de Valdivia	Decimocuarta	26800	300
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Ligua	Quinta	36903	85.3
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Limache	Quinta	38744	85.3
Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas Localidad Villarrica	Novena	51229	174
Mejoramiento Alcantarillado y Tratamiento Aguas Servidas de Lota	Octava	63154	159
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Linares	Séptima	86492	1200
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la Ciudad de Curicó	Séptima	171238	1370
Sistema de Tratamiento Integral de Las Aguas Servidas de Puerto Montt Segunda Parte	Décima	183109	1267
Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada	RM	187945	657
Recolección Tratamiento y Disposición de las Aguas Servidas de Temuco y Padre Las Casas	Novena	210587	1430
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Talca	Séptima	227748	902
100% Saneamiento de la Cuenca de Santiago	RM	1938546	6600
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Santiago Sur	RM	2620000	6400
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana	RM	3780000	9400
Mapocho Urbano Limpio	RM		0
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Talagante	RM		0
Infraestructura Sanitaria de Aguas Servidas Localidad de La Paz	Novena		2.31

Nombre	Región	Habitantes	Caudal (l/s)
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas San José de Maipo	RM		125
Tratamiento de las Aguas Servidas de la Ciudad de Pucón	Novena		0

Anexo L – Emisarios Submarinos

Tabla 37 Cantidad de proyectos de emisarios submarinos y su inversión por región.

Región	DIA APROBADA		EIA APROBADA	
	N°	COSTO (MM US\$)	N°	COSTO (MM US\$)
Primera	3	2.74	0	0.00
Segunda	7	9.17	2	801.80
Tercera	10	68.26	2	518.00
Cuarta	4	0.66	2	10.51
Quinta	3	4.87	3	165.74
Sexta	1	0.40	0	0.00
Séptima	0	0.00	1	2.60
Octava	18	39.13	1	4.00
Novena	0	0.00	0	0.00
Décima	49	20.18	0	0.00
Undécima	3	2.08	0	0.00
Duodécima	17	20.76	0	0.00
Decimotercera	0	0.00	0	0.00
Decimocuarta	2	1.45	1	65.00
Decimoquinta	0	0.00	0	0.00
Decimosexta	0	0.00	1	60.00
RM	0	0.00	0	0.00
Interregional	0	0.00	0	0.00
Total	117	169.69	13	1627.65

Tabla 38 Proyectos de emisarios submarinos utilizados en el análisis de este trabajo de título.

Nombre	Región	Caudal (m3/s)	Largo (m)
Emisario Submarino de Taltal	Segunda	0.07	1000
Los Vilos: Planta de tratamiento físico de aguas servidas y emisario submarino	Cuarta	0.113	1850

Nombre	Región	Caudal (m3/s)	Largo (m)
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas y Emisario Submarino de Quintero	Quinta	0.212	1350
San Antonio; Planta de Tratamiento Físico de Aguas Servidas y Emisarios Terrestre y Submarino	Quinta	0.54	772.5
Planta Desalinizadora Minera Candelaria	Tercera	0.655	250
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó	Tercera	0.84	180
Planta desalinizadora y suministro de agua industrial	Segunda	0.854	1400
MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL ACTUAL SISTEMA DE DESCARGA DE EFLUENTES TRATADOS DE PLANTA CONSTITUCIÓN	Séptima	1.04	468
Sistema de Conducción y Descarga al mar de Efluentes Tratados de Planta Valdivia Sistema de Conducción y Descarga al Mar	Decimocuarta	1.15	2075
Sistema de Conducción y Descarga al mar de los efluentes del CFI Nueva Aldea	Decimosexta	1.2	2015
Coquimbo: Planta de tratamiento de agua servidas y emisario submarino	Cuarta	1.25	1114
Proyecto Aconcagua	Quinta	1.36	696.7
Emisario Submarino Bahía San Vicente	Octava		

Anexo M – Plantas desalinizadoras

Tabla 39 Proyectos de plantas desalinizadoras utilizados en el análisis de este trabajo de título.

Nombre	Región	Año ingreso	Tipología	Caudal planta (l/s)	Caudal salmuera (l/s)
Enapac	Tercera	2017	a.1	1750	4000
Suministro Complementario de Agua Desalinizada para Minera Escondida	Segunda	2008	a.5	3200	4500

Nombre	Región	Año ingreso	Tipología	Caudal planta (l/s)	Caudal salmuera (l/s)
Módulos de desalación de agua de mar, Ventanas N° 3	Quinta	2018	c	588	773
Central Termoelectrica Nueva Ventanas	Quinta	2006	c	6.944	5.14
Proyecto Minero Quebrada Blanca Fase 2	Primera	2016	i.1	865.00	
Proyecto Antucoya	Segunda	2010	i.4	48.15	
Adecuación Planta Desaladora RT Sulfuros	Segunda	2017	ñ.4	840	
Ampliación Planta Desalinizadora de agua de mar, Central Termoeléctrica Angamos	Segunda	2015	ñ.4	213.9	341.67
Planta Desaladora Tocopilla	Segunda	2015	o.3	200	329
Planta Desalinizadora de Agua de Mar para la Región de Atacama, Provincias de Copiapó y Chañaral	Tercera	2014	o.3	1200	1467
Proyecto Planta de Agua Potable Atacama	Tercera	2013	o.3	1000	1260
Actualización y Ampliación Planta Desaladora La Chimba	Segunda	2013	o.3	250	1136
Planta Desaladora Sur Antofagasta	Segunda	2011	o.3	1000	1078.74
Planta de Osmosis Inversa	Segunda	2001	o.3	4.6	3.1
Planta Desaladora de Agua de Mar Antofagasta - II Región Chile	Segunda	2001	o.3	600	
Planta Desalinizadora de Antofagasta II Región	Segunda	1998	o.3	925	1291.67
Ampliación de la Capacidad de Producción de Agua Potable en Arica; Captaciones Costeras	Decimoquinta	1996	o.3	550	128

Nombre	Región	Año ingreso	Tipología	Caudal planta (l/s)	Caudal salmuera (l/s)
Sondajes Lluta Bajo y Planta Desalinizadora					
Proyecto Aconcagua	Quinta	2017	o.6	1000	1360
Planta Desaladora de Pisagua	Primera	2015	o.6	4	400
Planta desalinizadora y suministro de agua industrial	Segunda	2015	o.6	1600	854
Planta Desalinizadora Minera Candelaria	Tercera	2010	o.6	300	655
Planta Desalinizadora Hornitos	Segunda	2010	o.6	4.34	7
Abastecimiento de Agua Desalada Mantoverde	Tercera	2010	o.6	884.17	552.22
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó	Tercera	2009	o.6	600	844.91
Instalación Planta Desalinizadora (e-seia)	Segunda	2004	o.6	4.34	6.48
Segunda Modificación Proyecto Mantos de la Luna	Segunda	2012	o.9	8.68	
Planta Desalinizadora Guacolda	Tercera	2018	o.7	1400	1711
Planta Desaladora Bahía Caldera	Tercera	2013	t	92.6	138.89
Planta Desalinizadora Piloto (e-seia)	Segunda	2004	t	7	2.28

Anexo N – Cartas enviadas a instituciones relacionadas

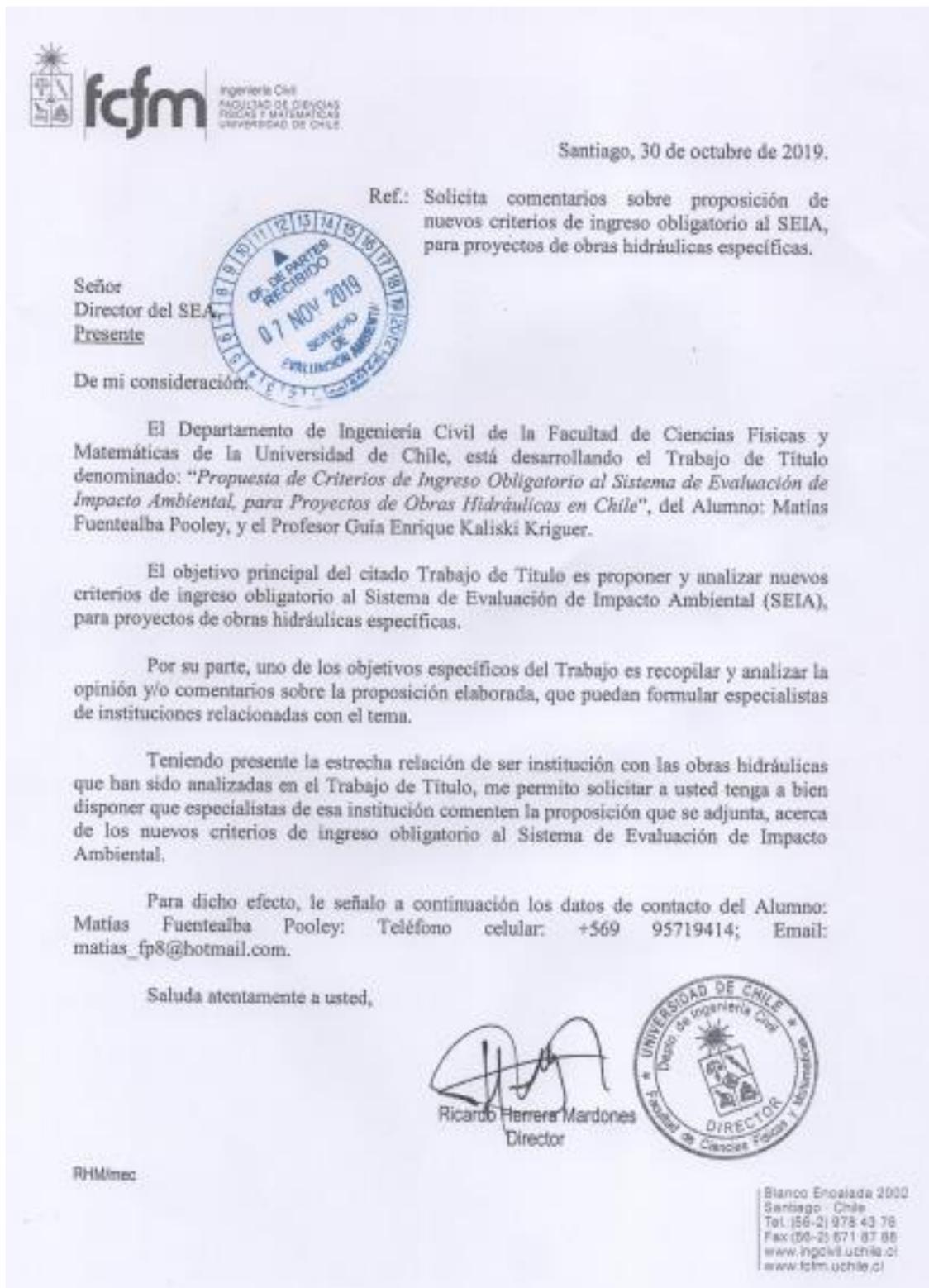


Figura 10 Carta enviada al SEA.

Santiago, 30 de octubre de 2019.

Ref: Solicita comentarios sobre proposición de nuevos criterios de ingreso obligatorio al SEIA para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Señor
Director General de Aguas,
Presente

De mi consideración:

El Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, está desarrollando el Trabajo de Título denominado: "*Propuesta de Criterios de Ingreso Obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, para Proyectos de Obras Hidráulicas en Chile*", del Alumno: Matias Fuentealba Pooley, y el Profesor Guía Enrique Kaliski Krieger.

El objetivo principal del citado Trabajo de Título es proponer y analizar nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Por su parte, uno de los objetivos específicos del Trabajo es recopilar y analizar la opinión y/o comentarios sobre la proposición elaborada, que puedan formular especialistas de instituciones relacionadas con el tema.

Teniendo presente la estrecha relación de ser institución con las obras hidráulicas que han sido analizadas en el Trabajo de Título, me permito solicitar a usted tenga a bien disponer que especialistas de esa institución comenten la proposición que se adjunta, acerca de los nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para dicho efecto, le señalo a continuación los datos de contacto del Alumno: Matias Fuentealba Pooley; Teléfono celular: +569 95719414; Email: matias_fp8@hotmail.com.

Saluda atentamente a usted,


Ricardo Herrera Mardones
Director



RHM/mac

Banco Encolada 2002
Santiago - Chile
Tel: (56-2) 978 43 76
Fax: (56-2) 871 87 88
www.ingpvc.uchile.cl
www.fcm.uchile.cl

Figura 11 Carta enviada a la DGA.

Santiago, 30 de octubre de 2019.

Ref.: Solicita comentarios sobre proposición de nuevos criterios de ingreso obligatorio al SEIA, para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Señor
Director Nacional DOH,
Presente

De mi consideración:

El Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, está desarrollando el Trabajo de Título denominado: "*Propuesta de Criterios de Ingreso Obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, para Proyectos de Obras Hidráulicas en Chile*", del Alumno: Matías Fuentealba Pooley, y el Profesor Guía Enrique Kaliski Krieger.

El objetivo principal del citado Trabajo de Título es proponer y analizar nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Por su parte, uno de los objetivos específicos del Trabajo es recopilar y analizar la opinión y/o comentarios sobre la proposición elaborada, que puedan formular especialistas de instituciones relacionadas con el tema.

Teniendo presente la estrecha relación de ser institución con las obras hidráulicas que han sido analizadas en el Trabajo de Título, me permito solicitar a usted tenga a bien disponer que especialistas de esa institución comenten la proposición que se adjunta, acerca de los nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para dicho efecto, le señalo a continuación los datos de contacto del Alumno: Matías Fuentealba Pooley: Teléfono celular: +569 95719414; Email: matias_fp8@hotmail.com.

Saluda atentamente a usted,



Edmundo Encalada 2002
Santiago - Chile
Tel: (56-2) 878 43 76
Fax: (56-2) 871 87 88
www.ingcivil.uchile.cl
www.fcfm.uchile.cl

Figura 12 Carta enviada a la DOH.

Santiago, 30 de octubre de 2019.

Ref.: Solicita comentarios sobre proposición de nuevos criterios de ingreso obligatorio al SEIA, para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Señor
José Vargas,
Presidente SOCHID,
Presente

De mi consideración:

El Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, está desarrollando el Trabajo de Título denominado: "*Propuesta de Criterios de Ingreso Obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, para Proyectos de Obras Hidráulicas en Chile*", del Alumno: Matías Fuentealba Pooley, y el Profesor Guía Enrique Kaliski Krüger.

El objetivo principal del citado Trabajo de Título es proponer y analizar nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Por su parte, uno de los objetivos específicos del Trabajo es recopilar y analizar la opinión y/o comentarios sobre la proposición elaborada, que puedan formular especialistas de instituciones relacionadas con el tema.

Teniendo presente la estrecha relación de ser institución con las obras hidráulicas que han sido analizadas en el Trabajo de Título, me permito solicitar a usted tenga a bien disponer que especialistas de esa institución comenten la proposición que se adjunta, acerca de los nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para dicho efecto, le señalo a continuación los datos de contacto del Alumno: Matías Fuentealba Pooley: Teléfono celular: +569 95719414; Email: matias_fp8@hotmail.com.

Saluda atentamente a usted,



RHM/mec



SOCHID
SOCIETAT CHILENA D'ENGINERÍA
SOCIETY OF CHILEAN ENGINEERS



Ricardo Herrera Mardones
Director



Blanco Encalada 2010
Santiago - Chile
Tel: 29 678 48 18
Fax: 29 671 87 88
www.ingenieria.uchile.cl
www.fcfm.uchile.cl

Figura 13 Carta enviada a la SOCHID.



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Santiago, 30 de octubre de 2019.

Ref.: Solicita comentarios sobre proposición de nuevos criterios de ingreso obligatorio al SEIA, para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Sra.
Ministra del Medio Ambiente,
Presente



De mi consideración:

El Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, está desarrollando el Trabajo de Título denominado: "*Propuesta de Criterios de Ingreso Obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, para Proyectos de Obras Hidráulicas en Chile*", del Alumno: Matías Fuentealba Pooley, y el Profesor Guía Enrique Kaliski Kriguer.

El objetivo principal del citado Trabajo de Título es proponer y analizar nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), para proyectos de obras hidráulicas específicas.

Por su parte, uno de los objetivos específicos del Trabajo es recopilar y analizar la opinión y/o comentarios sobre la proposición elaborada, que puedan formular especialistas de instituciones relacionadas con el tema.

Teniendo presente la estrecha relación de ser institución con las obras hidráulicas que han sido analizadas en el Trabajo de Título, me permito solicitar a usted tenga a bien disponer que especialistas de esa institución comenten la proposición que se adjunta, acerca de los nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para dicho efecto, le señalo a continuación los datos de contacto del Alumno: Matías Fuentealba Pooley; Teléfono celular: +569 95719414; Email: matias_fp8@hotmail.com.

Saluda atentamente a usted,


Ricardo Herrera Mardones
Director



RH:mec

Banco Encalada 2002
Santiago - Chile
Tel: (56-2) 978 43 76
Fax: (56-2) 671 67 80
www.ingovr.uchile.cl
www.fcfm.uchile.cl

Figura 14 Carta enviada al MMA.

Anexo O – Cartas de respuesta de DOH y SEA



ORD DOH N° 5857

ANT: Carta facultad de Ciencias U de Chile 5/N° de fecha 30/10/2019 (N° Proceso: 13542019).

MAT: Responde solicitud de comentarios a Propuesta de nuevos criterios de ingreso obligatorio al SIDA.

SANTIAGO, 06 DIC 2019

**DE: CLAUDIO DARRIGRANDI N.
DIRECTOR NACIONAL DE OBRAS HIDRÁULICAS**

**A: RICARDO HERRERA M.
DIRECTOR FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE**

Junto con saludo y en respuesta a lo solicitado en vuestra carta del ANT., le informo que el día martes 03 de diciembre fue recibido por el suscrito en nuestras oficinas el alumno Matías Fuentesalba, junto con el Jefe del Departamento de Medio Ambiente (DEMAT) de la DOH para conocer la propuesta de la Tesis que desarrolla el alumno. Posteriormente el día 04 de diciembre el alumno se entrevistó con el Jefe DEMAT, donde se analizó la propuesta remitida en vuestra carta del ANT.

Saluda atentamente a Ud.,

CLAUDIO DARRIGRANDI NAVARRO
Director Nacional de Obras Hidráulicas

DAT

DISTRIBUCIÓN:

- Deco nacional
- cc. Sr. Daniel Rivera T. / Jefe Depto. de Medio Ambiente y Territorio DOH
- Oficina de Partes

N° Proceso 13637464

Z:\Oficinas\Firma-Director(a)\Externos-MOP\Respuesta Tesis UdCh Matias Fuentesalba.docx

Figura 15 Carta respuesta DOH.



Carta N° 191430 /

Santiago, 18 DIC 2019

Señor
Ricardo Herrera Mardones
Director
Universidad de Chile
Presente

De mi consideración:

Junto con saludar, informo a usted que con fecha 11 de diciembre hemos recibido al Sr. Matias Fuentealba Pooley por audiencia lobby Folio AW004AW 770929 con motivo de su carta donde nos solicitan realizar comentarios sobre proposición de nuevos criterios de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, para proyectos de obras hidráulicas específicas.

El Servicio de Evaluación Ambiental valora esta iniciativa, y según lo planteado en audiencia hemos fijado nueva reunión para el día 21 de enero a las 09:00 am. en nuestras oficinas ubicadas en Miraflores 222 piso 19, la cual deberá ser solicitada por plataforma lobby.

Nuestro apoyo se traducirá en el interés de recibirles para compartir la presentación a nuestro equipo técnico.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



BERNÁN BRUCHER VALENZUELA
Director Ejecutivo
Servicio de Evaluación Ambiental

PBB/acz

Figura 16 Carta respuesta SEA.