



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPTO DE CONSERVACION Y PROT DE RECURSOS HIDRICOS

APOYO A LA ACTUALIZACION DEL MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSERVACION Y PROTECCION DE RECURSOS HIDRICOS

LICITACION 1019-89-LE14

INFORME FINAL CORREGIDO

REALIZADO POR:

HIDROMAS Ltda.

Santiago, DICIEMBRE 2014

1.-	INTRODUCCIÓN	3
2.-	OBJETIVOS	4
2.1	Objetivo General.....	4
2.2	Objetivos Específicos	4
3.-	METODOLOGIA	4
3.1	Análisis Conceptual	4
3.2	Selección de Tipo de Proyectos.....	8
3.3	Identificación de actividades	11
3.4	Identificación de Impactos	16
3.5	Codificación de Impactos.....	25
3.6	Revisión de metodologías utilizadas en los EIA's a nivel nacional	26
3.7	Revisión de metodologías utilizadas a nivel internacional	26
4.-	RESULTADOS: PROPUESTA ORIGINAL.....	27
4.1	Resumen conceptual de los resultados de la identificación, predicción y evaluación de impactos	27
4.2	Metodologías utilizadas en los EIA's para la Identificación de impactos sobre los recursos hídricos a nivel nacional e internacional	29
4.3	Matriz Tipología de proyectos, sus actividades e impactos sobre recursos hídricos	30
4.4	Metodologías utilizadas en los EIA's para la Predicción de impactos sobre recursos hídricos a nivel nacional e internacional	30
4.5	Metodologías utilizadas para la Evaluación de impactos sobre recursos hídricos	39
4.5.1	Análisis y sistematización de variables que caracterizan los impactos.....	39
4.5.2	Relación con la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 11 letra b) efectos adversos sobre recursos naturales renovables.....	47
4.5.3	Análisis y sistematización de características o variables que caracterizan al recurso	51
4.5.4	Propuesta de Diagrama de Evaluación Ambiental de Impactos.....	55
4.5.5	Cruce de variables que pueden determinar si se esta en presencia de un posible impacto significativo.....	64
5.-	RESULTADOS: PROPUESTA MODIFICADA	65
5.1	Contexto	65
5.2	Esquema Conceptual	66
5.3	Etapas de Identificación	67
5.4	Etapas de Predicción	71
5.5	Etapas de Evaluación.....	73



PROYECTO
Apoyo a la Actualización del Manual de Normas y Procedimientos para la Conservación y Protección de
Recursos Hídricos



6.- DISCUSIÓN y CONCLUSIONES.....	79
7.- RECOMENDACIONES	81
8.- GLOSARIO.....	87
9.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
10.- ANEXOS	92
10.1 METODOLOGIAS DE EIA	92
10.2 ACTAS DE REUNIONES	92
10.3 PLANILLAS EXCEL DE PRODUCTO 1.....	92
10.4 BIBLIOGRAFIA.....	92
10.5 LAMINAS	92

1.- INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas es un Órgano de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA) que participa en la evaluación ambiental de los proyectos que se someten al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Considerando que la componente recursos hídricos, interviene directa o indirectamente en el desarrollo de alguna de las etapas de los proyectos, lo que conlleva a que el 60%¹ aproximadamente, de los proyectos evaluados ambientalmente sean revisados por la DGA. Lo anterior se traduce en que el tipo de proyectos es amplio y diverso.

La Dirección General de Aguas, es un servicio público con una estructura tal que los pronunciamientos de sus Centros de Responsabilidad o Direcciones Regionales a lo largo del país, reflejan los lineamientos entregados por su Director General. Lograr lo anterior no resulta simple y para ello cuenta, dentro de sus unidades técnicas al Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos, el cual entrega lineamientos, que reflejan la política del Servicio, hacia los profesionales que se desempeñan en las direcciones regionales a lo largo del país, en diversas materias, todas relacionadas con la preservación de los recursos hídricos.

Con el objeto de que los pronunciamientos de la DGA, en el marco de la evaluación ambiental de proyectos, a lo largo del país fueran homogéneos y reflejo de la política de Servicio, durante el año 2007, el Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos generó la primera versión del Manual de Normas y Procedimientos para la Conservación y Protección de Recursos Hídricos². Con este documento, que es eminentemente técnico, se buscó, dentro de varios objetivos, entregar criterios para ser utilizados por los profesionales de las direcciones regionales, haciendo énfasis en aquellos tipos de proyectos que eran más recurrentes y de mayor envergadura, no entrando en el detalle de la totalidad de proyectos que podrían ser revisados por la DGA.

Además de lo indicado precedentemente, se debe tener en cuenta que en dicha época la rotación de profesionales en el ámbito ambiental era importante, por lo que el tener un documento escrito con los criterios de la DGA resultaba imperante para lograr la homogenización señalada anteriormente.

Cabe señalar que el Manual indicado, abarca una serie de tópicos que van más allá de la evaluación ambiental de proyectos, como lo es la gestión y operación de las redes de calidad de aguas, operación ante emergencias ambientales, por nombrar algunas. Sin embargo, aunque pueda ser necesario que eventualmente la DGA también aborde dichas temáticas, lo que resulta primordial es lo vinculado a la evaluación ambiental de proyectos.

Han pasado ya 7 años desde la creación de dicho documento, ha cambiado la legislación ambiental vigente en el país, y por lo tanto resulta relevante que dicho instrumento se actualice y se amplíe a un mayor número de tipos de proyectos, recogiendo la experiencia que se ha acumulado en las personas y en el tiempo.

¹ Estimación propia en base a la experiencia del jefe de proyecto

² SIT N° 132/2007

2.- OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Generar los insumos que den respaldo a la actualización del Manual de Normas y Procedimientos para la Conservación y Protección de Recursos Hídricos, en lo referente a la evaluación ambiental de proyectos.

2.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos se ciñen a lo que buscan las bases del proyecto:

- Disponer de una matriz que identifique todas las actividades susceptibles de generar impactos sobre los RRHH por cada fase de un proyecto para cada tipología de proyecto.
- Además, disponer de una matriz que identifique todos los potenciales impactos sobre los recursos hídricos para las actividades más susceptibles de provocarlos.
- Contar con una sistematización de las diferentes metodologías, procedimientos y estrategias para la predicción de los potenciales impactos sobre recursos hídricos.
- Contar con una sistematización de las diferentes metodologías, procedimientos y estrategias a considerar en el SEIA para la predicción y evaluación de los potenciales impactos sobre los recursos hídricos.
- Contar con una descripción por tipo de impacto, incluyendo criterios y recomendaciones a considerar en el SEIA para la predicción y evaluación ambiental desde la perspectiva DGA.

3.- METODOLOGIA

A objeto de cumplir con los objetivos planteados para esta consultoría se ha procedido en diversas líneas de acción, que apuntan a abordar los diferentes aspectos requeridos. Es así como a continuación se señalan cuales han sido estos pasos y la explicación de cada uno de ellos.

- Análisis Conceptual
- Selección de tipologías de proyectos de interés para la DGA
- Identificación de actividades y obras por tipo de proyecto seleccionado
- Identificación de Impactos
- Codificación de Impactos
- Revisión de metodologías utilizadas en los EIAs a nivel nacional
- Revisión de metodologías utilizadas a nivel internacional

3.1 Análisis Conceptual

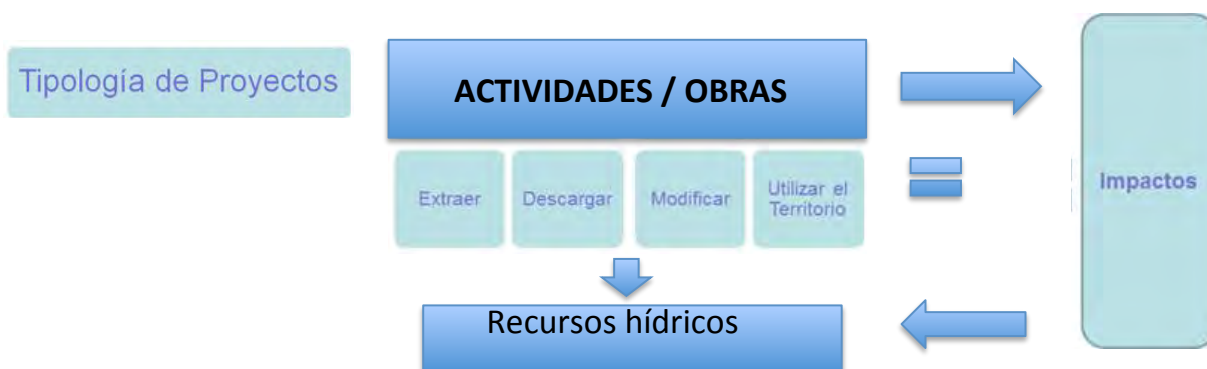
En las bases de la licitación se plantea el requerimiento de establecer los impactos por tipo de proyecto, y con esto establecer matrices de impacto, se ha considerado dar un enfoque distinto al tradicional, como el planteado en las bases, con la convicción que este nuevo enfoque permita entregar una herramienta más eficiente al trabajo del evaluador ambiental del Departamento de Protección y Conservación de Recursos Hídricos, de la Dirección General de Aguas.

Esta visión surge de la comprensión que el impacto sobre los recursos hídricos, se independiza del tipo de proyecto, y más bien se vincula a las actividades, obras y acciones, que pueden ser

comunes a varios tipos de proyectos. Lo relevante es identificar los efectos que se pueden tener sobre los recursos hídricos y a partir de ellos vincularlos a las actividades de los proyectos.

Lo anterior, puede ser visualizado en la Figura N° 3-1, donde se aprecia que la vinculación entre los impactos y los tipos de proyecto se da a través de las acciones o actividades de los proyectos, y por lo tanto a través de este último a la tipología de proyectos.

Figura N° 3-1: Esquema metodológico de identificación de impactos ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Realizando este análisis, se concluye que sea cual fuese el tipo de proyecto, las actividades que pueden alterar el recurso hídrico vienen de cuatro grandes acciones:

1. Extracción directa de recursos hídricos, tanto superficial como subterránea. Dicha acción para efectos de este trabajo se denominará como la acción de “Extraer”.
2. Descargas de elementos o compuestos que alteran la calidad del recurso hídrico, ya sea superficial o subterráneo. Esta acción se denominará como “Descargar”.
3. La modificación de cuerpos de agua, ya sea morfológicamente, u otra alteración que los modifique sean lacustres o glaciares, se denomina como acción “Modificar cuerpo de agua”.
4. La cuarta acción contiene todas aquellas actividades que impactan al recurso hídrico a través de la alteración del territorio en el que se ejecutan, generando impactos en los flujos del recurso hídrico, se denomina “Emplazamiento de obras”. En este punto vale pena señalar que los impactos se relacionan con la escorrentía tanto superficial como subterránea. (Ver diagrama Figura 3-2)

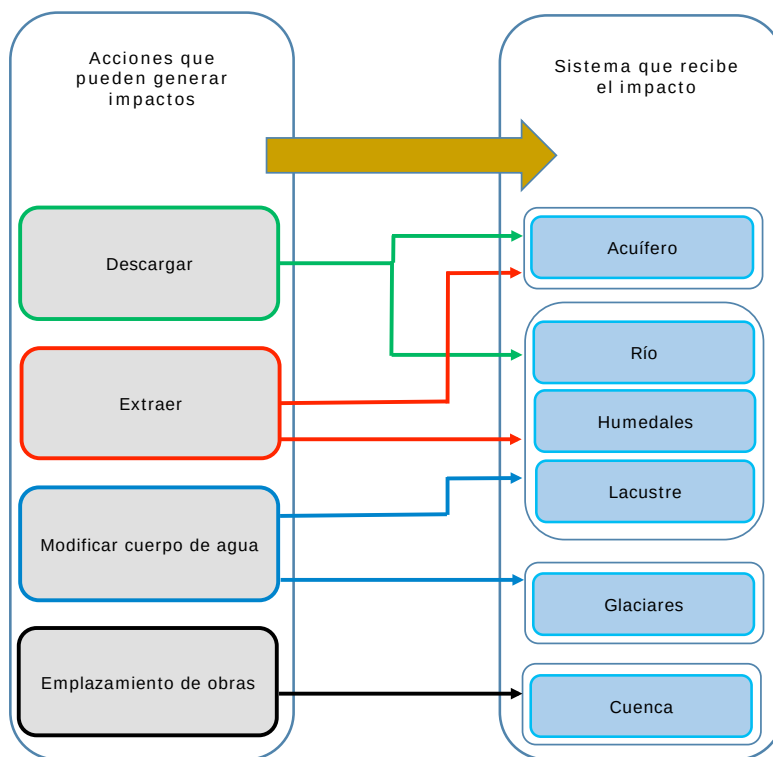
Figura N° 3-2: Diagrama explicativo sobre las actividades e impactos asociados a la fuente de impacto “Emplazamiento de obras”.



Fuente: Elaboración Propia

La conceptualización planteada puede ser visualizada en la Figura N° 3-3, donde se presentan las acciones que pueden provocar impacto en los recursos hídricos, acciones común a varios tipos de proyectos, y los cuerpos de agua o sistemas que pueden recibir los impactos producto de dichas acciones.

Figura N° 3-3: Esquema conceptual de enfoque de trabajo. Relación entre las acciones y el sistema que recibe el impacto



Fuente: Elaboración Propia

En relación a la Figura N° 3-3, el ejercicio de agrupar los diversos impactos sobre los recursos hídricos, provenientes de la multiplicidad de actividades que generan o forman parte de distintos tipos de proyectos, en las cuatro acciones que se señalaron y definieron, permite facilitar la evaluación de los impactos, desde la perspectiva de las acciones.

Considerando las acciones fuentes de impactos, resulta necesario identificar los cuerpos de agua o sistemas, que pueden recibir los impactos o en otras palabras que pueden ser impactados. Este análisis lleva a revisar lo indicado en las bases de licitación, en el cual, en el caso de las aguas subterráneas, se hace la distinción entre acuíferos protegidos, aguas milenarias, fuentes curativas, etc.

Dado el enfoque que se ha adoptado, se llega a la conclusión que para efectos de los impactos, dentro de las competencias de la DGA, no existiría diferencia entre un tipo de acuífero y otro. La diferenciación se realizaría en la etapa de la evaluación de los mismos, la que se vincula a la valoración de los impactos, o a determinar qué tan significativo es el impacto en esa componente, lo que sin duda depende del proyecto en particular y del área de emplazamiento de éste. Es así como se modifica lo señalado en las bases, quedando como se muestra en la Figura N° 3-4.

Cabe señalar que esta agrupación, así como una serie de otras decisiones, fueron presentadas a la contraparte técnica y consensuadas, en reuniones de trabajo.

Figura N° 3-4: Identificación de cuerpos de agua susceptibles de ser impactados

Propuesta	Anexo 5: Bases de Licitación	
Río	Aguas Superficiales continentales y álveos	- Alteración del régimen de caudales - Ascenso o descenso del nivel del agua - Modificación de la red de drenaje y/o alteración del libre escurrimiento de las aguas - Cambio en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua superficial - Modificación del régimen sedimentológico - Modificación de la geomorfología fluvial
Acuífero	Sectores de Acuíferos Protegidos	- Cambio en el régimen de recarga y descarga del acuífero - Alteración del flujo de aguas subterráneas - Cambio en el nivel de agua del acuífero - Modificación del volumen almacenado del acuífero - Cambio en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua subterránea
	Aguas Subterráneas	- Cambio en el régimen de recarga y descarga del acuífero - Alteración del flujo de aguas subterráneas - Cambio en el nivel de agua del acuífero - Modificación del volumen almacenado del acuífero - Cambio en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua subterránea
	Aguas Minerales y Fuentes curativas. Aguas Minerales y Fósiles	- Cambio en el régimen de recarga y descarga del acuífero - Alteración del flujo de aguas subterráneas - Cambio en el nivel de agua del acuífero - Modificación del volumen almacenado del acuífero - Cambio en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua
Glaciares	Glaciares	- Pérdida de masa de agua del glaciar - Modificación de la superficie o volumen de glaciar - Cambio en las propiedades físicas y químicas del hielo o nieve - Alteración del equilibrio térmico del glaciar - Cambio del aporte hídrico generado por el glaciar
Lacustre	Aguas detenidas	- Ascenso o descenso del nivel del agua - Cambio en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua superficial - Cambio en el nivel de trofia - Modificación de la hidrodinámica (proceso de mezcla) - Modificación de la morfología ribereña

Fuente: Elaboración Propia

Para efectos de mantener lo solicitado en las bases, la estructura de este trabajo se presentará de acuerdo a lo indicado.

3.2 Selección de Tipo de Proyectos

Como ha sido mencionado anteriormente, la identificación de los impactos se relaciona directamente con las actividades u obras que se pueden llevar a cabo en un proyecto, actividades u obras que pueden ser comunes a varias tipologías de proyectos y otras que serán específicas de dichos proyectos. Lo anterior, es considerando que existen actividades tales como construcción de bocatomas u obras en cauces que afectan los recursos hídricos, y son actividades comunes a todo tipo de proyecto que requiera extraer agua desde un cauce, pudiendo presentarse en proyectos mineros, hidroeléctricos, industriales, por nombrar algunos.

Sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, es necesario dirigir los esfuerzos a identificar las actividades que por un lado son comunes a varios tipos de proyectos, y por otro las que son específicas de un proyecto de interés y de competencia de la DGA, razón por la cual se ha realizado una pre-selección de los tipos de proyectos que pudieran ser de interés especial para la DGA a objeto de analizar en ellos sus actividades.

Considerando que la Ley N° 19.300, tipifica los proyectos que deben someterse al sistema de evaluación ambiental y que su Reglamento (DS 40/2012) los detalla en el artículo 3, se procedió a hacer una propuesta a la DGA, de los tipos de proyectos que debieran ser considerados en la presente consultoría. En esta propuesta se identificaron aquellos tipos de proyectos que en opinión del equipo consultor no existe duda que son de relevancia para la DGA por percibirse como más susceptibles de generar efectos adversos significativos sobre Recursos hídricos, aquellos que pudieran ser de interés, y aquellos que no deberían ser incorporados por estar ajenos a las competencias de la DGA, o por no ser prioritarios en esta etapa de organización de la DGA, aun cuando el recurso hídrico pudiera verse afectado en alguna de las fases de estos proyectos. Esta propuesta es presentada en las Tablas 3-1; 3-2 y 3-3.

Tabla N° 3-1: Propuesta de Tipos de Proyectos: Proyectos a ser considerados en la consultoría

Letra	Descripción de Tipo de Proyecto según Ley 19300
a)	Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas
c)	Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
i)	Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda;
j)	Oleoductos, gasoductos, ductos mineros u otros análogos
k)	Instalaciones fabriles, tales como metalúrgicas, químicas, textiles, productoras de materiales para la construcción, de equipos y productos metálicos y curtiembres, de dimensiones industriales;
l)	Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales;
m)	Proyectos de desarrollo o explotación forestal en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industrias de celulosa, pasta de papel y papel, plantas rastilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales;
n)	Proyectos de explotación intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos
o)	Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos;
p)	Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita;

Tabla N° 3-2: Propuesta de Tipos de Proyectos: Proyectos dudosos a ser considerados en la consultoría

Letra	Descripción de Tipo de Proyecto según Ley 19300
b)	Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones
e)	Aeropuertos, terminales de buses, camiones y ferrocarriles, vías férreas, estaciones de servicio, autopistas y los caminos públicos que puedan afectar áreas protegidas;
q)	Aplicación masiva de productos químicos en áreas urbanas o zonas rurales próximas a centros poblados o a cursos o masas de agua que puedan ser afectadas, y

Tabla N° 3-3: Propuesta de Tipos de Proyectos: Proyectos a no ser considerados en la consultoría

Letra	Descripción de Tipo de Proyecto según Ley 19300
d)	Reactores y establecimientos nucleares e instalaciones relacionadas
f)	Puertos, vías de navegación, astilleros y terminales marítimos
g)	Proyectos de desarrollo urbano o turístico, en zonas no comprendidas en alguno de los planes evaluados según lo dispuesto en el Párrafo 1 Bis;
h)	Proyectos industriales o inmobiliarios que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas;
ñ)	Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas;
r)	Proyectos de desarrollo, cultivo o explotación, en las áreas mineras, agrícolas, forestales e hidrobiológicas que utilicen organismos genéticamente modificados con fines de producción y en áreas no confinadas.

La propuesta del equipo consultor, fue presentada y discutida con la DGA en reunión sostenida (Acta 25 de agosto, anexo 10.2), y modificada y consensuada posteriormente. De acuerdo al análisis realizado con y por la DGA, los tipos de proyectos que serán considerados en esta consultoría son los que se presentan en la Tabla 3-4. De acuerdo a esta decisión se seleccionan los proyectos a considerar para este estudio, para un análisis más detallado, los que se presentan en un acápite posterior de este informe.

Tabla N° 3-4: Tipología de Proyectos seleccionados para el análisis de la consultoría.

Letra	Descripción de Tipo de Proyecto según Ley 19300
a)	Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas
c)	Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
i)	Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda;
l)	Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales;
m)	Proyectos de desarrollo o explotación forestal en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industrias de celulosa, pasta de papel y papel, plantas rastilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales;
o)	Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos;

Se hace necesario mencionar que en el caso del literal “o”, asociado a proyectos de saneamiento ambiental, se ha focalizado principalmente en rellenos sanitarios, más que a los sistemas de tratamiento de aguas servidas tanto domiciliarios como industriales. Lo anterior en consideración a que los proyectos de rellenos sanitarios ponen en riesgo a los sistemas subterráneos y al hecho que para las descargas de aguas servidas o riles tratados existe normativa vigente, lo que no sucede en el caso de aguas subterráneas.

3.3 Identificación de actividades

Seleccionada la tipología de proyectos sobre los cuales se analizarán, tanto las actividades u obras que pueden generar impacto sobre los recursos hídricos, se ha procedido a realizar una selección de proyectos que se hayan sometido a la evaluación ambiental mediante Estudios de Impacto Ambiental con el objetivo de:

- Identificar las acciones, actividades y obras propias de cada tipo de proyecto
- Analizar la metodología utilizada para la identificación, predicción y evaluación de impacto

La búsqueda se centró en los proyectos ingresados al SEIA en atención a que la documentación vinculada con ellos se encuentra disponible en extenso (www.seia.gob.cl), siendo esta la mejor fuente de descripción de las obras y actividades de los diversos tipos de proyectos. Asimismo se revisaron guías que el mismo servicio público ha desarrollado para diversos fines.

Considerando que la cantidad de proyectos varía dependiendo del tipo, en aquellos casos en los cuales existían muchos, se ha procedido a seleccionar algunos tomando como criterios, los siguientes:

- Que tuvieran una Resolución de Calificación Ambiental favorable
- Representatividad del proyecto, en relación a su localización en el territorio nacional.
- Proyectos de gran envergadura, en términos del tamaño de las obras o de la extensión de las mismas o el grado de afección de los recursos hídricos.

- Año de la presentación. Se privilegió, cuando fue posible, la selección de proyectos evaluados recientemente en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, de modo que los criterios y metodologías utilizadas sean de carácter actual.
- Estudios emblemáticos, en relación al efecto social que generó su evaluación
- Complejidad en su evaluación³

Cabe señalar que existen algunos tipos de proyectos que no permiten selección, tal es el caso de los proyectos de geotermia⁴, los que en el sistema de evaluación ambiental solo se han presentado dos y uno de ellos fue desistido. En este caso en particular y considerando que es de interés para la DGA, se ha procedido a buscar en otras fuentes información que permita identificar las actividades u obras típicas de este tipo de proyectos.

Cabe mencionar que dentro de los criterios está la complejidad de la evaluación ambiental, la que se recoge de la experiencia del equipo consultor, lo que permitió seleccionar ciertos proyectos que han resultado coincidentes con los incluidos por la DGA en su documentos incluido en las Bases de la presente Licitación identificado como “Diagnóstico de las Metodologías de Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales Utilizadas en Chile: Enfoque en materia de los Recursos Hídricos (Anexo 6 de las Bases).

A continuación, Tabla 3-5, se presentan los proyectos que han sido seleccionados para el análisis de sus actividades y obras.

³ Considerando la experiencia del equipo consultor se han incluido aquellos proyectos que sus evaluaciones ambientales resultaron complejas.

⁴ Los proyectos de geotérmicas entran en el literal c) por corresponder a centrales generadoras de capacidad de más de 3 MW

Tabla N° 3-5: Proyectos analizados

	TIPOLOGÍA	PROYECTO	AÑO	UBICACIÓN
1	a1	Tranque de Relaves Humo Corral	2009	Región de Coquimbo
2		Embalse Vale Hermoso	2011	Región de Coquimbo
3		Embalse Puntilla de Viento	2006	Región de Valparaíso
4	c	Proyecto hidroeléctrico Achibueno	2009	Región del Maule
5		Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo	2008	Región Metropolitana
6		Proyecto Hidroeléctrico Molinos de Agua	2011	Región del Biobío
7		Proyecto Hidroeléctrico Aysén	2008	Región de Aysén
8		Proyecto Hidroeléctrico Chupallar	2013	Región del Maule
9		Proyecto Central Hidroeléctrica Rucatayo	2005	Región de Los Lagos
10		Proyecto Central Hidroeléctrica Cuervo	2009	Región de Aysén
11		Proyecto de Ciclo Combinado Central Laguna Verde	2004	Región de Valparaíso
12		Proyecto Central Geotérmica Curacautín	2012	Límite entre la Región de Biobío y Región de La Araucanía.
13		Central Geotérmica Cerro Pabellón	2011	Región de Antofagasta
14	i	Optimización Proyecto Minero Cerro Casale	2011	Región de Atacama
15		Proyecto Pampa Hermosa	2008	Región de Tarapacá
16		Proyecto Caserones	2008	Región de Atacama
17		Proyecto Esperanza	2007	Región de Antofagasta
18		Proyecto Quetena	2011	Región de Antofagasta
19	l2	Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco	2005	Región de Atacama
20	l2	Planta Faenadora de Carnes y Desposte (Carnes Chile)	1995	Región del Maule
21	l4	Plantel de Pavos Santa Ana SOPRAVAL S.A.	2007	Región de Valparaíso
22	m1	Proyecto Forestal Río Cóndor (Segunda Presentación)	1997	Región de Magallanes y Antártica chilena
23	m3	Proyecto Cascada Chile	1998	Región de los Lagos
24	m4	Modernización Ampliación Planta Arauco	2012	Región del Biobío
25	m4	Complejo forestal e Industrial Itata	1999	Región del Biobío
26	m4	Planta Integrada Productos Tissue	1993	Región Metropolitana
27	m4	Planta de Pulpa Termomecánica y Papel en la Comuna de Peralillo	1995	Región del Libertador General Bernardo O' Higgins
28	o4	100% Saneamiento de la Cuenca de Santiago	2007	Región Metropolitana

	TIPOLOGÍA	PROYECTO	AÑO	UBICACIÓN
29	o4	Mapocho Urbano Limpio	2006	Región Metropolitana
30	o5	Centro de Manejo y disposición Final de Residuos Sólidos Chiloé	2010	Región de Los Lagos
31	o5	EIA Relleno Sanitario Provincial de Osorno	2009	Región de Los Lagos
32	o5	Centro de Tratamiento Integral de residuos Sólidos la Hormiga	2008	Región de Valparaíso
33	o5	Centro de Disposición de Residuos de Atacama	2005	Región de Atacama
34	o5	Ampliación de la Operación del Relleno Sanitario El Panul	2003	Región de Coquimbo
35	o5	Relleno Sanitario Santiago Poniente	2001	Región Metropolitana
36	o5	Relleno Sanitario Santa Marta (Tercera Presentación)	2001	Región Metropolitana
37	o5	Vertedero Particular Intercomunal de Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.)	2000	Región de los Ríos

Para estos proyectos se han identificado las acciones, actividades u obras que son declaradas en los Estudios de Impacto Ambiental y que se muestran en la Tabla 3-6. Al respecto, cabe señalar que de la misma manera que para la identificación de los impactos, se procedió primero a identificar todas las actividades, relacionadas o no con los recursos hídricos, y posteriormente se analizaron y se descartaron aquellas no se impactaban a los recursos hídricos, logrando así obtener un listado depurado de actividades.

Además del análisis de las actividades identificadas, ha sido posible reconocer un grupo de actividades que son comunes o que se presentan en varios tipos de proyectos, razón por la cual se han apartado y agrupadas como comunes y no asignadas a un tipo de proyecto en particular. Asimismo, se ha identificado que existen actividades que pudieran ser consideradas por separado, como por ejemplo la construcción de bocatomas o la construcción de defensas fluviales, sin embargo si se analizan desde la perspectiva del impacto, que es el de la calidad de aguas, estas actividades se pueden agrupar en construcción de obras en cauces o movimiento de tierras en cauces. Teniendo esto en cuenta las actividades que se han identificado como características de los diversos tipos de proyectos y que tienen potencial para generar impacto en los recursos hídricos se muestran en las Tablas 3-6.

Tabla N° 3-6: Listado de Actividades

Comunes a proyectos de varias tipologías	Actividades específicas de cada tipología de Proyecto		
	Tipologías a	Tipologías c	Tipología i
Construcción de Infraestructura u obras superficiales	Abastecimiento y manejo de agua como insumo industrial (extracción)	Construcción de obras en superficies (Canales incluido el de restitución, sifones, bocatomas, túneles de desvío) que estén en cauces, intervención directa en el río	Sistema de manejo de aguas lluvias
Construcción de obras emplazadas en ríos, riberas y/o cerca de cuerpos de agua que conllevan a movimiento de tierra	Operación de plantas de áridos y hormigón	Tuberías en presión (túneles), cámaras de carga, casa de máquinas subterráneas, chimenea de equilibrio	Sistemas lineales (tendidos eléctricos, concentraductos, relave ductos, tuberías de agua fresca)
Producción de ripio	Habilitación y manejo de botaderos (marinas, estériles) fuera de cauces	Construcción de muro y obras asociadas (Rápidos de descargas, vertederos)	Piscina de emergencia
Construcción línea de transmisión (proyecto lineales) dependiendo del emplazamiento con sus subestaciones y/o estaciones de bombeo	Desvíos y/o encauzamiento del río esto se puede considerar en el movimiento de tierra)(quedan incluidas las defensas fluviales)	Primer llenado del embalse	Depósitos de relaves
Abastecimiento de agua para uso doméstico (que puede ser de aguas superficiales como subterráneas). Se incluye la operación de las PTAS, con descarga en cuerpos superficiales	Construcción cámaras de carga	Operación de plantas de áridos y hormigón	Pila lixiviación
Operación del sistema de manejo de aguas lluvias	Primer llenado del embalse	Depósitos de marinas y escombreras	Utilización de agua de mar
Obras emplazadas en ríos. Riberas y/o cerca de cuerpos de agua	Operación del embalse	Operación del embalse	Rajo
canalizar ríos o cauces	Disposición de relaves operación del tranque de relaves	Construcción de plataformas de perforación, producción y reinyección	Botaderos de estéril
Descargas de aguas servidas tratadas a cuerpos superficiales		Perforación y prueba de pozos de producción y reinyección	recolección de infiltraciones de estériles
Construcción de Infraestructura u obras superficiales		Construcción central de generación de energía eléctrica	abastecimiento de agua para uso industrial

Comunes a proyectos de varias tipologías	Actividades específicas de cada tipología de Proyecto		
	Tipologías a	Tipologías c	Tipología i
		Producción de fluidos geotérmicos desde los pozos	Recarga de acuífero
		Operación central de generación de energía	
		Reinyección de fluidos geotermiales	
		manejo de aguas lluvias y escurrimiento de agua nieve	

Tabla 3-6: Listado de Actividades (continuación)

Actividades específicas de cada tipología de Proyecto		
Tipología l	Tipologías o	Tipologías m
Funcionamiento de los grupos /reproductores, desteste-venta	Descarga	Comisionamiento y puesta en marcha
Operación de la planta faneadora	Canchas secado	construir sistema de impulsión de aguas desde pozos hasta laguna de regulación
PT de Riles provenientes de las plantas faenadoras	Construcción del sistema de captación de drenaje de lixiviados	captación de agua / extracción aguas superficiales y subterráneas (acción de sacar agua)
planta tratamiento aguas verdes (corrales)	Disposición de residuos (operación del relleno sanitario)	Tratamiento y disposición de efluentes tratados
Acopio de guano	Operación sistema de drenaje lixiviado	Marcha blanca asociada a mantenimientos
Estabilización- compostaje de aves u otros animales muertos	Descarga de Riles tratados	explotación forestal (tala de árboles)
Uso de fosas de animales muertos	Descarga	Comisionamiento y puesta en marcha
Utilización de riles tratados para acondicionamiento de terrenos	Canchas secado	construir sistema de impulsión de aguas desde pozos hasta laguna de regulación
Reacondicionamiento terrenos alterados	Construcción del sistema de captación de drenaje de lixiviados	captación de agua / extracción aguas superficiales y subterráneas (acción de sacar agua)
Rellenado fosas sépticas y fosas aves muertas	Disposición de residuos (operación del relleno sanitario)	Tratamiento y disposición de efluentes tratados
	Operación sistema de drenaje lixiviado	Marcha blanca asociada a mantenimientos
	Descarga de Riles tratados	

3.4 Identificación de Impactos

De acuerdo al enfoque propuesto, lo que corresponde es identificar aquellos impactos que se pueden producir en los recursos hídricos por las acciones indicadas en el numeral anterior. En este punto cabe señalar que se incluyen todos los potenciales impactos y no se procede a realizar juicios de valor respecto de ellos.

Respecto de la identificación de impactos sobre los recursos hídricos, es posible observar que diversas actividades provenientes de las distintas tipologías de proyectos pueden desencadenar impactos en común, lo que reafirma el enfoque propuesto en cuanto a señalar que éstos (los impactos) se relacionan de manera indirecta con la tipología de proyecto, establecida en la legislación ambiental vigente.

En relación a la identificación de los impactos, cabe señalar que el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), en conjunto con varios servicios públicos, entre ellos la Dirección General de Aguas, ha desarrollado algunas guías en la materia. Para efectos de esta consultoría, aquella que pudiera tener cierta aplicabilidad es la vinculada con los recursos naturales renovables⁵.

Cabe señalar que en este trabajo, el nivel de identificación de impactos se circunscribe a los impactos directos sobre los recursos hídricos y sólo se mencionan algunos impactos derivados. La razón para lo anterior, se relaciona con el grado de aplicabilidad que se espera del desarrollo de esta consultoría y con las competencias de la Dirección General de Aguas, en otras palabras, la presente consultoría aborda la sistematización de metodologías para la identificación y evaluación (valoración) de impactos directos generados sobre los recursos hídricos y no sobre los impactos que los cambios en los recursos hídricos pueden generar en su entorno u otra componente ambiental. No obstante, en el presente informe se hará mención a aquellos elementos o componentes ambientales del sistema que pueden verse afectados producto del cambio en los recursos hídricos.

A continuación en la Tabla 3-7 se presentan los impactos identificados (22). Cabe señalar que como primera instancia se levantan e identifican todos los posibles cambios en los recursos hídricos, y que es lo que precisamente muestra la tabla indicada. Como paso seguido se procede a analizarlos procurando englobar aquellos relacionados, lo que se tradujo en una disminución de la lista inicial, quedando 15 impactos, consensados con la DGA lo que se entrega en la Tabla 3-8.

Al respecto, se señala que los impactos presentados en la Tabla 3-7 se han agrupado en torno a las acciones que pueden provocar impactos, y en la Tabla 3-8 se presentan los impactos que han sido consensados con la DGA agrupados en torno al cuerpo de agua que puede recibir dichos impactos.

⁵ Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Artículo 11 letra b), Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables. Cabe señalar que esta guía al momento del desarrollo de la presente consultoría aún no ha sido publicada y por lo tanto esta en calidad de borrador.

Tabla N° 3-7: Identificación de Impactos

Acción que genera impacto	Característica o Variable del Recurso Hídrico	Impacto identificado
Descargar	Calidad de aguas	Cambiar la calidad del agua
		Aumentar concentración de nutrientes
		Disminuir capacidad de dilución
		Movilizar contaminantes
		Afectar Flora y Fauna
Extraer	Cantidad de agua	Afectar derechos de aprovechamiento de terceros
		Cambiar el Balance Hídrico
		Alterar régimen de caudales
		Alterar flujo pasante
		Disminuir niveles de agua subterráneas
Modificar Cuerpo de Agua	Cauces	Disminuir volumen embalsado
		Alterar la caja de cauces
		Desviar cursos de agua
		Cambiar el tipo de cuerpo de agua
		Alterar riberas
		Alterar Régimen Sedimentológico
		Perder masa de agua
		Cambiar balance térmico
Emplazamiento de obras	Escorrentía superficial y subterránea	Modificar Hidrodinámica lacustre
		Cambiar patrón de infiltración o recarga
		Aumentar zona de inundación
		Hacer fluctuar niveles de agua

Tabla N° 3-8: Lista de Impactos vinculados a los recursos hídricos

	Impacto identificado	Sistema que puede recibir el impacto
1	Cambiar la calidad del agua	Sistemas Superficiales y/o Subterráneas
2	Cambiar el Balance Hídrico	
3	Cambiar patrón de infiltración o recarga	Sistemas Subterráneos
4	Alterar flujo pasante	
5	Cambiar niveles de agua subterráneas	
6	Cambiar volumen embalsado	
7	Alterar régimen de caudales	Sistemas Superficiales incluidos los lacustres
8	Modificar Red de drenaje	
9	Alterar cauces y riberas	
10	Aumentar zona de inundación	
11	Cambiar el tipo o eliminar cuerpo de agua	
12	Alterar Régimen Sedimentológico	
13	Modificar Hidrodinámica lacustre	
14	Perder masa de agua	Glaciares
15	Cambiar balance térmico	

Para un mayor entendimiento del análisis desarrollado, a continuación en la Tabla N° 3-9 se entregan lo que para efectos de esta consultoría se entiende, abarcan o consideran los impactos identificados en la tabla anterior.

Tabla N° 3-9: Definiciones de Impactos

	Impacto	Definición	Aplicación / Observación	Sistema
1	Cambiar Calidad de Aguas	Se refiere a alterar, ya sea aumentando o disminuyendo las concentraciones de algún elemento presente en el agua.	Asimismo, considera el cambio en el nivel de trofía de los lagos o cuerpos lacustres, el cual se puede manifestar a través del cambio de clorofila "a" y/o nutrientes. En relación a las aguas subterráneas, este impacto también abarca la movilidad de elementos contaminantes debido a la explotación de aguas subterráneas, así como aquel producido por la incorporación de elementos contaminantes o ajenos al sistema. En este impacto también se incluye la pérdida de capacidad de dilución	Superficial Subterráneos
2	Cambiar el Balance hídrico	Es el impacto que se relaciona con el efecto en la disponibilidad de agua, lo que se aplica tanto a aguas superficiales como subterráneas.	Puede ser producido por la extracción, inyección en sistemas subterráneos e incluso por la modificación de la masa de un glaciar. El concepto de Balance Hídrico requiere de la definición del área y del periodo de análisis, lo que puede ser relevante para efectos de los cambios en las masas de glaciares	Superficial Subterráneos
3	Cambiar patrón de infiltración y recarga	Este impacto se relaciona con la pérdida o disminución del área susceptible de generar infiltración y por lo tanto la recarga a los sistemas acuíferos.	Asimismo, incluye el aumento producto de la infiltración de los sistemas debido a recarga artificial.	Subterráneos

	Impacto	Definición	Aplicación / Observación	Sistema
4	Alterar flujo pasante	Este es un impacto que se vincula exclusivamente con las aguas subterráneas, y generalmente se produce por la explotación de los sistemas acuíferos. Sin embargo, también puede presentarse en condiciones de recarga o infiltración planificada.	Este impacto se relaciona directamente con el cambio de balance hídrico, por cuanto el flujo pasante es el equivalente a caudal pasante por la sección determinada de un cauce.	Subterráneos
5	Cambiar niveles de aguas subterráneas	Este impacto debe ser entendido como alteración de la piezometría del sistema acuífero.	Este impacto es explícito a aguas subterráneas y abarca tanto la disminución de los niveles subterráneos producto de la extracción de agua, como el aumento de los mismos producido por la inyección.	Subterráneos
6	Cambiar volumen embalsado	Este impacto dice relación con el cambio de la cantidad de agua almacenada en sistemas acuíferos.	Este impacto se vincula con los sistemas subterráneos, y en términos generales a la explotación de ellos. Sin embargo, acá también quedan incorporados el cambio en el volumen producto de la incorporación de aguas subterráneas, ya sea para efectos de obtener derechos de aprovechamiento como para aislar algún efecto no deseado.	Subterráneos

	Impacto	Definición	Aplicación / Observación	Sistema
7	Alterar régimen de caudales	Este impacto se relaciona con el cambio en los caudales superficiales.	Los cambios indicados pueden ser, ya sea por la disminución de estos en algunos instantes como en el aumento en otros. El periodo de tiempo (horario, diario, mensual o anual) dependerá del proyecto en particular, sin embargo en este impacto caben todas las posibilidades. Además, cabe señalar que este impacto puede darse sin que necesariamente exista un cambio en el balance hídrico	Superficial
8	Modificar red de drenaje	Este impacto se relaciona con aguas superficiales y debe entenderse como la acción de hacer escurrir agua por un sector que naturalmente no lo haría	Como ejemplo de este impacto, se puede mencionar el desvío de cauces de agua, y la interceptación de escurrimiento superficial.	Superficial
9	Alterar cauces y riberas	Se refiere a los impactos sobre los márgenes del cuerpo de agua principalmente por cambios en la morfología. También incluye aquellos efectos producto de la variación de nivel del agua en cuerpos lénticos. Asimismo, debe entenderse como una pérdida de las funciones de estas zonas. En el caso de sistemas superficiales debe también ser entendido como cambios en secciones transversales en la cual escurren aguas.	Este impacto puede ser generados por la construcción de obras puntuales (bocatomas, ataguías, traviesos, ductos) y también por la activación de procesos de remoción. Quedan dentro de este impacto la alteración del lecho del cauce por obras de canalización, rectificación (cambio de morfología del cauce), defensas fluviales y alteraciones en la sección (forma), o material (abovedamiento, mampostería).	Superficial

	Impacto	Definición	Aplicación / Observación	Sistema
10	Aumentar zonas de inundación	Este impacto se entiende como la incorporación de áreas que naturalmente no se registran inundadas, pero que producto de un proyecto si lo serán.		Superficial
11	Cambiar el tipo o eliminar el cuerpo de agua	Este impacto se relaciona con la pérdida o eliminación de un tipo de sistema y/o el cambio de uno por otro.	Un ejemplo de este impacto es el cambio de un sistema fluvial por uno lacustre a causa de embalsamiento. También es el desecamiento o drenaje de lagunas o humedales.	Superficial
12	Alterar régimen sedimentológico	Se refiere al cambio en la curva granulométrica producto del efecto barrera, y a la capacidad de movilizar y transportar sedimentos.	Se incluyen en este impacto el efecto de la extracción de áridos.	Superficial
13	Cambiar hidrodinámica lacustre	Este es un impacto vinculado a cuerpos de agua, y se relaciona por ejemplo con cambio en los patrones de velocidad y temperatura al interior de estos, tiempo de retención, etc.		Superficial
14	Perder masa de agua	Este es un impacto relacionado con glaciares, y se vincula a la disminución de su volumen. ⁶		Superficial

⁶ Este es un acción que causa el impacto de perder masa de agua, razón por la cual pudiera ser eliminado como impacto, a no ser que la DGA nos indique que existen circunstancias en las cuales se puede dar una sin la otra, generando un efecto negativo en los glaciares

	Impacto	Definición	Aplicación / Observación	Sistema
15	Cambiar balance térmico	Este impacto también se relaciona con glaciares y se vincula con la absorción de calor, lo que se traduce en una pérdida de masa de agua.		Superficial

Se hace el alcance que en los impactos asociados a glaciares; perder masa de agua y cambiar el balance térmico, son impactos identificados, pero no habrá desarrollo asociado a estos, pues es un tema que se está trabajando directamente por la DGA.

3.5 Codificación de Impactos

Con el objetivo de uniformar los impactos, dentro de las competencias de la DGA, a continuación se propone una codificación de los tipos de impactos.

Tabla N° 3-10: Codificación de los Impactos

	Impacto	Código
1	Cambiar Calidad de Aguas	I-Cal_Sup-XX I-Cal_Subt-XX
2	Cambiar el Balance hídrico	I-Bal_Hid_Sup-XX I-Bal_Hidr_Subt-XX
3	Cambiar patrón de infiltración y recarga	I-Pat_Inf-XX
4	Alterar flujo pasante	I-Q_Pas-XX
5	Cambiar niveles de aguas subterráneas	I-Piez-XX
6	Cambiar volumen embalsado	I-Vol_Emb-XX
7	Alterar régimen de caudales	I-Reg_Q-XX
8	Modificar red de drenaje	I-Red_Dre-XX
9	Alterar cauces y riberas	I-Rib-XX
10	Aumentar zonas de inundación	I-Zon_Inund-XX
11	Cambiar el tipo o eliminar el cuerpo de agua	I-Tipo_Cpo -XX
12	Alterar régimen sedimentológico	I-Reg_Sed-XX
13	Cambiar hidrodinámica lacustre	I-Hid_Lac-XX
14	Perder masa de agua	I-Masa_Agua-XX
15	Cambiar balance térmico(1)	I-Bal_Ter-XX

Cabe señalar que en la codificación se ha privilegiado la utilización de nomenclatura que permita con la sola lectura ser capaz de identificar de qué tipo de impacto se trata. Asimismo, se han incluidos los "XX" al final del código que tiene por objetivo que en la evaluación de un proyecto determinado represente el número correlativo de ese tipo de impacto. En otras palabras permite llevar la contabilidad del número de veces que un cierto tipo de impacto se presenta. Permitiendo a su vez, dar seguimiento del impacto a lo largo del estudio.

3.6 Revisión de metodologías utilizadas en los EIA's a nivel nacional

Para efectos de analizar las metodologías de evaluación de impacto utilizadas en el país, se procedió a revisar estudios de impacto ambiental de proyecto “emblemáticos” que se hayan sometido al sistema de evaluación ambiental, identificando las características del polinomio utilizado para la evaluación de impactos.

Esta etapa tuvo como fundamento el análisis y compilación de las metodologías de identificación, predicción y valoración de impactos, con base en la revisión de los 36 Estudios de Impacto Ambiental abordados en la presente consultoría (Tabla 3-5).

Para el caso de la revisión de metodologías de valoración de impactos, en el 10.1 se encuentra una selección de aquellas metodologías que fueron consideradas como relevantes dentro del análisis y sirvieron de base para la elaboración de las fases posteriores. Dicha información se sistematizó de la misma manera que la DGA realizó el análisis previo y que fue parte de las bases de licitación, Anexo 6.

Además de revisar los estudios de impacto ambiental se revisó literatura nacional relacionada con la materia, al respecto cabe señalar que aquella desarrollada por Espinosa 2002, fue de utilidad por cuanto presenta una completa revisión y sistematización de metodologías de las diferentes fases de un EIA.

3.7 Revisión de metodologías utilizadas a nivel internacional

En el ámbito internacional se procedió a realizar una amplia investigación en literatura especializada sobre identificación, predicción y valoración de impactos en Estudios de Impacto Ambiental, la cual se encuentra indicada en el capítulo de Referencias bibliográficas y que adicionalmente tiene un vínculo con el Anexo 10.4, en donde se adjuntaron los documentos revisados.

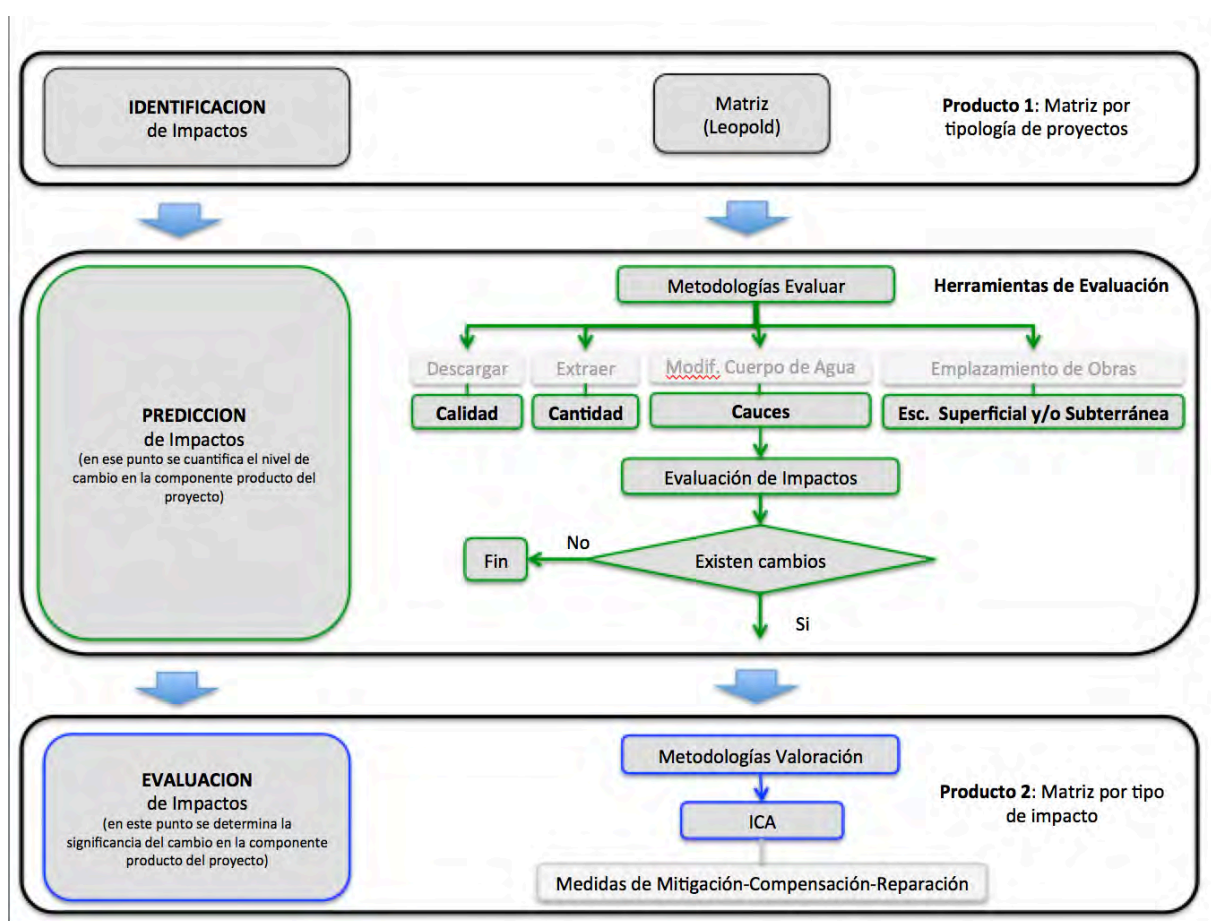
De esta manera, fueron analizados documentos de Sudamérica, por el hecho de corresponder a realidades y problemas similares con los de nuestro país y asimismo se revisaron documentos de América del Norte y Europa y Oceanía, que pudiesen servir de referencia metodológica y actualización de las herramientas actualmente utilizadas en Chile.

4.- RESULTADOS: PROPUESTA ORIGINAL

4.1 Resumen conceptual de los resultados de la identificación, predicción y evaluación de impactos

El siguiente esquema metodológico, resume la forma en que fue abordado el trabajo relativo a la generación de matrices solicitadas en la presente consultoría, manteniendo la coherencia con el enfoque de trabajo propuesto y con lo establecido en las bases y la guía de evaluación del SEA.

Figura N° 4-1: Esquema de evaluación de Impactos



Respecto de las etapas que se aprecian en la Figura 4-1, se hace necesario señalar que abarcan y en qué consisten cada una de ellas.

En relación a la Identificación de Impactos

Dentro de la evaluación ambiental correspondería a la etapa en la cual se espera que los titulares señalen todos los impactos que se pueden producir debido al proyecto, no existiendo en esta etapa

ninguna categorización en cuanto a su significancia o valoración. Respecto de esta identificación, considerando que se han definido cuales son los impactos que en términos de los recursos hídricos son los posibles de ocurrir, esta identificación debería estar vinculada a los impactos individualizados y definidos en la Tabla 3-9 de este documento.

Los impactos deben estar vinculados a las acciones, obras o actividades que se detallan en el capítulo de "Descripción de Proyecto" del respectivo Estudio de Impacto Ambiental. En términos generales y con el objetivo de simplificar la visualización, usualmente esta identificación se realiza mediante la utilización de matrices.

En términos generales, es posible indicar que esta identificación es presentada en los estudios de impacto ambiental en las primeras secciones del capítulo de Evaluación de Impacto. Considerando que este es el punto de partida, resulta aconsejable que el evaluador ambiental al momento de revisar el capítulo de descripción de proyecto se genere su propia matriz, con las actividades de dicho capítulo, con el objeto de poder contrastar posteriormente con lo presentado por el titular en el capítulo de evaluación de impactos, de tal manera de verificar en cierta forma que se evalúan los impactos identificado previamente.

Para ello, se entrega una matriz por cada tipología de proyecto seleccionada en el marco de esta consultoría, con las actividades propias del proyecto y la lista de potenciales impactos en recursos hídricos.

En relación a la Predicción de Impactos

En esta etapa es cuando se evalúa el cambio producto de alguna acción o actividad asociada al proyecto, en otras palabras se cuantifica el nivel de cambio en la componente producto de una actividad del proyecto.

Si bien pudiera parecer que en esta etapa se realiza un juicio de valor en cuanto al cambio que se produce, la verdad es que es sólo se centra en cuantificar dicho cambio, no haciendo ninguna valoración aún, la que se realiza en la etapa siguiente de evaluación.

Sin embargo, en esta etapa se decide, en base a esta cuantificación, si existe o no impacto, que amerite el continuar a la etapa siguiente y al mismo tiempo entrega información sobre la magnitud del mismo, que podrá ser utilizada en la fase posterior de evaluación del impacto. Al respecto, cabe especificar impacto es cualquier cambio que se produzca en el medio ambiente.⁷

Para ello, se entrega una tabla que lista las distintas herramientas existentes para desarrollar esta cuantificación, ya sea en calidad, cantidad de agua, cauces y escorrentías.

En relación a la Evaluación de Impactos

Esta es la etapa en la cual se valora el nivel de cambio y por lo tanto se entrega un juicio de valor del mismo. Es en esta etapa donde se identifican aquellos impactos con efecto adverso significativo que ameritan y requieren de medidas de mitigación, compensación y/o reparación.

Para efectos de evaluar la significancia del impacto, se debe considerar el proyecto con todas sus medidas ambientales u obras diseñadas e incorporadas en el proyecto para controlar los impactos. En este sentido, se debe mencionar que este es un criterio que no ha sido explicitado ni validado por el Servicio de Evaluación Ambiental, pero que para este Servicio; la DGA es válido, ya que es

⁷ Según artículo 2 de la Ley 19300 "k) Impacto Ambiental: la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada;

razonable pensar que si un titular considera en la concepción de diseño e ingeniería de su proyecto medidas para operar que disminuyen efectos o impactos, la evaluación ambiental debe realizarse con tales condiciones. Cabe destacar que dichas medidas no deben ser consideradas como medidas de mitigación.

Este es un criterio que requiere de la validación del SEA, para que todas las evaluaciones se desarrollen bajo este concepto y a su vez entreguen en este ámbito una certeza hacia los titulares para la evaluación ambiental del proyectos.

Para ello, se entrega una propuesta que combina tanto las características del impacto como las del recurso hídrico, con el objetivo de ponderar y jerarquizar en base a criterios los impactos con efectos adversos significativos, considerando para ello todo lo analizado en el marco de este trabajo, más la Guía SEA diseñada para apoyar esta evaluación.

4.2 Metodologías utilizadas en los EIA's para la Identificación de impactos sobre los recursos hídricos a nivel nacional e internacional

A través de los Estudios de Impacto Ambiental revisados, fue posible determinar las principales metodologías utilizadas en las evaluaciones ambientales en Chile, en particular en lo que se refiere a la identificación de impactos ambientales estas corresponden en su mayoría a una matriz causa-efecto (Leopold), que realiza el cruce de información entre las actividades del proyecto y las componentes ambientales potencialmente afectadas. Sobre el tipo de componente ambiental a ser afectado, éste es definido básicamente a criterio y experiencia del equipo consultor involucrado.

A pesar de ser un método reconocido y válido internacionalmente en las evaluaciones ambientales, su aplicación en algunos casos no permite identificar e individualizar correctamente los impactos asociados a cada actividad/obra listada en los proyectos.

En ese sentido algunos de los problemas que se suscitan y generan de alguna manera una dificultad adicional en la evaluación, son los siguientes:

- Actividades que son identificadas en las etapas de descripción de proyecto no presentan o no coinciden con las identificadas en la evaluación de impactos. En tales casos no se dispone de una descripción adecuada de las actividades que podrían generar los impactos sobre el recurso hídrico.
- Los impactos son asociados a las obras y no a las actividades.
- Divergencias en los nombres o nomenclaturas de los impactos entre la matriz de causa-efecto y posteriormente en su descripción y valoración.
- Impactos identificados de forma general o agrupando varios impactos juntos. Ej: *Alteración de calidad y nivel y/o caudal de cuerpos de aguas naturales (Posible Infiltración de aguas contenidas en arenas)*". De esta forma no se permite una adecuada individualización y posterior evaluación del impacto.

En relación a la revisión de metodologías utilizadas a nivel internacional

Existe una variedad de técnicas y/o herramientas que se pueden usar, entre estas:

- Expertos/opinión profesional

- Extrapolación de tendencias pasadas/modelos estadísticos
- Escenarios basados en riesgos y posibles peligros no capturados por tendencias pasadas
- Respuestas de recursos medidos en otras áreas geográficas similares
- Modelado del recurso
- Listas de control
- Matrices basadas en la experiencia para facilitar la evaluación de la importancia de los impactos
- Sistemas de información geográfica

4.3 Matriz Tipología de proyectos, sus actividades e impactos sobre recursos hídricos

Tomando como referencia el listado de impactos definido en Tabla 3-9, y asimismo el listado de actividades identificado para cada tipología de proyecto y en sus diferentes fases de desarrollo (Construcción, Operación y Cierre/Abandono), se identificaron los potenciales impactos asociados a cada actividad para los 6 tipos de proyectos seleccionados.

Este análisis se presenta en forma de Cuadros, para cada tipo de proyecto y también como una totalidad.

CUADROS DE IMPACTOS VS ACTIVIDADES-TIPOLOGIA DE PROYECTO

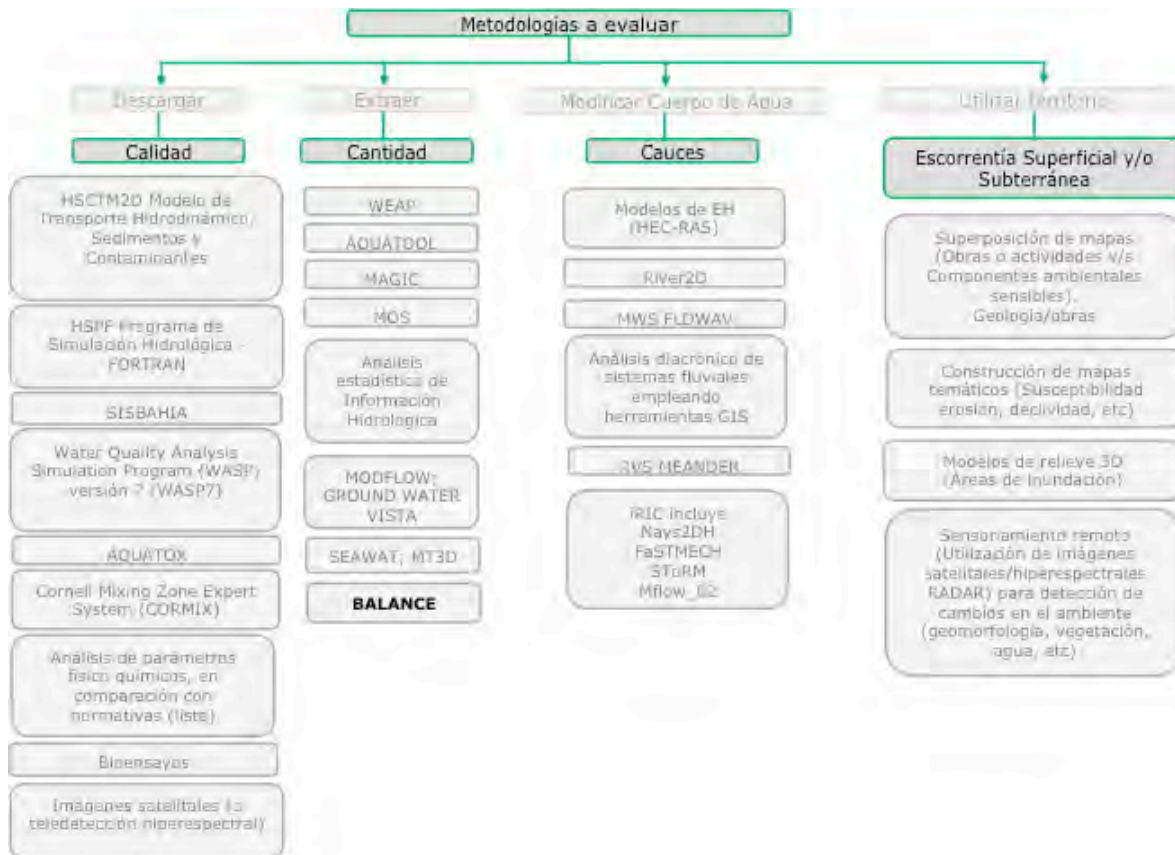
(VER ANEXO 10.5 LAMINAS)

4.4 Metodologías utilizadas en los EIA's para la Predicción de impactos sobre recursos hídricos a nivel nacional e internacional

De acuerdo a la conceptualización presentada al inicio de este documento, las características del recurso hídrico en las cuales se pueden agrupar los impactos son: calidad de agua (descargar); cantidad de agua (extraer); modificación de cauces; escorrentía superficial y/o subterránea (emplazamiento de obras).

Para la evaluación de estos impactos en cada uno de las áreas indicadas en el párrafo anterior, existen una serie de herramientas de todo tipo, pasando por las modelaciones matemáticas, opinión de expertos, monitoreo, etc. Lo anterior se puede apreciar en la Figura 4-2, donde se han plasmado algunas de las metodologías que la literatura especializada plantea.

Figura N° 4-2: Herramientas de Evaluación de Impactos



Con el objetivo de dar a conocer estas metodologías se ha procedido a extraer lo más relevante y plasmarlo en cuadros que faciliten su lectura. Asimismo, se entregan las referencias bibliográficas desde las cuales se extrajeron.

Tabla N° 4-1: Metodologías para la Predicción del Impacto de Calidad de aguas

MODELO	Descripción	Link
HSCTM2D Modelo de Transporte Hidrodinámico, Sedimentos y Contaminantes	Modelación dos dimensiones, verticalmente integrado, el flujo de las aguas superficiales (hidrodinámica, fluvial o de estuario), transporte de sedimentos y transporte de contaminantes. Para simular erosión tanto a corto plazo (menos 1 año) y largo plazo y/o las tasas de sedimentación y transporte y destino de contaminantes en los cuerpos de agua verticalmente bien mezclados.	www.epa.gov/ceampubl/s water/hsctm2d
HSPF Programa de Simulación Hidrológica-FORTAN	Simulación de la hidrología de las cuencas hidrográficas y de la calidad de agua para tanto los contaminantes orgánicos convencionales como tóxicos. Incorpora tanto los modelos de la gestión de escorrentía agrícola y los modelos de Fuente de No Punto.	www.epa.gov/ceampubl/s water/hspf
SISBAHIA - Modelos de Calidad de Agua y Eutrofización	Conjunto de modelos de transporte Euleriano, para simulación acoplada de hasta 11 parámetros de calidad de agua e indicadores de eutrofización: sal, temperatura, OD-DBO, nutrientes compuestos de nitrógeno, fósforo y biomasa. Pueden ser aplicados para escorrentía 2DH, o en capas seleccionadas de escorrentía 3D. Permite análisis determinísticas y estadísticas en los resultados obtenidos.	http://www.sisbahia.coppe.ufrj.br/
SISBAHIA -Modelo de simulación de Transporte de Contaminantes	Modelo de Transporte Lagrangeano - Determinístico: Es un modelo comúnmente utilizado para simular el transporte advectivo-difusivo con reacciones cinéticas para escorrentías seleccionadas 2D o 3D. Este modelo es especialmente adecuado para la simulación de diversos tipos de problemas, por ejemplo: Plumas o puntos de descarga de efluentes, derrames de petróleo, mezclas de masas de aguas, tiempos de renovación, Determinación de tendencias de deriva de sedimentos, sustancias disueltas o particulados fluctuantes.	http://www.sisbahia.coppe.ufrj.br/
AQUATOX	Predice el destino de los diversos contaminantes, como los nutrientes, orgánicos y sustancias tóxicas, y sus efectos sobre el ecosistema, incluyendo los peces, invertebrados, y plantas acuáticas. modelo de simulación para ecosistemas acuáticos de agua dulce	EPA 2004
Water Quality Analysis Simulation Program (WASP) versión 7 (WASP7);	Transporte y destino de contaminantes (vinculado a descargas, escorrentías que sería utilizar territorio o modificar cuerpo de agua pensando en movimientos de tierra). Modelo que permite interpretar y predecir la respuesta de la calidad del agua a los fenómenos naturales y fenómenos provocados por el hombre, agilizando la gestión de decisiones frente a diversos escenarios de contaminación.	EPA, 2007

MODELO	Descripción	Link
Cornell Mixing Zone Expert System (CORMIX);	Dispersión de contaminantes emitidos desde la descarga de la fuente puntual en un tramo cercano a la zona de descarga. modelo para zonas de mezcla (dispersión).	
Análisis de parámetros físico químicos, en comparación con normativas (lista)	Están establecidas las metodologías y mecanismos de análisis, tanto extracción de la muestra de agua como análisis de laboratorio. Implica análisis estadístico	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater". NCh 411/Of. 96, NCh 2313 y Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 19 th Ed. 1995.
Bioensayos	Se utilizan principalmente en seguimiento, no obstante pudiera emplearse en la evaluación del impacto considerando la situación sin proyecto al de línea base y en laboratorio con proyecto, esto es específico para descargas.	NCh2083.Of1999 - Bioensayo de toxicidad aguda mediante la determinación de la inhibición de la movilidad de Daphnia magna o Daphnia pulex (Crustacea, Cladocera). EPA, 1991. Method for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. Weber, C. Ed (EPA/600/4-90/027) Washington DC. 293pp US EPA. 1991. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving water to freshwater and marine organisms. USEPA/600/4-90/027F. US EPA. 1995. Ecological Effects Test Guidelines OPPTS 850.1300. Daphnid Chronic Toxicity Test. USEPA, 712-C-94-120.1 NCh2706.Of2002 - Bioensayo de inhibición de crecimiento de algas de agua dulce con Selenastrum capricornutum (Raphidocelis subcapitata).
Ecotoxicidad	Es necesario considerar, evaluar si queda dentro de calidad de agua. Implica análisis estadístico	Methods for Measuring the Toxicity and Bioaccumulation of Sediment – associated Contaminants with Freshwater Invertebrates" presentado por la US EPA (2000).
Imágenes satelitales (o teledetección hiperspectral	Herramienta utilizada para detectar cambios en el componente analizado y predecir posibles variaciones. La teledetección hiperspectrales contribuye a la estimación remota de parámetros de calidad del agua como turbidez, sólidos disueltos y suspendidos, concentración de algas, además de posibilitar la medición de contenidos o concentraciones de químicos como fósforo y nitratos.	Software ENVI y PCI Geomatics (entre otros)

Tabla N° 4-2: Herramientas para la Predicción del Impacto de Cantidad de Aguas

MODELO	Descripción	Link
GSFLOW Modelo de Flujo de aguas subterráneas y superficiales	Retiros de agua subterránea en la superficie así como el flujo sub superficial. efectos de factores tales como el cambio en el uso del suelo, incorpora la simulación de la escorrentía y la infiltración de la precipitación. Base en Sistema de Modelado USGS precipitación-escorrentía (PRMS) y Modelo Modular de Flujo de Agua Subterránea (MODFLOW-2005).	http://water.usgs.gov/nrp/gwsoftware/gsflow/gsflow.html
GMS (Groundwater Modelling System)	GMS es el sistema de software para llevar a cabo simulaciones de aguas subterráneas en un entorno tridimensional. Interactúa con modelos en 3D.	http://www.aquaveo.com/sms
WEAP	Herramienta computacional para la planificación y distribución integrada de recursos hídricos. Puede aplicarse a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas. Calcula la demanda, oferta, escorrentía, infiltración, requisitos para las cosechas, flujos y almacenamiento del agua, y generación, tratamiento, descarga de contaminantes y de calidad de agua en ríos para variados escenarios hidrológicos y de políticas.	http://www.weap21.org/
AQUATOOL	Sistema de soporte de decisión (SSD) en materia de planificación de recursos hidráulicos. Corresponde a un modelo general para la simulación y gestión de cuencas, o sistemas de recursos hidráulicos complejos, en los que se dispone de elementos de regulación o almacenamiento tanto superficiales como subterráneos, de captación, de transporte, de utilización y/o consumo, y de dispositivos de recarga artificial.	http://www.upv.es/aquatool/

MODELO	Descripción	Link
MAGIC	Este modelo permite simular el comportamiento a través del tiempo de los elementos superficiales que compone una cuenca y relacionarlo con las variaciones de volumen experimentadas por los acuíferos subyacentes a dicha cuenca. Los parámetros de entrada son aquellos que describen cada uno de los objetos del sistema y la información hidrológica presentada en términos medios mensuales. El modelo permite obtener valores de recarga producto tanto del riego agrícola como de eventos de precipitaciones, y la infiltración proveniente de los ríos, canales y embalses existentes en la cuenca, entre otros.	http://sad.dga.cl/
MOS	Se utiliza para evaluar diferentes escenarios de explotación de recursos hídricos, tomando en cuenta los efectos que se pueden ocasionar. Este modelo utiliza información de los distintos agentes que participan en el sistema hídrico a analizar, considerando: precipitación, infiltración de agua de riego y desde cauces naturales, flujos subterráneos, bombeos, afloramientos, entre otros.	http://documentos.dga.cl/
Análisis estadístico de la información Hidrológica	A partir de estadística hidrológica y características del área de estudio se realiza un análisis de esta información, de manera tal de describir la hidrología de una zona de interés. Algunos análisis a realizar son: • Relleno de estadística. • Correlaciones y análisis de consistencia. • Curvas isoyetas. • Análisis de frecuencia. • Cálculo de caudales mínimos y de crecidas. • Entre otros.	
MODFLOW	Modelo de diferencias finitas en 3-D de aguas subterráneas. Utilizado para la predicción de las condiciones de aguas subterráneas y para interacciones entre ésta y la superficie de agua.	http://water.usgs.gov/ogw/modflow/
SEAWAT	Programa computacional basado en MODFLOW/MT3DMS diseñado para simular flujo en 3-D de agua subterránea de densidad variable acoplado con multi-especies de solutos y transporte de calor.	http://water.usgs.gov/ogw/seawat/

Tabla N° 4-3: Herramientas para la Predicción del Impacto de Cauces

Herramienta	Descripción	Link
Análisis diacrónico de sistemas fluviales empleando herramientas GIS	Mediante Imágenes satelitales (Google earth) en distintos períodos de tiempo, se analiza la evolución y migración de ríos.	
RVR MEANDER	- Herramienta para la modelación de restauración y procesos de naturalización en ríos. Este modelo está basado en Windows y programas GIS. - Calcula la migración de cauces, la hidrodinámica del sistema en 2D, la morfología del lecho del río y la evolución de zonas de depósito. - Posee una interfaz en ArcGIS-ArcMap. - Abad and Garcia (2005). RVR Meander: A toolbox for re-meandering of channelized streams	http://www.rvrmeander.org/
NWS FLDWAV	Este programa está diseñado para analizar grandes eventos de inundación, como los causados por rompimientos de presa. Puede modelar tanto canales individuales como sistemas ramificados, canales rectos o meandrosos. Modela el flujo de superficie libre en régimen subcrítico, supercrítico o mixto, puede modelar fluidos newtonianos y no-newtonianos. Puede modelar control de compuerta dependiente del tiempo, flujo sobre vertederos, presión en puentes, zonas de embancamiento. Resuelve las ecuaciones de St. Venant de flujo impermanente, con condiciones de borde como presas, puentes, caídas y otros controles hidráulicos naturales u obras.	https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/8357?id=2353

Herramienta	Descripción	Link
iRIC	Es un paquete de softwares que analiza la variación del flujo y lecho de un río. Incluye distintos solver según el problema específico a resolver: a. Nays2DH: Modelo computacional para simular flujo horizontal 2D, transporte de sedimento, cambios morfológicos del lecho y laderas en ríos. b. FaSTMECH: "Flow and Sediment Transport with Morphological Evolution of Channels", es un solver que analiza el flujo y los cambios del lecho de un cauce. Emplea coordenadas cilíndricas y puede realizar cálculos para largos intervalos de tiempo. Además incorpora un calculador de hábitat, para evaluar ecosistemas. c. STORM: "System for Transport and River Modeling" es un solver desarrollado por el U.S.G.S, para analizar el flujo en 2D. Es capaz de modelar distintos regímenes de flujo, topografía irregular con rugosidad variable, condiciones de borde permanentes e impermanentes, múltiples condiciones de borde de entrada y salida. d. Mflow_02: Es un solver que calcula la variación del flujo y lecho del río en un sistema 2D plano mediante mallas no estructuradas utilizando el método de elementos finitos. Este modelo puede calcular flujo impermanete en áreas que incluyan estructuras o calcular zonas de inundación en áreas complicadas.	http://i-ric.org/en/introduction
River2D	Modelo hidrodinámico en 2D que usa elementos finitos para el cálculo de flujo (altura y velocidad), se adaptado además para la evaluación de hábitats de biota acuática. Se crea una topografía del lecho del río, se puede incluir cobertura de hielo.	http://www.river2d.ualberta.ca/description.htm
Delft3D	Modelamiento en 3D de hidrodinámica, transporte de sedimento, morfología de cauces y calidad del agua para ambientes fluviales, de estuarios y costeros.	

Tabla N° 4-4: Herramientas para la Predicción del Impacto de Escorrentía Superficial y Subterránea

Herramienta	Descripción	Link
Sistemas de Información Geográfica. ArcGIS	Planificación de obras y actividades del proyecto sobre el territorio: Determinando localización espacial más adecuada en base a la presencia de elementos o áreas sensibles ambientalmente que deben resguardarse. Permite la elaboración de mapas temáticos para información de línea base que de sustento a las fases posteriores. Ejemplos: mapa susceptibilidad erosión que evite instalación de obras en lugares de riesgo. Detección de hábitat de interés para la fauna acuática.	www.esri.com
WMS (Watershed Modeling System) Software de Modelos de Cuencas	Delimitación de cuenca automatizada con base en los modelos digitales de terreno (MDT). Realiza cálculos geométricos paramétricos; cálculos SIG de superposición (profundidad de las lluvias, drenaje de aguas pluviales, coeficientes de rugosidad, modelado hidráulico de llanura de inundación, etc.), Permite extracción de la sección transversal de datos sobre el terreno, y otros. Los modelos hidráulicos apoyados en el software WMS incluyen HEC-RAS y W2 CE CUALI.	http://www.aquaveo.com/sms
Fotografías aéreas, Imágenes satelitales, multi e hiperspectral Radares. Utilización de VANS (Vehículos Aéreos No Tripulados)	Herramientas de análisis espacial que permiten detectar cambios en el componente analizado, modificación de cauces y riberas, aumento o disminución en la superficie de un cuerpo de agua, procesos de sedimentación en sistemas fluviales y lagunares, desecamiento de cuerpos hídricos, etc. Para el caso de glaciares, permite análisis de variación del tamaño del glaciar derivados de la pérdida de volumen. Detecta cambios en la superficie derivados de material en suspensión.	

Cabe señalar que las herramientas metodológicas que se mencionan en la Tabla 4-4, pueden igualmente ser utilizadas en análisis de carácter más amplio que consideren a las cuencas hidrográficas como unidad de análisis, así como su aplicabilidad en diversas fases durante el desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental como es la Línea base, Diseño del proyecto y Seguimiento ambiental.

4.5 Metodologías utilizadas para la Evaluación de impactos sobre recursos hídricos

4.5.1 Análisis y sistematización de variables que caracterizan los impactos

De la revisión bibliográfica que se ha realizado y del análisis de los Estudios de Impacto Ambiental, ha sido posible identificar que en esta etapa del proceso de evaluación, los titulares de proyectos utilizan una herramienta denominada Índice de Calificación Ambiental (ICA), conformado por polinomios que buscan de alguna manera ponderar, por un lado las características del impacto al cual se le está evaluando la significancia, y/o por otro lado el sistema o recurso natural que está recibiendo los impactos, a través de lo que se denomina Valor Ambiental del Elemento o Relevancia Ambiental. Cabe señalar, que este último componente es escasamente abordado en los EIA's revisados, como puede ser visualizado en la Figura 4-3.

Dado que se busca utilizar algún mecanismo que permita establecer un ranking entre los impactos, de tal manera de determinar cuáles de ellos conllevan un efecto adverso significativo, y para los cuales se debe proponer medidas de mitigación, aun cuando hay subjetividades y ponderaciones que pueden ser discutibles, el uso de polinomios cumple con esos objetivos. Sin embargo, su forma, las variables que utilizan y la clasificación final, resultan ser planteadas por cada titular de acuerdo a los criterios que él haya establecido y por lo tanto no es estándar.

En ese contexto, del total de proyectos analizados, únicamente uno de ellos no utilizó el Índice de Calificación Ambiental como parte de la evaluación de los impactos (Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo), del mismo modo, otros cuatro proyectos, correspondientes a la tipología "o" Proyectos de Saneamiento, si bien no utilizaron el ICA, realizaron una valoración de los criterios identificados. Así, para aquellos proyectos que utilizaron algún tipo de valoración de impactos, se identificaron todos los criterios utilizados, y al respecto cabe señalar que en muchos existe una divergencia en sus denominaciones e incluso en su significado. En atención a lo anterior, se ha procedido a identificarlos y plasmarlos en la Tabla 4-5.

De la misma manera, se observaron divergencias en las categorías de valoración de la significancia de los impactos, en cuanto a su denominación, número de categorías y rangos de puntuación calculados. De esta forma, si bien las categorías más comunes fueron Impacto de Significancia: Alto, Medio, Bajo, existen otros proyectos que utilizan categorías de Impacto: No significativo, Significancia menor, Medianamente significativo, Significativo, Altamente significativo. Lo anterior, pone de manifiesto el bajo grado de estandarización de la herramienta analizada, en este caso el Índice de Calificación Ambiental.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se ha procedido a graficarlos, de tal manera de visualizar de una manera más simple la importancia relativa, en términos de su uso, de un criterio respecto de otro. El gráfico en cuestión se muestra en la Figura 4-3

Tabla N° 4-5: Variables utilizadas en las metodologías de evaluación utilizadas en EIA (ICA)

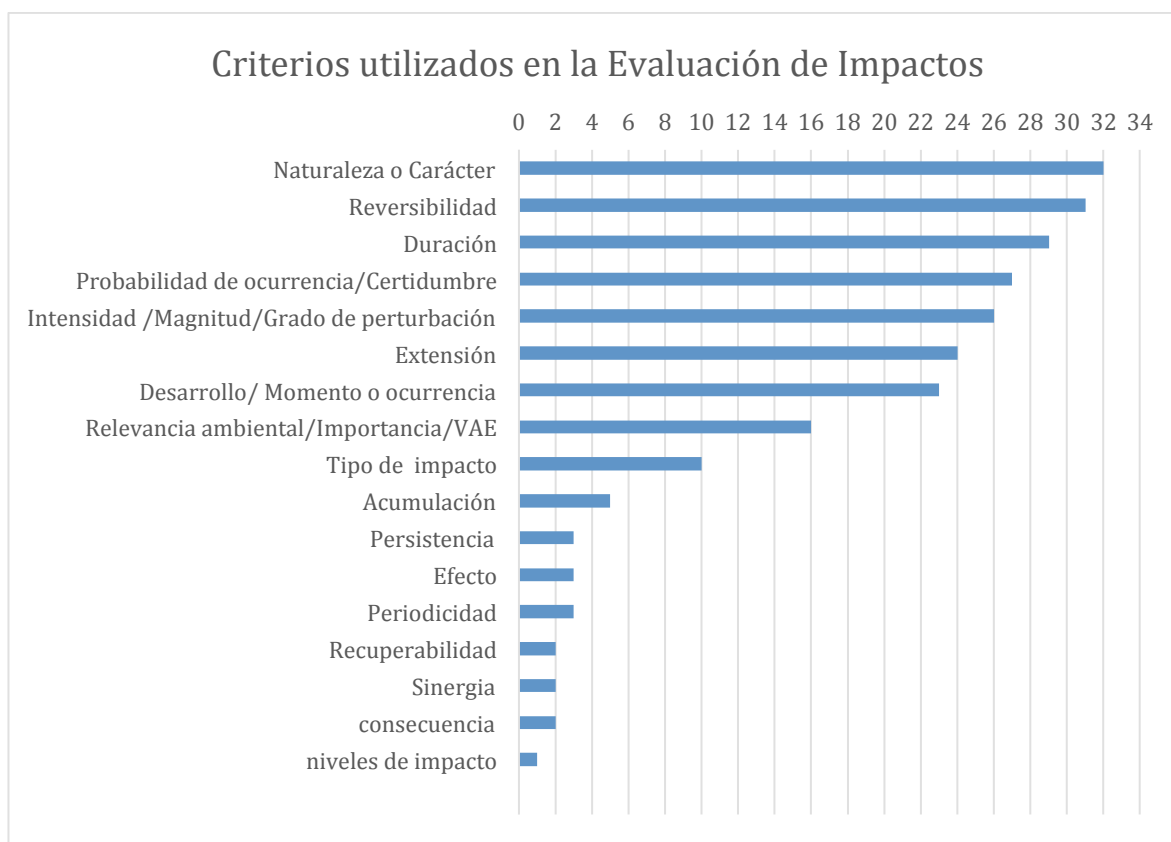
Proyectos	Tipología	Naturaleza o Carácter	Intensidad	Extensión	Momento o ocurrencia	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Relevancia ambiental/Importancia	Duración	Probabilidad	Desarrollo	Tipo de impacto	Niveles de impacto	Ocurrencia	Magnitud	Valor ambiental Elemento (VAE) o Componente	Zonas de Probabilidad de Impacto (ZPI)	Zonas de Restricción (ZRE)	Certidumbre	Grado de perturbación	consecuencia	tipo de impacto
Tranque de Relaves Humo Corral	A1	1		1			1						1	1	1												
Proyecto Valle Hermoso	A1	1	1	1			1						1	1	1	1					1	1	1				
Proyecto Puntilla del Viento	A1	1	1	1			1						1		1	1						1					
Total Tipología A1		3	2	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0
Proyecto Hidroeléctrico Achibueno	C	1	1	1			1						1	1	1												
Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0				
Proyecto Hidroeléctrico Molinos de Agua	C	1	1	1			1							1	1	1											
Proyecto Hidroeléctrico Aysén	C	1	1	1			1						1	1	1					1							
Proyecto Hidroeléctrico Chupallar	C	1	1	1			1		1				1	1	1	1											
Central Geotérmica Curacautín	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1													
Central Geotérmica Cerro Pabellón	C	1					1						1	1		1		1	1	1							
Proyecto Central Hidroeléctrica Cuervo	C	1	1	1			1						1	1	1												
Proyecto de Ciclo Combinado Central Laguna Verde. V Región	C	1	1	1			1						1	1	1												
Proyecto Central Hidroeléctrica Rucatayo	I	1	1	1			1							1		1											
Tipología C - Centrales Hidroeléctricas		9	8	8	1	1	9	1	2	1	1	1	6	9	6	4	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Optimización Proyecto Minero Casale	I	1	1	1			1							1	1	1											
Proyecto Pampa Hermosa	I	1					1							1	1		1										
Proyecto Caserones	I	1	1	1	1		1						1	1	1		1										
Proyecto Esperanza	I	1	1	1			1							1	1		1		1								
Proyecto Quetena	I	1	1	1	1		1			1	1	1	1	1	1												

Proyectos	Tipología	Naturaleza o Carácter	Intensidad	Extensión	Momento o ocurrencia	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Relevancia ambiental/Importancia	Duración	Probabilidad	Desarrollo	Tipo de impacto	Niveles de impacto	Ocurrencia	Magnitud	Valor ambiental Elemento (VAE) o Componente	Zonas de Probabilidad de Impacto (ZPI)	Zonas de Restricción (ZRE)	Certidumbre	Grado de perturbación	consecuencia	tipo de impacto
Tipología I - Proyectos Mineros		5	4	4	2	0	5	0	0	1	1	1	2	5	5	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco	L2	1	1	1			1						1	1	1		1										
Planta Faenadora de Carnes y Desposte (Carnes Chile)	L2		1	1	1	1	1																				
Plantel de Pavos Santa Ana SOPRAVAL S.A.	L4	1	1	1	1		1							1		1											
Tipología L- Agroindustria		2	3	3	2	1	3	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Proyecto Forestal Río Cóndor (Segunda Presentación)	M1	1	1	1	1		1							1		1											
Proyecto Cascada Chile	M3	1	1	1	1		1							1		1											
Modernización Ampliación Planta Arauco	M4			1			1						1	1	1	1	1										
Planta de Pulpa Termomecánica y Papel en la Comuna de Peralillo VI Región	M4	1		1			1							1	1												
Planta Integrada Productos Tissue	M4	1	1		1									1													
Tipología M - Proyectos Forestales		4	3	4	3	0	4	0	0	0	0	0	1	5	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mapocho Limpio Urbano	O4	1					1							1			1			1				1			
Relleno Sanitario Provincial de Osorno	O5	1		1	1		1							1						1			1	1			
Centro de Manejo y disposición Final de Residuos Sólidos Chiloé	O5	1													1										1		
Centro de Tratamiento Integral de Residuos Sólidos La Hormiga	O5	1													1										1		
Centro de Disposición de Residuos de Atacama	O5	1					1							1					1				1			1	
Ampliación de la Operación del Relleno Sanitario El Panul	O5	1			1		1			1				1									1			1	
Relleno Sanitario Santiago Poniente	O5	1			1		1			1				1									1			1	

Proyectos	Tipología	Naturaleza o Carácter	Intensidad	Extensión	Momento o ocurrencia	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Relevancia ambiental/Importancia	Duración	Probabilidad	Desarrollo	Tipo de impacto	niveles de impacto	ocurrencia	Magnitud	Valor ambiental Elemento (VAE) o Componente	Zonas de Probabilidad de Impacto (ZPI)	Zonas de Restricción (ZRE)	Certidumbre	Grado de perturbación	consecuencia	tipo de impacto
Relleno Sanitario Santa Marta (Tercera Presentación)	O5	1					1							1						1				1			1
Vertedero Particular Intercomunal de Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.)	O5	1	1	1		1	1	1		1	1	1				1											
Tipología O - Proyectos de Saneamiento		9	1	2	3	1	7	1	0	3	1	1	0	6	2	1	1	0	0	3	1	0	0	6	1	2	4
TOTAL PROYECTOS		32	21	24	11	3	31	2	2	5	3	3	13	29	19	12	6	1	2	4	3	2	1	6	1	2	4

A partir de la Tabla anterior, se elaboró el siguiente gráfico (Figura 4-3), donde fueron sistematizadas las variables de análisis de la tabla 4-5, en relación a su significado, de modo de agrupar aquellas que tuvieran la misma connotación, y tener una representación gráfica de fácil comprensión que permita determinar aquellas variables que son utilizadas con mayor frecuencia en la Evaluación Ambiental y asimismo aquellas que de un modo general no son consideradas.

Figura N° 4-3: Distribución de Variables o criterios utilizados en el polinomio de evaluación



Como parte del análisis realizado, y con objeto de consensuar las variables que efectivamente son necesarias de considerar en esta evaluación que pondera la significancia del impacto, se ha procedido a generar definiciones para cada una de las variables o características del impacto, dado que en los EIA analizados se entregan los rangos pero difícilmente se entregan sus definiciones, o éstas varían estudio a estudio. Las definiciones se describen en la Tabla 4-4, indicando también el alcance u observación asociada a la variable que permite discriminar el uso o no en la valoración del impacto.

Tabla N° 4-6: Definición de Características de los impactos

	Característica del impacto	Definición	Alcance
1	Acumulación	Corresponde a la suma de impactos y efectos producto de la actividad o suma de ellas. Así como de otras actividades de otros proyectos.	Cabe distinguir que la acumulación no necesariamente tiene un efecto sinérgico. Es una variable de interés puesto que la significancia del impacto puede resultar mayor que en ausencia de esta. Se considera una característica necesaria para la ponderación.
2	Desarrollo	Es el momento en que ocurre el impacto.	Cuando ocurre el impacto no tiene relevancia a la hora de hacerse cargo de ese impacto, por lo tanto, no es una variable que permita ponderarlo. Lo relevante es si ocurre el impacto y no cuando este se presenta. No es una característica que sea descrita como criterio o variable en la Guía SEA. Ya que se deduce que la premisa es la existencia de impacto. Por lo tanto, esta característica se elimina como variable de ponderación.
3	Duración	Es la característica que identifica cuánto tiempo permanece el impacto en el sistema, su conducta en el tiempo.	Se destaca que en varios estudios la duración tiene relación con la actividad que genera el impacto y no con el impacto en si (lo que no tendría sentido como característica). Para su evaluación, se recomienda no estandarizar una escala temporal ya que ésta puede diferir en cada proyecto, por lo tanto la escala que defina un titular debe estar acorde a las actividades y escalas espacio temporales del proyecto. La periodicidad a veces es utilizada en los proyectos de manera similar a la duración, no obstante, se define a la duración como la variable y característica del impacto a ponderar.
4	Efecto	Se relaciona con lo directo o indirecto del impacto, ya sea en el componente de estudio (RRHH) o un impacto derivado como consecuencia del impacto inicial.	Corresponde al impacto directo en recurso hídrico e impacto indirecto en flora y fauna

	Característica del impacto	Definición	Alcance
5	Extensión	Característica que indica amplitud espacial del impacto.	Permite distinguir si es escala puntual, local, comunal, regional. En recursos hídricos tiene especial consideración según el tipo de cuerpo de agua.
6	Intensidad	Se refiere al grado de perturbación que produce el impacto. Cuánto destruyo, modifico y/o deterioro el recurso (hídrico).	Es parte del impacto, es lo que se quiere dimensionar con el ICA, es el resultado de saber qué tan significativo es el impacto. Por lo tanto, se elimina como variable, ya que es el resultado, al igual que la magnitud, la que muchas veces se utilizan como equivalente.
7	Magnitud	Informa principalmente sobre la extensión e intensidad del impacto. Nos entrega la dimensión del impacto, que puede tener relación con la magnitud por ejemplo de una descarga y su efecto en contaminación (volumen, extensión, intensidad, etc), basado en distintas variables.	No corresponde a una característica del impacto, sino al impacto, lo que buscamos medir y valorizar con el ICA. Identificando la magnitud definimos si tiene un efecto adverso significativo. Si bien, esta variable se encuentra como consideración en la Guía SEA, acá también queda de manifiesto que es una variable asociada a otras, como la intensidad, duración, extensión. Estas últimas (duración y extensión) son consideradas como independientes para la evaluación del impacto. La Guía destaca en esta característica la comparación con la situación sin proyecto o sin la actividad. Cabe señalar que toda la evaluación de impactos y de sus características se debe realizar con ese enfoque. Por lo tanto, se elimina como característica de impacto, ya que responde al resultado de significancia.
8	Naturaleza o Carácter	Se refiere a si el impacto tiene un efecto positivo o negativo	No se considera relevante a la hora de ponderar el impacto, ya que el foco de atención son los efectos adversos significativos, es decir los negativos. Se elimina, y no es una característica que sea descrita como criterio o consideración en la Guía SEA.

	Característica del impacto	Definición	Alcance
9	Persistencia	Es la permanencia en el tiempo del impacto o parte de él, aun cuando la actividad que lo genera ya no existe. Alteración indefinida en el tiempo	Es una variable que muchas veces se asimila a duración, tiempo del impacto y su efecto en el sistema. Destacando que éste no es el tiempo de la actividad que lo genera sino el impacto. Se estima necesario fusionar ambas características y dejar solo "Duración", que es la consideración que entrega la Guía SEA. Teniendo en cuenta que la duración del impacto puede ser indefinida, ser persistente en el tiempo.
10	Probabilidad de ocurrencia	Es la característica que indica el grado de certeza con que el impacto ocurre en el sistema.	Se considera una variable necesaria a la hora de ponderar y valorizar el impacto. Se sugiere una escala simple, de tres categorías.
11	Relevancia ambiental	Es el valor ambiental, es la importancia del sistema que recibe el impacto.	En el marco del enfoque de este trabajo, esta variable corresponde al sistema y no a una característica del impacto. Es parte constituyente de la evaluación y valoración, pero no del impacto. Obedece a la fragilidad o resistencia del sistema y sus elementos que lo componen. Se asimila al criterio 3 de la Guía del SEA y que es considerado en el otro componente a ponderar en el ICA. Se elimina como característica.
12	Reversibilidad	Es la característica del impacto que dimensiona si el sistema tiene la posibilidad de retornar a su estado inicial en ausencia del impacto (y la actividad que lo genera). Esta variable no considera la intervención humana en la recuperación del componente afectado.	En términos de recursos hídricos, las descargas son reversibles en su impacto, se elimina y el sistema vuelve al estado inicial. La extracción también es reversible, la modificación de cauce es parcial o irreversible, y emplazamientos de obras también presenta reversibilidad.

	Característica del impacto	Definición	Alcance
13	Sinergia	Esta característica corresponde al efecto de generar un mayor o nuevo impacto al momento de sumar (acumular) otro impacto.	Es una característica que cobra importancia en recursos hídricos porque es una posibilidad y por los efectos que conlleva. Por ejemplo, la descarga a un curso o cuerpo de agua, al cual se suma otra descarga (acumulación) puede generar un efecto mayor y/o sinérgico en alguna reacción química de la mezcla de dos descargas, con efectos importantes o críticos en el sistema.

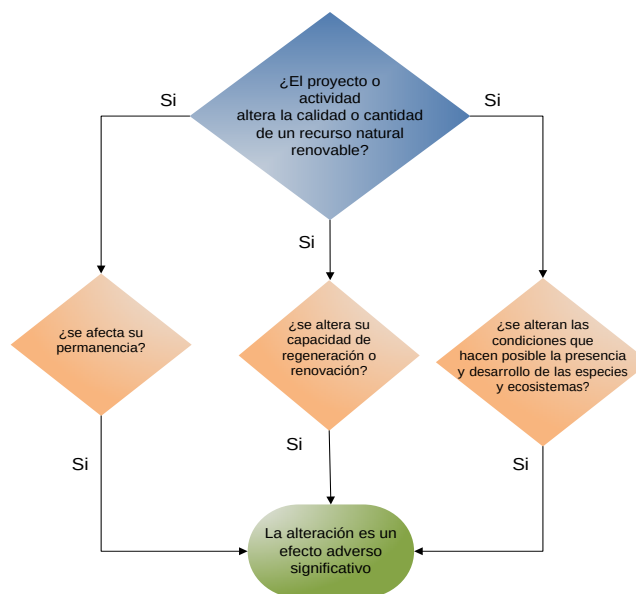
4.5.2 Relación con la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 11 letra b) efectos adversos sobre recursos naturales renovables

Teniendo presente que para la Dirección General de Aguas es de relevancia avanzar en concordancia con los lineamientos del Servicio de Evaluación Ambiental en la materia de análisis de los proyectos que ingresan al SEIA, se ha considerado como elemento central para esta etapa del proyecto la revisión de la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 11 letra b) efectos adversos sobre recursos naturales renovables. En particular, los numerales 4 y 5 de dicha Guía que indican los Criterios generales y las Consideraciones sobre efectos adversos significativos.

Respecto de esta guía, tal como en ella se señala sus objetivos son los de; (a) entregar lineamientos para la identificación de impactos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire y (b) lineamientos y criterios para la determinación de la existencia de efectos adversos significativos sobre dichos recursos, lo que da origen a la necesidad de presentar un EIA, en relación a la letra b) del artículo 11 de la Ley N° 19.300, y el respectivo artículo 6 del Reglamento del SEIA.

A continuación se presenta un diagrama de la Guía que ejemplifica como los criterios generales entregan esta definición en cuanto a si se está ante un impacto con efecto adverso significativo.

Figura N° 4-4: Criterios generales respecto a la generación o presencia de efectos adversos significativos sobre la calidad o cantidad de los recursos naturales renovables



Fuente: Guía de Evaluación de Impacto Ambiental, Art. 11 letra b); Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables

Como se desprende de la figura de acuerdo a la guía en comento, los criterios generales para establecer si un impacto es adverso significativo o no son tres; señalando la guía que la sola existencia de una de estas situaciones o criterios es suficiente para considerar que se está en presencia de un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de un recurso natural renovable. Estos criterios, extraídos del artículo 6 del Reglamento del SEIA son los siguientes:

1. Se afecta la permanencia de un recurso, asociando ésta a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro;
2. Se altera la capacidad de regeneración o renovación de un recurso;
3. Se alteran las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas

Además, la guía señala que para evaluar si estos criterios (situaciones) ocurren, se debe tener en consideración lo siguiente:

- Ubicación de obras o acciones del proyecto o actividad,
- recursos propios del país, escasos, únicos o representativos,
- diversidad biológica,
- especies clasificadas según su estado de conservación,
- magnitud y duración del impacto en relación con la condición inicial,
- capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración,
- combinación o interacción de contaminantes,
- normas de calidad ambiental y de emisión.

La misma Guía señala que estas consideraciones pueden ser acciones del proyecto, impactos, características de los recursos, y también criterios, es decir una diversidad de aspectos e información de distinta índole, que se hace necesario analizar en profundidad a objeto de utilizar aquello que sea atinente a los objetivos de esta consultoría.

Es así como los criterios y consideraciones recién mencionados, fueron analizados e incorporados tanto en las variables que describen el impacto (Sección 4.5.1), como dentro de las variables que describen al sistema (sección 4.5.3). Justificando debidamente su incorporación en una u otra sección.

En el avance de nuestro análisis, con el enfoque dado y con los objetivo de entregar una herramienta al evaluador de proyectos, se evidencia que al abordar los criterios y consideraciones de la Guía, y cruzarlos con las características de los impactos, que se indican en la Tabla 4-6, existe cierta coincidencia entre ellos, la que no es total. Como una forma de ordenar y de objetivizar en la medida de lo posible, las variables o características de los impactos, nuestro trabajo se centró en identificar aquellos que corresponden a características propias del impacto. Con esto, se avanza en dimensionar de manera más efectiva el efecto adverso significativo.

En relación a las características propias del impacto, se concluye que de las 13 incluidas en la Tabla 4-6, sólo 5 de ellas pueden ser consideradas como adecuadas para su caracterización. En la Tabla 4-7 presenta estas cinco características del impacto, definidas para este estudio, y relacionadas con la Guía SEA;

Tabla N° 4-7: Selección de variables que caracterizan los impactos y su relación con la Guía SEA

	Característica del Impacto	Guía SEA
1	Duración	La duración se describe en la Guía SEA como una de las consideraciones para evaluar los efectos adversos significativos.
2	Efecto	Esta variable se relaciona con el criterio 3 de la Guía SEA; Alteración de las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y de los ecosistemas
3	Extensión	No es una característica que esté descrita como criterio o consideración en la Guía SEA. Para efectos de ponderar si un efecto es adverso significativo, a opinión de este equipo si es una característica necesaria de considerar.
4	Probabilidad de Ocurrencia	No es una característica que esté descrita como criterio o consideración en la Guía SEA. Se deduce que la premisa es la existencia de impacto. Por lo tanto, como la identificación inicial de impactos incluye todos los potenciales, un elemento de discriminación y jerarquía es evaluar aquellos que no tienen probabilidad de ocurrencia respecto a los certeros.

	Característica del Impacto	Guía SEA
5	Reversibilidad	Esta variable corresponde al criterio 2 de la Guía SEA; Alteración de la capacidad de regeneración o renovación del recurso

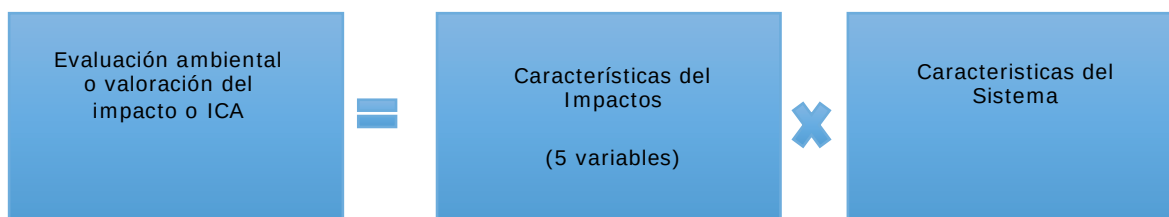
Esta selección y definición se llevó a cabo después de un análisis pormenorizado de cada variable, evaluando distintas situaciones de caso, y en acuerdo con la DGA.

Cabe señalar que la *persistencia*, característica a veces mencionada en algunos estudios, se considera dentro de la variable *duración*, por cuanto tienen relación con el tiempo en el cual el efecto o cambio se mantiene en el sistema. Asimismo las variables *Intensidad* y *Magnitud* corresponderían a la resultante de la evaluación, por lo tanto se ha considerado que no corresponden que estén dentro del polinomio o expresión.

Por último, la variable *Naturaleza o Carácter*, no fue incluida dentro del análisis, en el entendido que están siendo trabajados únicamente los impactos de carácter negativo sobre el recurso hídrico. La variable *Desarrollo* en ocasiones también llamada *Momento*, no tiene relevancia pues el tiempo en que ocurre el impacto no prioriza ni le da significancia, pues es suficiente que ocurra, independiente de cuando, para que el proyecto deba hacerse cargo de dicho impacto.

La variable denominada *Relevancia ambiental* describe y está asociada al sistema que recibe el impacto, por lo tanto no es una característica del impacto, sino más bien corresponde a los atributos que definen el sistema categorizándolo en relevante. Esto último es de importancia ya que la evaluación debe estar dada por el impacto así como por el sistema que lo recibe y su fragilidad, criticidad o resistencia a éste. Esto, se visualiza en la Figura 4-5, estableciendo que la dimensión del efecto adverso significativo, no es una característica del impacto solamente sino de una evaluación que combina las características del impacto con las características del sistema.

Figura N° 4-5: Conceptualización de la evaluación de impactos



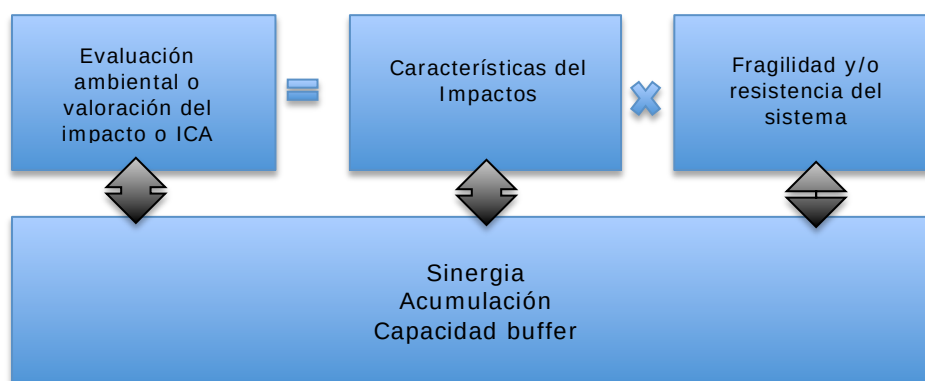
Fuente: Elaboración propia

Por último, los variables *Acumulación* y *Sinergia* son características del impacto que se relacionan estrechamente con las características del sistema, por lo tanto, no son atribuibles completamente al impacto ya que su condición dependerá de atributos del sistema que recibe el impacto. Ambas variable, al igual que la *Capacidad buffer* o capacidad del sistema para resistir a los impactos, son variables que se considerarán una vez realizado este cruce entre impactos y sistema, como variables de apoyo a la evaluación.

Cabe señalar que para el caso de la *Acumulación* y *Sinergia*, estas son características que se asimilar a lo indicado dentro de las consideraciones de la Guía SEA, como *combinación o interacción de contaminantes*. Del mismo modo, la *Capacidad Buffer* es equivalente a lo referido sobre *capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración*.

Dicho lo anterior, el esquema presentado en la Figura 4-5 se ve complementado, de acuerdo a lo que se aprecia en la Figura 4-6.

Figura N° 4-6: Conceptualización de la evaluación de impactos



4.5.3 Análisis y sistematización de características o variables que caracterizan al recurso

La relevancia ambiental corresponde al otro aspecto a ser considerado o ponderado en la evaluación ambiental, en conjunto con las características del impacto, ya definidas, de la manera que lo esquematiza la Figura 4-6. De esta forma es posible dimensionar el valor ambiental del sistema o su vulnerabilidad y/o resistencia ante los impactos, cuyas características están relacionadas con variables como la unicidad, biodiversidad, representatividad, escasez, etc. De esta forma, tomando en cuenta las consideraciones establecidas en la Guía de Evaluación de

Impacto Ambiental artículo 11 letra b) efectos adversos sobre recursos naturales renovables (Guía SEA), que fueron rescatadas las siguientes consideraciones descritas, a saber;

- *Recursos propios del país, escasos, únicos o representativos,*
- *Diversidad biológica, especies clasificadas según su estado de conservación*

En relación a las restantes consideraciones establecidas en la Guía SEA, para el caso de *Magnitud y duración del impacto*, se determinó que no fuese integrada a esta sección ya que al corresponder a una variable que describe el impacto, está contenida en la sección 4.5.1. Por otra parte, las consideraciones que se refieren a la *capacidad de dilución y la combinación o interacción de contaminantes*, llamada también de *Sinergia*, serán ponderadas una vez realizado el cruce entre las variables que definen al impacto y a las asociadas al sistema, debido a que están vinculados a las características de ambos..

Posteriormente, con el fin de llevar a la práctica de la mejor manera las consideraciones seleccionadas, se hizo un exhaustivo análisis para conseguir su aplicación práctica en función del recurso hídrico y de las competencias estrictas de la Dirección General de Aguas. Adicionalmente, se agregaron otras consideraciones que fueron propuestas a criterio y experiencia del equipo consultor. Respecto de las posibilidades de rangos, umbrales o criterios específicos para su aplicación estos serán abordados posteriormente en este documento. A continuación se procede a identificar cada una de las consideraciones propuestas:

a) Recursos propios del país, Escasos, Únicos o Representativos

En esta materia podemos remitirnos principalmente al desarrollo normativo y regulador que existe en aguas subterráneas:

- Agua subterránea de sectores acuíferos que alimentan vegas y bofedales a los que se refiere el artículo 63 del Código de Aguas.
- Aguas subterráneas de acuíferos en zonas declaradas como de prohibición o áreas de restricción, de acuerdo a los artículos 63 y 65 del Código de Aguas, respectivamente.
- Agua superficial o subterránea de una zona de escasez declarada por el Ministerio de Obras Públicas. Referencia: Decretos Zonas de escasez hídrica (2008 – 2014) y otros Decretos más antiguos que pudiesen existir. (D.S N° 203, de 2013, del Ministerio de Obras Públicas)

Existencia de glaciares en el área del proyecto, que puedan verse afectados directa o indirectamente por sus obras o actividades. Considerando también la falta de protección legal de este recurso, el escaso conocimiento que existe actualmente y su valor intrínseco por constituir reservas de aguas para usos o aprovechamiento futuro.

En tema glaciares, como referencia para la identificación y localización debe tenerse en cuenta los siguientes documentos:

- Dirección General de Aguas (DGA). 2009. Estrategia Nacional de Glaciares. Ministerio de Obras Públicas. Realizado por Centro de Estudios Científicos (CECS). Política Nacional para la protección y conservación de Glaciares, 2009

- En Mayo 2014, fue presentado al Senado un Proyecto de Ley sobre Protección de Glaciares, que de alguna forma podría entregar mejores herramientas y criterios a considerar en la preservación de estas áreas en el futuro.

Presencia de aguas fósiles, asimilable a los conceptos de aguas geotérmicas o aguas de formación, serán considerada como aguas escasas.

Las Aguas prístinas, incluyendo la variabilidad natural de la calidad de las aguas a lo largo del país serán consideradas aguas escasas y/o únicas.

Para la aplicación de esta consideración, pueden ser utilizadas las Normas Secundarias que a la fecha han sido aprobadas y, del mismo modo, los proyectos de Norma también serán un referencial válido para determinar la ausencia de intervención de las aguas a evaluar. En caso de existir los instrumentos de Declaración de zonas saturadas y zonas latentes también podrán ser utilizados.

b) Diversidad biológica

En esta materia el recurso hídrico cumple un rol fundamental en todo sistema, como elemento que sustenta vida a través de las diferentes fases del ciclo del agua. No obstante, con objeto de resguardar aquella diversidad genética, de especies y/o de ecosistemas donde el agua sea fundamental para su existencia y permanencia, se hace necesario identificar aquellos impactos que alteren el recurso hídrico, tanto en calidad como cantidad que generen perjuicio, detrimento en la existencia de esta diversidad, principalmente en sistemas fluviales y lénticos superficiales. Este debe ser entendido como impacto derivado.

Definido por La Ley N° 19.300 como *“la variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas”*⁸. Tradicionalmente se distinguen tres niveles de biodiversidad: diversidad ecosistémica, diversidad de especies y diversidad genética.

De esta manera, será importante determinar la existencia de áreas relevantes en términos de su diversidad biológica, endemismo o singularidad de las especies presentes en el lugar. En este sentido, deben considerarse por lo menos alguna de las siguientes áreas:

- Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SNASPE,
- Listado de Sitios Protegidos por la Convención de Ramsar
- Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad
- Áreas bajo protección oficial para efectos del SEIA

⁸ Definición de *Diversidad Biológica*, letra a) del artículo 2 de la Ley N° 19.300

c) Origen y estado de conservación de las especies

La mejor forma de abordar este aspecto, teniendo en consideración que la información natural y ecosistémica en el país es escasa, es a través de la consideración propuesta por la Guía, correspondiente a la clasificación de especies.

Así, la categoría de conservación de una especie será el criterio para establecer el efecto adverso significativo de un impacto en el recurso hídrico con consecuencia en los ecosistemas o en el desarrollo de las especies (Criterio 3 de la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 11 letra b) efectos adversos sobre recursos naturales renovables (Guía SEA).

A la fecha, hay nueve procesos de clasificación cerrados en el país con la lista de diferentes especies en su respectiva categoría de conservación. En particular, son de interés la flora y fauna que es estrictamente acuática como la fauna íctica, así como aquellas que especies que requieren como parte de su ciclo de vida el agua, como anfibios, invertebrados, aves, etc.

A continuación la lista de los decretos que establecen las categorías de conservación para distintas especies:

- Decreto Supremo N° 151/2007
- Decreto Supremo N° 50/2008
- Decreto Supremo N° 51/2008
- Decreto Supremo N° 23/2009
- Decreto Supremo N° 33/2011
- Decreto Supremo N° 41/2011
- Decreto Supremo N° 42/2011
- Decreto Supremo N° 19/2012
- Decreto Supremo N° 13/2013

Es necesario destacar, que las categorías que serían críticas para efectos de establecer medidas son las categorías; En peligro crítico, En peligro, Vulnerable y Casi amenazada.

Se destaca que en el evento que aún existan especies no clasificadas en conformidad al Reglamento de Clasificación de Especies ni en el Reglamento de la Ley de Caza, podrán considerarse otras clasificaciones o propuestas técnicas de acuerdo al orden de prelación establecido en el Memorandum de Conama N° 387, de 18 de agosto de 2008, y el Oficio Ordinario N° 112398, de 5 de agosto de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, o el que lo reemplace.

El origen de las especies, será igualmente relevante a considerar en el valor del sistema afectado. Lo anterior principalmente relativo a si la especie es nativa o endémica en relación al territorio nacional, entendiendo que en Chile casi el 25% de las especies descritas son endémicas, lo que da una noción de la importancia de integrar estos criterios.

Como referencia pueden ser utilizados los listados de Especies Nativas y Especies endémicas del Inventario Nacional de Especies del Ministerio de Medio Ambiente.

4.5.4 Propuesta de Diagrama de Evaluación Ambiental de Impactos

Como se ha visto en los estudios de impacto ambiental revisados, todos tienen de alguna manera u otra, incorporado consideraciones relacionadas tanto con las características del impacto como de las características del sistema, sin embargo este enfoque no es claro y queda incorporado en forma implícita en los textos que justifican la valoración de los impactos realizados.

Teniendo en consideración lo analizado y discutido tanto internamente como con el equipo de la DGA, se ha llegado al convencimiento que la propuesta para analizar e identificar los impactos significativos debe abordar ambos aspectos (relacionados con la fuente de perturbación y con el sistema que la recibe).

De acuerdo a lo anterior para abordar la identificación y predicción de impactos, se consideran las 5 características o variables del impacto indicadas en la Tabla 4-7, como las relevantes al momento de ponderar la significancia del impacto, y por otro lado, evaluar el valor ambiental del sistema que recibe dicho impacto. Adicionalmente a lo indicado y producto de los análisis realizados ha sido posible identificar características o variables que no pueden ser asignadas en forma única al impacto o al sistema. Esto debido a que son características que cruzan a ambos ámbitos de la evaluación y que usualmente son considerados dentro de las características del impacto.

Las variables o características que se señalan corresponden a: Sinergia; Acumulación y Capacidad Buffer. Estas variables o consideraciones adicionales deben ser entendidas como nuevo nivel de análisis para la identificación de los impactos significativos y que sirven de apoyo en el caso que las características del impacto y del sistema sean complejas de manejar.

Considerando lo anterior, el esquema que representa el enfoque de evaluación de impactos adversos significativos puede visualizarse en la Figura 4-8. En él, se puede apreciar que por como primer paso, está el cruce de las características del impacto con las del sistema y posteriormente la incorporación de variables como la sinergia. Para realizar este análisis se requiere que la caracterización del sistema se sustente en la línea base, en consideración a los potenciales impactos.

Figura N° 4-7: Esquema Conceptual para evaluar Impactos con efectos adversos significativos

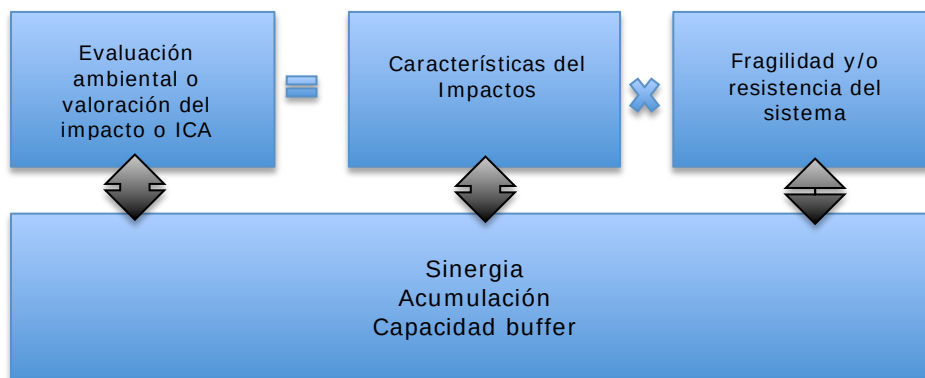
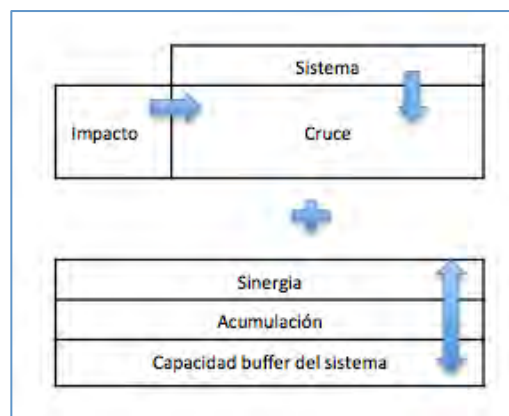


Figura N° 4-8: Esquema Conceptual para evaluar Impactos con efectos adversos significativos



Fuente: elaboración Propia

Cabe señalar que para el análisis de las características del impacto se ha considerado una clasificación, en tres categorías, Baja, Media y Alta, en la cual cada una de las cinco variables podría estar. Estas categorías buscan clasificar en función de criterios que son propuestos, la relevancia de cada una de las características o variables del impacto, siendo la categoría alta, aquella que conllevaría a un posible impacto significativo y por el contrario la baja, aquella que tiene muy pocas posibilidades de que el impacto sea adverso significativo.

Como fue señalado en numerales anteriores, las cinco variables o características de los impactos que han sido catalogadas como relevantes para la caracterización del impacto son: Duración; Efecto; Extensión; Probabilidad de Ocurrencia y reversibilidad.

A continuación se presentan la propuesta de criterios para clasificar o para establecer las categorías de cada una de ellas y las consideraciones que sustentan dicha propuesta

En relación a la Duración

Cabe recordar que esta variable se relaciona con la duración del impacto y no con la duración de la acción que lo provoca, por lo tanto incorpora de manera implícita la persistencia del efecto o impacto.

La importancia de esta variable no puede aislarse de la escala temporal involucrada en la evaluación de un proyecto determinado, es decir cada proyecto que se someta a evaluación tiene una extensión en el tiempo, dependiente de la etapa (construcción, operación, cierre y abandono) que define la relevancia de los impactos. Sin embargo a objeto de entregar propuesta de criterios, se ha procedido a considerar las etapas de los proyectos, poniendo ciertos límites, que dan cuenta de proyectos en los cuales la etapa de construcción es extensa.

Dicho lo anterior, los criterios serían los siguientes:

Duración Baja: El impacto se presenta sólo durante la etapa de construcción y ésta se desarrolla entre 0 y 3 años. En este caso se estipuló el límite de la etapa de construcción considerando que pueden existir proyectos que tienen una etapa de construcción de muchos años, como por ejemplo el proyecto Hidroaysén.

- Duración Media:** El impacto se presenta y mantiene sólo durante la etapa de construcción del proyecto. La diferencia con la clasificación anterior, radica en la extensión de esta etapa, siendo ésta entre 3 y 5 años.
- Duración Alta:** En esta categoría caen aquellos proyectos en los cuales el impacto se manifiesta y mantiene durante toda la etapa de operación, de manera permanente. En este punto cabe señalar que existen proyectos en los cuales la etapa de construcción se confunde con la de operación, como por ejemplo los tranques de relaves, los depósitos de estériles en el sector minero, o en otras palabras la etapa de construcción no termina para dar paso a la etapa de operación.

En relación al Efecto

Como se señala en la definición de esta variable o característica del impacto de efecto se vincula con el tipo de relación que existe entre el componente y la fuente del impacto. En el caso de esta consultoría, el trabajo se ha enfocado en la componente recursos hídricos y se han identificado los impactos potenciales sobre ellos, por esta razón que para efectos de los recursos hídricos todos los impactos corresponden a directos. El sentido de incluir esta variable o características del impacto es tener la herramienta para incorporar componentes como flora y fauna que pueden verse afectados cuando los recursos hídricos se afectan.

De acuerdo a lo anterior, el criterio propuesto para clasificar esta variable o característica del impacto es:

- Efecto Bajo:** El impacto se produce en forma indirecta sobre componentes como flora y fauna
- Efecto Medio:** El impacto se produce en forma indirecta sobre componentes como flora y fauna.
- Efecto Alto:** El impacto se produce en forma directa sobre la componente recursos hídricos

En relación a Extensión:

En forma complementaria a la variable duración, la variable extensión permite caracterizar el impacto en la dimensión espacial, es decir la amplitud espacial del impacto. Asimismo, esta variable no corresponde con la extensión del emplazamiento del proyecto, aunque si esta relacionado con ella.

La caracterización de esta variable también es relativa a los proyectos, sin embargo en un intento de objetivarlo se han considerado el sistemas superficiales y subterráneos, razón por la cual se plantean dos criterios. El asociado a los sistemas superficiales considera la ubicación relativa de la actividad respecto del curso superficial. Es decir si la actividad (ya sea descarga o extracción) se realiza en la cabecera de un río no es lo mismo que se realice cercano a su desembocadura, lo anterior, se relaciona con la posibilidad que dicho efecto se disminuya o elimine, por la posibilidad de ser asimilado a lo largo del desarrollo del curso superficial.

Al respecto cabe recordar que un curso superficial en condiciones naturales a medida que se desarrolla va recibiendo mayores recursos hídricos, atendiendo a la extensión de la cuenca aportante. Por lo tanto, si se trata de una extracción existe la posibilidad que la cuenca genere hacia aguas abajo la cantidad extraída y con esto en términos porcentuales se vaya anulando. En este punto se debe señalar que la extracción de agua nunca será anulada en forma natural, por lo que se considera que la variación en el balance resultante sea baja pero no nula. Algo similar sucede con las descargas, dado que a medida que se cuenta con mayores recursos se produce mayor dilución de la descarga.

En el caso de sistemas subterráneos se ha utilizado como criterio la distancia de 200 m, en atención a los criterios que tiene la misma DGA en el marco de la constitución de derechos de aprovechamiento, en donde se considera que dicha distancia protege a los derechos ya constituidos.

En relación a esta característica del impacto, es posible indicar que esta directamente relacionada con el área de influencia del proyecto en la componente recursos hídricos.

Sobre la base de lo indicado la propuesta de criterios es:

Extensión Baja: El impacto se deja de percibir dentro del 40% del río medido desde la ubicación de la actividad hasta la desembocadura. Con esto se considera que el río aporta la cantidad de agua suficiente en el tramo de 40% para anular en términos prácticos el efecto.

Para efectos de aguas subterráneas, se considera que la distancia desde la extracción en la cual ya no se perciben los efectos es menor a 200 m.

Extensión Media: El impacto se percibe más allá del 40% del cauce, medido desde el sitio de la actividad y la desembocadura del cauce. Es decir más allá del 40% del cauce restante el efecto es aun perceptible en el río, sin embargo existe un momento de el cauce que el efecto no es percibido.

Para efectos de sistemas subterráneos la distancia a la cual se siente el efectos es menor a 200 m.

Extensión Alta: El impacto tendrá una extensión alta cuando no existe cauce suficiente para que los efectos se vean atenuados por los aportes intermedios, medidos entre el emplazamiento de la actividad y la desembocadura.

En sistemas subterráneos se considerará que la extensión es alta cuando el efecto sea percibido a una distancia mayor a 200 m, en torno al lugar de emplazamiento.

En relación a la Probabilidad de Ocurrencia

Esta variable o característica del impacto en ciertas ocasiones se confunde o interpreta como ocurrencia, certidumbre y en términos generales trata de plasmar el grado de certeza con que el impacto ocurre en el sistema. Si bien en las primeras etapas de la evaluación se identifican todos los potenciales impactos, cuando se llega a esta etapa de la evaluación se ha realizado la predicción de ellos, por lo que es posible tener un cierto nivel de conocimiento si el impacto se producirá o no.

Dicho lo anterior, cabe señalar que puede existir la certeza que una acción determinada puede generar un efecto, sin embargo no necesariamente esto se traduce en un impacto, es por esto que la variable de ocurrencia debe ser entendida como el grado de certeza con que el impacto ocurren en el sistema.

A continuación se presentan la propuesta de criterios para esta variable.

Probabilidad Baja: Se sitúa en esta clasificación aquellos efectos que no significan impacto sobre la componente recursos hídricos, es decir no se genera impacto.

Probabilidad Media: En esta categoría se encuentran aquellos efectos que pueden generar impacto, es decir el cambio en la componente recursos hídricos puede conllevar un impacto.

Probabilidad Alta: A diferencia de la probabilidad baja, en esta categoría están aquellos efectos que se traducen en impacto y existe certeza de aquello.

En relación a la Reversibilidad

De la misma manera que la variable o característica del impacto de Probabilidad, tiene varias acepciones en la evaluación de impactos, la reversibilidad es entendida o considerada en las evaluaciones ambientales también como recuperabilidad.

Esta variable, como fue definida anteriormente da cuenta de la capacidad del sistema para retornar a su estado inicial en ausencia de la actividad que genera el impacto. En este entendido, si un sistema vuelve a su estado inicial, previo al proyecto es considerado que el impacto es reversible. Ahora bien, se hace necesario indicar que este hecho de volver a la situación inicial puede ser con la ayuda de medios externos y de cargo del proyecto, como por ejemplo la inyección de agua a un sistema subterráneo.

Esta es una variable que al igual que muchas de las anteriormente indicadas, dependen de la escala de tiempo que se considere para el análisis, no es posible indicar tiempos como un valor único, sin embargo se propone un criterio para clasificar si el impacto puede ser o no considerado como reversible.

A continuación se presenta el criterio para el establecimiento de las escalas de esta variable o característica del impacto.

Reversibilidad Baja: Se considera que esta variable es catalogada como baja si el impacto que se ha identificado y evaluado como tal, es reversible y atribuible a la etapa de construcción del proyecto. Es decir terminada la etapa de construcción el impacto se anula debido a que se elimina o termina la actividad que lo producía. Si bien puede sonar contradictorio, este es el escenario en el cual el impacto es reversible.

Reversibilidad Media: Esta es una característica de un impacto que esta asociada a la etapa de construcción y que una vez terminada esta, el impacto no se revierte, es decir el sistema no vuelve a su condición inicial.

Reversibilidad Alta: El concepto de reversibilidad alta, debe ser entendida como un impacto irreversible y de la misma manera que en la categoría baja, puede sonar contradictorio, lo que busca categorizar en alta es una situación grave. Es

así que un impacto será irreversible (reversibilidad alta) si permanece durante toda la etapa de operación de un proyecto.

A modo de resumen en la Tabla BB se presentan las categorías de cada una de las variables o características de los impactos.

Tabla N° 4-8: Criterios para la clasificación de las variables o características de los impactos.

	Baja	Media	Alta
Duración	Solo en la etapa de construcción (0 a 3 años)	En la etapa de construcción (3 a 5 años)	Operación y es permanente (se incluyen las actividades que no tienen diferenciación entre construcción y operación)
Efecto	indirecto	indirecto	directo
Extensión	< 40% de rio aguas abajo se deja de sentir el efecto	>40% del rio aguas abajo el sistema aun siente el efecto	El sistema no recupera
	< 200 m	< 200 m	> 200 m
Probabilidad de ocurrencia	El efecto no se presenta	Probable	Seguro o cierto que el efecto se da
Reversibilidad	Reversible durante la etapa de construcción	Irreversible durante la etapa de construcción	Reversible durante la etapa de operación

Así como se han entregado criterios para las características de los impactos, también se presentan una propuesta de criterios para la categorización de los sistemas en los cuales se perciben los efectos.

Al respecto cabe señalar que las categorías en los sistemas obedecen a la lógica que la categoría alta representa o conlleva un posible impacto adverso significativo y una categoría baja un impacto escaso o nulo.

Dado que los sistemas que reciben los potenciales impactos difieren en su dinámica, tiempo de respuesta y fragilidad a la exposición de los impactos, se han tratado por separado, entregando a continuación la propuesta de criterios a considerar:

En relación al sistema subterráneo

A objeto de establecer los criterios bajo los cuales los sistemas subterráneos pueden ser considerados sistemas sensibles, que pueden presentar impactos adversos significativos ante

acciones asociadas a proyectos, se ha recogido lo establecido en los documentos oficiales de la DGA.

Al respecto cabe señalar que estos documentos corresponden a lineamientos vinculados al otorgamiento de derechos de aprovechamiento, y tienen como fondo la protección de derechos de aprovechamientos de terceros ya otorgados. Esto tiene sentido desde la perspectiva del otorgamiento de derechos de aprovechamiento, dado que se enmarca en el Código de Aguas. Sin embargo desde la perspectiva de la evaluación ambiental, los criterios provenientes del áreas sectorial deben ser considerados con una mirada más amplia y al ser utilizados en el área ambiental conllevan necesariamente a una coordinación al interior de la DGA de tal forma de presentar pronunciamientos coherentes entre si.

Dicho lo anterior, se ha considerado que sistemas que tienen escasez de agua o una explotación no sustentable dada por un sobreotorgamiento de derechos de agua, constituyen sistemas de una sensibilidad media. Al respecto cabe señalar que esta característica del sistema se identifica mediante las declaraciones de zonas de restricción o de prohibición, lo que se enmara en las atribuciones entregadas por el Código de Aguas a la Dirección General de Aguas.

Además de lo indicado anteriormente, cabe señalar que el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental considera que las aguas fósiles son objetos de protección o al menos de consideración, por lo que para efecto de esta consultoría se han incluido. Sin embargo, cabe señalar que las aguas fósiles son un concepto que se relaciona con las aguas que se encuentran a grandes profundidades y que quedaron allí de la misma manera que los combustibles fósiles, y por lo tanto no son considerados como renovables. Además cabe mencionar que esta agua fósiles también son conocidas como aguas de formación en lo que son los proyectos de extracción de hidrocarburos y aguas geotérmicas en proyectos de geotermia.

De acuerdo a lo indicado, los criterios para clasificar los sistemas subterráneas son los siguientes:

Criticidad Baja: No existe ningún tipo de restricción al ejercicio de derechos de aprovechamiento, razón por la cual la extracción, no debiera generar impactos adversos significativos, en este sentido se debe entender que el sistema no es sensible a la ejecución de las actividades producto del proyecto.

Criticidad Media: Los sectores de acuíferos de aprovechamiento común han sido declarados como zona de restricción o de prohibición para el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento.

Criticidad Alta: Los sectores acuíferos que pueden verse afectados por las acciones del proyecto que hayan sido delimitados por la Dirección General de Aguas como fuentes de alimentación de las vegas y llamados bofedales de las regiones de Tarapacá y Antofagasta, son considerados como de criticidad alta.

Asimismo, aquellos aguas subterráneas que puedan ser caracterizados como aguas fósiles, también son considerados como de criticidad alta.

En relación a aguas superficiales

La dinámica de las aguas superficiales es completamente distinta a la de las aguas subterráneas y por esta razón existen una serie de ecosistemas que dependen de este tipo de sistema. Para confeccionar la propuesta de criterios de clasificación de los sistemas se ha considerado lo establecido en el artículo 6 del Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental y que dice “se alteran las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas. Deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos”.

Considerando lo indicado, se identificaron aquellos sistemas que presentarán algún grado de protección o que tuvieran una relación directa con los recursos hídricos. En este aspecto cabe señalar que de la misma manera que las aguas subterráneas, los sistemas superficiales están sujetas a modalidades establecidas en el Código de Aguas, los que se plasman en la declaración de zonas de agotamiento, lo que significa que la cuenca se cierra para el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento.

La propuesta de criterios para este sistema se entrega a continuación:

Criticidad Baja: De la misma manera que aguas subterráneas, un sistema de criticidad baja debe entenderse como aquel en el que no existe ningún tipo de restricción al ejercicio de derechos de aprovechamiento, razón por la cual la extracción, no debiera generar impactos adversos significativos.

Asimismo, se debe entender que la acción vinculada al proyecto se realizará fuera de áreas protegidas, y no tan solo en el marco del código de aguas sino que también en el marco del SEIA, siempre y cuando se ubiquen aguas abajo de dichas áreas.

En términos de las especies, será un área de baja criticidad aquellas que presente especies que no se encuentren clasificadas como casi amenazadas, vulnerables, en peligro o peligro crítico.

Considerando las singularidad de las especies, en aquellas que no presenten especies endémicas, también serán considerados como sistemas de baja criticidad.

Criticidad Media: Siguiendo el mismo ordenamiento de la clasificación de baja criticidad, en esta categoría quedarán aquellos sistemas que no tengan área de restricción para la constitución de nuevos derechos, así como aquellas en las cuales las actividades se realizarán están fuera de áreas protegidas ubicadas aguas abajo de estas.

En cuanto a las especies, si en este sistema se encuentran especies que estén clasificadas como casi amenazadas, será considerado como de criticidad media.

En relación a las presencia de especies endémicas, en la medida que no se identifiquen en el sistema también será considerado como medio.

Criticidad Alta: De manera complementaria, si el sistema en el cual se realizan las actividades u obras del proyecto se encuentra dentro de zonas protegidas

como Áreas RAMSAR, por ejemplo parques nacionales, reservas nacionales, ZOIT vinculados a los recursos hídricos, y sitios prioritarios para la biodiversidad u otras áreas bajo protección oficial para efectos del SEIA, será considerado como alta.

Asimismo, si en el sistema se identifican especies clasificadas como vulnerables, en peligro o peligro crítico, éste es considerado como de criticidad alta, y por lo tanto los impactos pueden ser adversos significativos.

Finalmente, si en el sistema se identifican especies endémicas, este será considerado como de criticidad alta.

En relación a glaciares

Esta es una temática que al momento del desarrollo de la presente consultoría se encuentra en discusión al interior de la DGA, no contando con los lineamientos específicos para este tipo de sistemas, no es posible abordarlo y queda como un tema pendiente de desarrollar por parte de la DGA.

De la misma manera que para la caracterización de los impactos o las variables que lo caracterizan, se presenta en forma de tabla las distintas categorías asociados a los sistemas.

Tabla N° 4-9: Criterios para la clasificación de las variables o características de los sistemas

	Baja	Media	Alta
subterráneo	Ningún tipo de restricción	Zona de restricción; o Zona de prohibición	- Sectores de acuíferos que alimentan vegas y bofedales - Aguas fósiles (HC, geotermia)
superficial	Fuera de áreas de protección	Fuera de áreas de protección	- Áreas bajo protección oficial: ❖ Parque Nacional ❖ Reservas Nacionales ❖ ZOIT relacionados con RRHH - Sitios prioritarios
	otro	Con presencia de especies clasificadas como: casi amenazadas	Con presencia de especies clasificadas como: - vulnerables - Peligro - Peligro crítico
	No endémica	No endemismo	Endemismo

4.5.5 Cruce de variables que pueden determinar si se esta en presencia de un posible impacto significativo

De acuerdo a los criterios propuestos en este numeral del informe, lo que se visualiza es realizar el cruce entre las características del impacto y las del sistema que lo recibe, para ello se debe utilizar la primera parte del esquema entregado en la Figura 4-8.

Para ello, se ha procedido a generar la tabla de doble entrada, donde se conjugan las características que definen si un impacto es significativo o no. Esta tabla se presenta en la Figura 4-9

Figura N° 4-9: Tabla de doble entrada para conjugar las características del impacto con las del sistema

		Relacionado con el sistema		
		Bajo	Medio	alto
Relacionado con el impacto	Bajo			
	Medio			
	Alto			

La forma de utilizar la tabla anterior, es entrar por un lado por las características del impacto y por otro por las características relacionadas con el sistema. Si esta cae en un cuadro rojo, probablemente se este frente a un impacto significativo, y si se cae en uno verde probablemente no lo sea.

La particularidad lo dan las celdas de color amarillo, en cuyo caso se deben tomar en consideración los aspectos como la sinergia y la acumulación, que corresponden a la segunda parte del diagrama entregado en la Figura 4-8

Al respecto cabe señalar que para establecer la clasificación dada en la Figura 4-9 se han tomado como criterio lo siguiente:

- Cuando el sistema es de criticidad alta, el impacto que se puede producir en él puede ser significativo.
- Cuando el sistema es de criticidad baja, es decir verde de acuerdo a la escala de colores, el impacto que se puede producir probablemente sea no significativo
- Cuando el sistema es de criticidad media, dependerá del impacto si se entra a la zona de impacto significativo o medio. En este caso y en todos aquellos en los cuales el cruce es medio, se recomienda analizar las consideraciones adicionales, que se indican en el diagrama de la Figura AA.

Un aspecto relevante de mencionar dice relación con la manera de “entrar” al diagrama en análisis en el caso de las variables del impacto, esto en atención a que un impacto puede tener una diversidad de “colores” dada por cada una de las variables que lo caracterizan. Por lo tanto se ha definido que las variables más relevantes de los impactos y que permiten catalogar son su

duración; su extensión y su reversibilidad, por lo que si alguno de estos está en categoría de alta (es decir rojo) se entra con alta al cruce con las características del sistema. Respecto de las otras variables consideradas adecuadas para la caracterización del impacto, como efecto y probabilidad de ocurrencia, si bien permiten caracterizarlos no permiten jerarquizar los impactos y por tanto no tiene poco peso a la hora de determinar la significancia adversa del impacto.

Dicho lo anterior, es importante mencionar que para el establecimiento de los impactos significativos se debe hacer el cruce con el sistema que recibe dicho impacto, por cuanto un efecto puede llegar a configurar un impacto significativo sólo si está en un sistema crítico. En esta línea de análisis, no se puede dejar de mencionar que los criterios acá establecidos pueden y deben ser analizados a la luz de evaluaciones reales de proyecto, buscando el equilibrio entre impacto y sistema.

5.- RESULTADOS: PROPUESTA MODIFICADA

5.1 Contexto

Considerando que la temática planteada en la consultoría es extremadamente compleja, dado por un lado el marco legal (Ley de Bases y Reglamento del SEIA) y por otro la forma que históricamente se ha abordado la evaluación de los impactos de un proyecto sometido al SEIA, es posible indicar que el desarrollo de la propuesta realizada por el equipo consultor hasta este punto es el resultado de un proceso con las siguientes etapas: planteamiento de ideas, análisis de ellas y posteriormente un replanteamiento.

De lo anterior se desprende que pueden existir tantas modificaciones a la propuesta como análisis de la temática se realice, lo que no significa que las propuestas o las formas de abordarlas estén erradas, es solo que el proceso de maduración del tema y de sus ideas es iterativo, hasta que sea absolutamente satisfactoria para el Servicio y que tenga sentido en la aplicabilidad.

Por lo anterior, se entiende que la propuesta realizada por el equipo consultor es sólo el punto de partida del proceso iterativo que se señaló en el párrafo anterior. Al respecto no puede dejar de ser mencionado que dado el corto plazo de la consultoría, las temáticas planteadas en la propuesta fueron presentadas a la DGA a lo largo de su desarrollo.

En el desarrollo de la consultoría se tuvo como marco de trabajo, de acuerdo a lo indicado por la DGA, la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 11 letra b) efectos adversos sobre recursos naturales renovables de Servicio de Evaluación Ambiental. Al respecto cabe aclarar que éste es un documento en desarrollo, una interpretación del Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, por lo tanto, al no ser oficial ni definitivo, se estimó en esta última etapa usar para una mejor interpretación directamente el RSEIA.

Atendiendo a esto, la Dirección General de Aguas, ha planteado un nuevo enfoque para abordar la identificación, predicción y evaluación de los impactos adversos significativos, razón por la cual en éste se desarrolla una nueva propuesta, denominada propuesta modificada.

La propuesta modificada, intenta apegarse de manera más directa al Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, haciendo una bajada de lo planteado allí a los recursos hídricos. Del análisis del RSEIA es posible indicar que existen aspectos que no son directamente aplicables a esta componente, razón por la cual se toman sólo aquellos que tienen sentido desde la perspectiva de los recursos hídricos con una mirada práctica en términos de su aplicabilidad.

Asimismo, cabe señalar que del proceso de maduración de la temática permite concluir que el producto esperado para la presente consultoría se relaciona más con identificar y evaluar los

impacto adversos significativos más que evaluar todos los impactos que un proyecto puede ocasionar en un sistema hídrico.

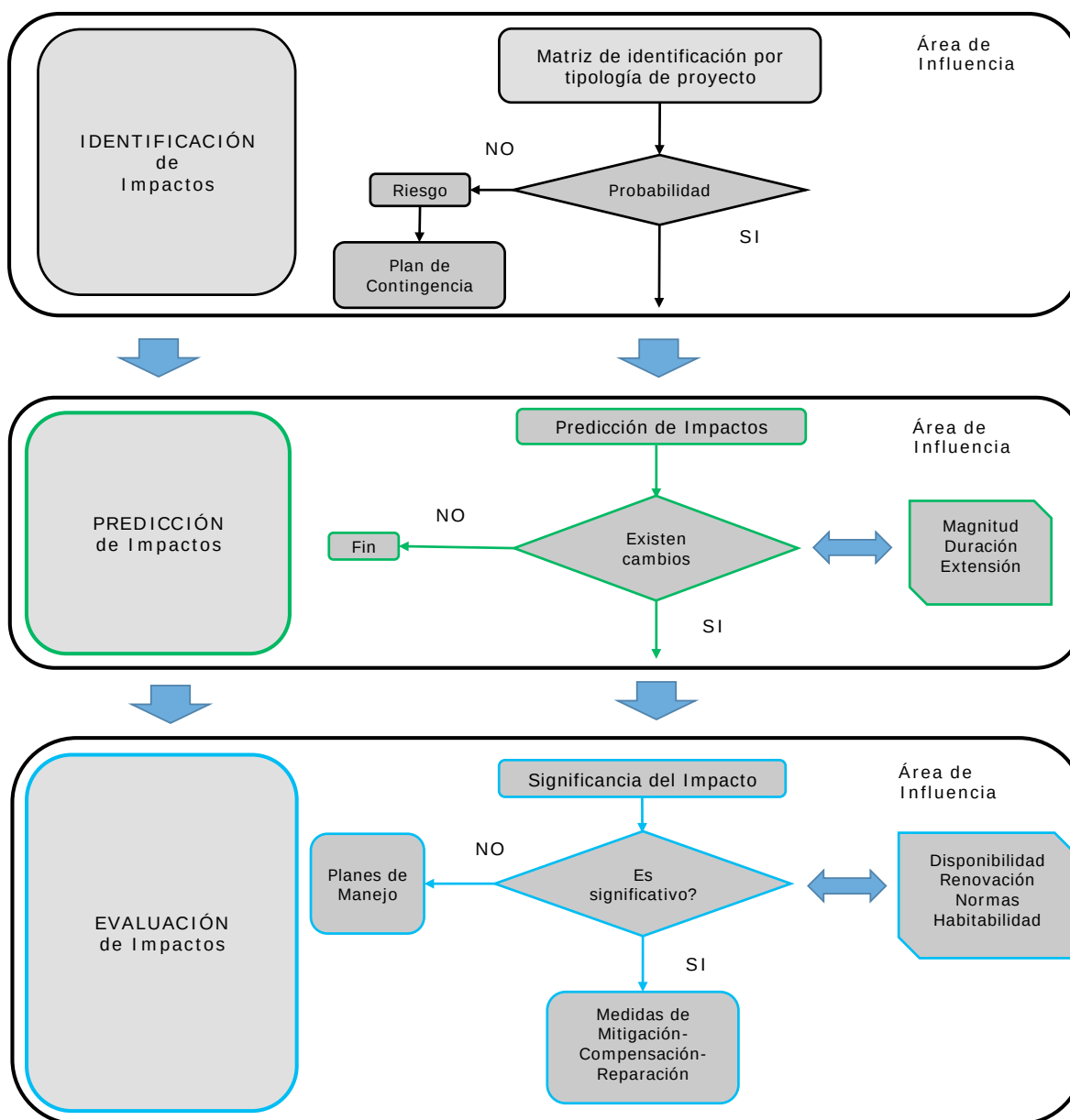
Dado que en esta propuesta modificada se toman aspectos, criterios y definiciones entregadas en la propuesta original, se ha considerado que lo más adecuado para dar continuidad al documento es mantener la propuesta original y no eliminarla del informe. Con esto además, se deja registro de lo realizado, lo que puede ser utilizado con posterioridad por la DGA, de estimarlo conveniente.

5.2 Esquema Conceptual

Lo primero relevante de señalar es que conceptualmente las etapas por las que se debe pasar para la evaluación ambiental de los impactos con efectos adversos significativos, no es distinta a la planteada en el numeral 4.1 de este documento. Lo que cambia es la forma de abordarla.

En la Figura 5-1 se presenta el esquema en el cual se basa la propuesta modificada, que no difiere mayormente del presentado en la Figura N° 4-1, solo que en la etapa de identificación y predicción se introducen criterios de decisión o definición, los cuales serán explicados más adelante en este documento.

Figura N° 5-1: Esquema de Evaluación de Impactos Adversos Significativos.



5.3 Etapa de Identificación

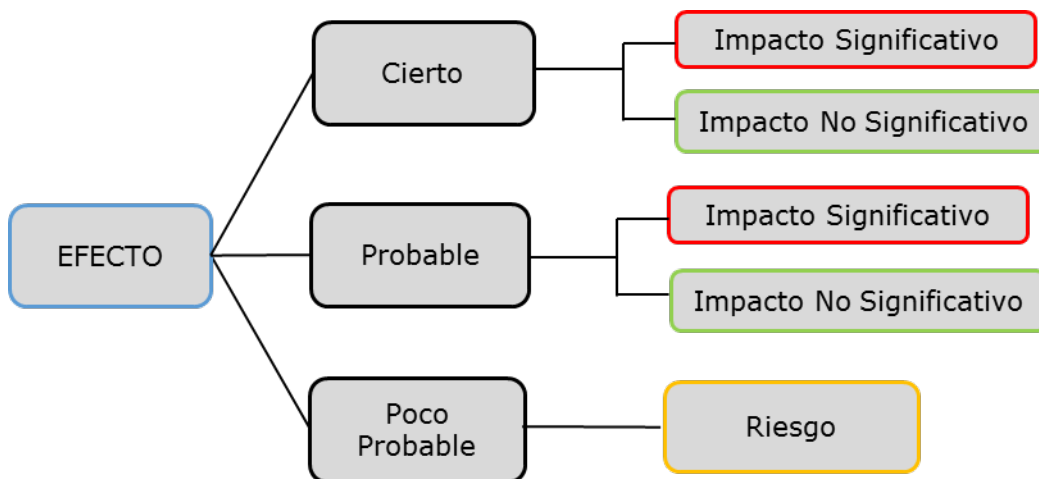
En esta etapa de la evaluación ambiental, la identificación de impactos tiene como base dos aspectos; el primero la determinación de todos los Impactos Potenciales sobre recursos hídricos producto de las actividades de proyectos según su tipología, y en segundo la Probabilidad de ocurrencia de dichos impactos. Se describen ambos aspectos a continuación:

- Identificación de Impactos Potenciales: Esta etapa tiene como base la matriz elaborada sobre "Tipología de proyectos, sus actividades e impactos sobre recursos hídricos". Compuesta a su vez por 6 matrices en relación a las 6 tipologías de proyectos analizados, donde se identificaron las actividades susceptibles de generar impactos para

cada fase del proyecto (Construcción, Operación y Abandono). Ver sección 4.3 del presente Informe. (ver anexo 10.5 Láminas)

- b. Determinar la Probabilidad de Ocurrencia: Esta variable califica la probabilidad de que el impacto potencial identificado pueda darse en alguna etapa del proyecto. Su incorporación dentro de la fase de identificación tiene la finalidad de determinar cuáles serán los impactos que tendrán una mayor probabilidad de ocurrir, y por ende podrían generar impactos adversos significativos sobre el recurso hídrico. La propuesta se explica a través del siguiente Diagrama (Figura 5-2):

Figura N° 5-2: Diagrama explicativo sobre la relación entre la Probabilidad de Ocurrencia de un Impacto y la determinación de su significancia o Riesgo que representa.



De esta forma como indica el diagrama de la Figura 5-2, tanto los impactos con *Probabilidad cierta* de ocurrir, como aquellos que se consideran *Probables* de acontecer, podrían corresponder a Impactos Significativos o bien Impactos no Significativos y por lo tanto continúan en el proceso de evaluación. Por otra parte, los impactos que sean calificados como Poco Probables, tienen pocas posibilidades o ninguna de generar impacto significativos, por lo tanto se considerará como una situación de Riesgo y se derivarán al análisis de riesgo. En este último caso, se deberán proponer los respectivos Planes de prevención de contingencias y de emergencias, tal como se indica en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en los Artículos n° 102 y 103, como se cita a continuación:

Artículo 102.- Si de la descripción del proyecto o actividad o de las características de su lugar de emplazamiento, se deducen eventuales situaciones de riesgo al medio ambiente, el titular deberá proponer un plan de prevención de contingencias y un plan de emergencias.

Artículo 103.- Plan de prevención de contingencias. El Plan deberá identificar las situaciones de riesgo o contingencia que puedan afectar el medio ambiente o la población y describir las acciones o medidas a implementar para evitar que éstas se produzcan o minimizar la probabilidad de ocurrencia.

Por otra parte, en relación a la definición de Riesgo, en el Artículo 5 del Reglamento SEIA, se determina que “a objeto de evaluar si se genera o presenta el riesgo a que se refiere el proyecto, se considerará la presencia de población en el área de influencia, cuya salud pueda verse afectada”.

Así, para un impacto con mayor probabilidad de ocurrencia, el camino a seguir es la predicción de dicho impacto, su cuantificación y la respectiva estimación del cambio que se produce en la variable, para los escenarios de con y sin proyecto, para su posterior evaluación de significancia.

A continuación se presenta en la Tabla 5-1, un ejemplo de cómo podría ser abordada la Probabilidad de ocurrencia en la Fase de Identificación de Impactos, donde el titular determina la certeza o no de que un impacto pueda ocurrir, tomando como ejemplo dos tipos de actividades correspondientes a la Tipología de Proyectos C.

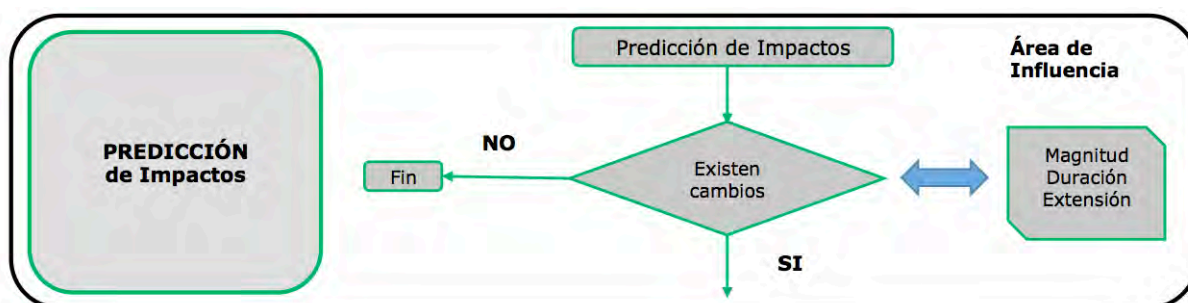
Tabla N° 5-1: Ejemplo de Incorporación de la variable Probabilidad de Ocurrencia en la fase de Predicción de impactos

ACTIVIDAD POR TIPO DE PROYECTO	ETAPA	TIPO DE IMPACTO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		
			Cierto	Probable	Poco Probable
Depósitos de marinas y escombreras	CONSTRUCCIÓN	Cambiar calidad de aguas			
		Afectar flora y fauna			
		Cambiar patrón de infiltración y/o recarga			
		Modificar red de drenaje			
		Alterar cauce y ribera			
		Alterar régimen sedimentológico			
Operación del embalse	OPERACIÓN	Cambiar calidad de aguas			
		Afectar flora y fauna			
		Cambiar balance hídrico			
		Cambiar patrón de infiltración y/o recarga			
		Alterar flujo pasante			
		Cambiar niveles de aguas subterráneas			
		Alterar régimen de caudales			
		Modificar red de drenaje			
		Alterar cauce y ribera			
		Generar y/o aumentar zona de inundación			
		Cambiar el tipo o eliminar el cuerpo de agua			
		Alterar régimen sedimentológico			
		Cambiar hidrodinámica lacustre			
		Cambiar balance térmico			

5.4 Etapa de Predicción

De acuerdo a la conceptualización del proceso de evaluación, esta etapa ha sido definida, como se indica a continuación:

Figura N° 5-3: Conceptualización de la etapa de Predicción



En esta etapa de predicción y referente a lo establecido en el Artículo 6 del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental, sobre la determinación de impactos con efectos adversos significativos sobre recursos naturales renovables, surgen características de los impactos que permiten dimensionar el cambio que producirá el impacto, a saber; Magnitud, Extensión y Duración, relacionadas con la dimensión espacial y temporal del mismo.

Cada una de estas tres características, se relaciona a su vez con preguntas clave que deben ser respondidas a la hora de predecir el tipo de impacto que se generará sobre el recurso hídrico, tal como se indica en la 5-2.

Tabla N° 5-2: Variables a utilizar en la predicción de impactos, su definición y preguntas asociadas.

VARIABLE	DEFINICIÓN	PREGUNTAS A RESPONDER
MAGNITUD	Se refiere a la cantidad o cuantía del impacto que generaría el proyecto o la actividad, sobre el recurso hídrico en relación con la condición de línea de base.	Cuánto será afectado el recurso hídrico? En cantidad, en calidad? Cómo será afectado el recurso hídrico? Se relaciona con si aumentará o disminuirá.
EXTENSIÓN	Relacionada con el tamaño de la superficie donde se manifiesta y la localización del impacto.	Dónde será afectado el recurso hídrico? Referido al cuerpo o curso de agua en cuestión y su relación con la cuenca, sub-cuenca que lo contiene. Cuánto será afectado el recurso hídrico? Qué extensión abarca, que longitud y/o profundidad cubre.
DURACIÓN	Tiempo que persiste el impacto o efecto sobre el recurso afectado	Cuándo será afectado el recurso hídrico? En relación a las etapas y tiempo del proyecto Cuanto tiempo será afectado el recurso hídrico? El efecto es intermitente, permanente

Para ayudar a responder cada una de las preguntas indicadas en la Tabla 5-2, son proporcionadas una serie de herramientas metodológicas descritas en la sección 4.4, del presente documento, para la predicción de impactos. Estas herramientas, comprenden principalmente modelos de simulación de cambios en la componente recurso hídrico, en relación a la situación con y sin proyecto. Estos modelos fueron agrupados en función de la acción o fuente que genera el impacto, a saber:

1. *Calidad de agua (descargar)*
2. *Cantidad de agua (extraer)*
3. *Modificación de cauces*
4. *Escorrentía superficial y/o subterránea (emplazamiento de obras).*

La lista de impactos asociados a cada una de las cuatro fuentes generadoras antes indicadas, se presenta en la Tabla N° 3-7, de este documento.

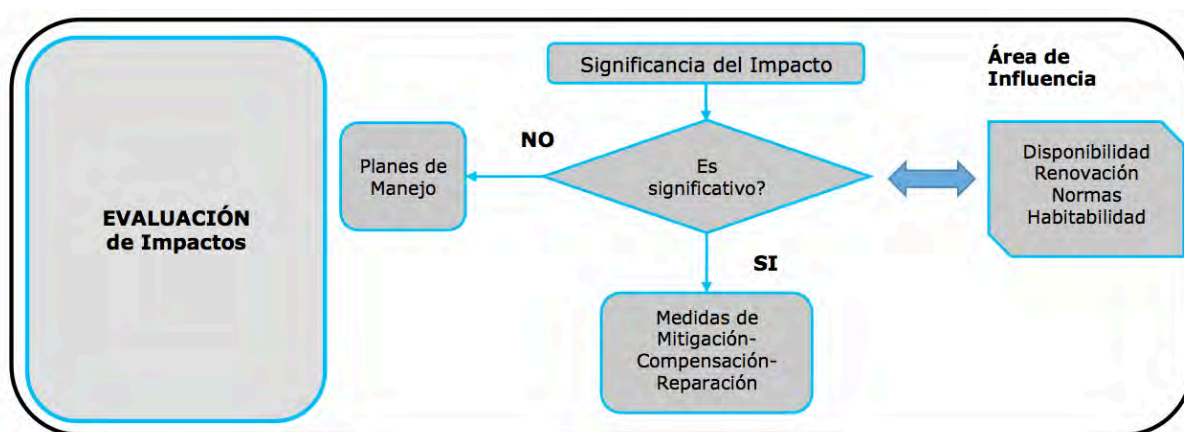
Sin embargo, se debe tener en consideración que en esta etapa de predicción de impactos, las preguntas tendrán siempre respuestas o resultados de carácter aproximado y no exacto, en función de la incerteza y limitaciones asociadas a las herramientas de modelación que son utilizadas. Estas herramientas trabajan sobre una serie de supuestos que simulan un tipo de comportamiento del sistema frente a una modificación o cambio, sin embargo, este tipo de respuesta puede presentarse de una forma diferente a lo estimado. Adicionalmente, la información que requieren la mayoría de

estas herramientas se relaciona directamente con el nivel de información dispuesto en las líneas bases de cada proyecto, más la información existente para la zona o recursos hídrico que sea materia de estudio.

5.5 Etapa de Evaluación

De acuerdo a la conceptualización del proceso de evaluación, esta etapa ha sido definida, como se indica a continuación:

Figura N° 5-4: Conceptualización de la etapa de Evaluación



En esta etapa, aquellos impactos que en la predicción fueron dimensionados en magnitud, extensión y duración, son sometidos a la evaluación. Con el objetivo de evaluar si el o los impactos que han tratado de cuantificarse, mediante herramientas y antecedentes, para dar cuenta del cambio que se produciría por efecto de las actividades del proyecto, corresponden a un impacto con efecto adverso significativo.

Para ello, de acuerdo a lo indicado en el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, en su artículo 6 Efecto adverso significativo sobre recursos naturales renovables, se señala lo siguiente;

“Se entenderá que el proyecto o actividad genera un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire si, como consecuencia de la extracción de estos recursos; el emplazamiento de sus partes, obras o acciones; o sus emisiones, efluentes o residuos, se afecta la permanencia del recurso, asociada a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro; se altera la capacidad de regeneración o renovación del recurso; o bien, se alteran las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas. Deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos.”

Al respecto, se entiende entonces que un efecto adverso significativo será aquel que;

- afecta la permanencia del recurso, asociada a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro; o
- se altera la capacidad de regeneración o renovación del recurso; o bien,
- se alteran las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas.

Y destaca que deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos.

Para evaluar la significancia del impacto, de acuerdo a los criterios indicados en el reglamento y mencionados anteriormente, se requiere bajarlos al ámbito de recursos hídricos, es decir vincularlos directamente con los recursos hídricos, de esta manera se podrá hacer una evaluación práctica y consistente con la información existente sobre ellos. Es así, que para cada uno de estos criterios se ha desarrollado una pregunta que permita al responderla, dar cuenta si se altera o afecta el recurso hídrico, definiéndose las siguientes preguntas:

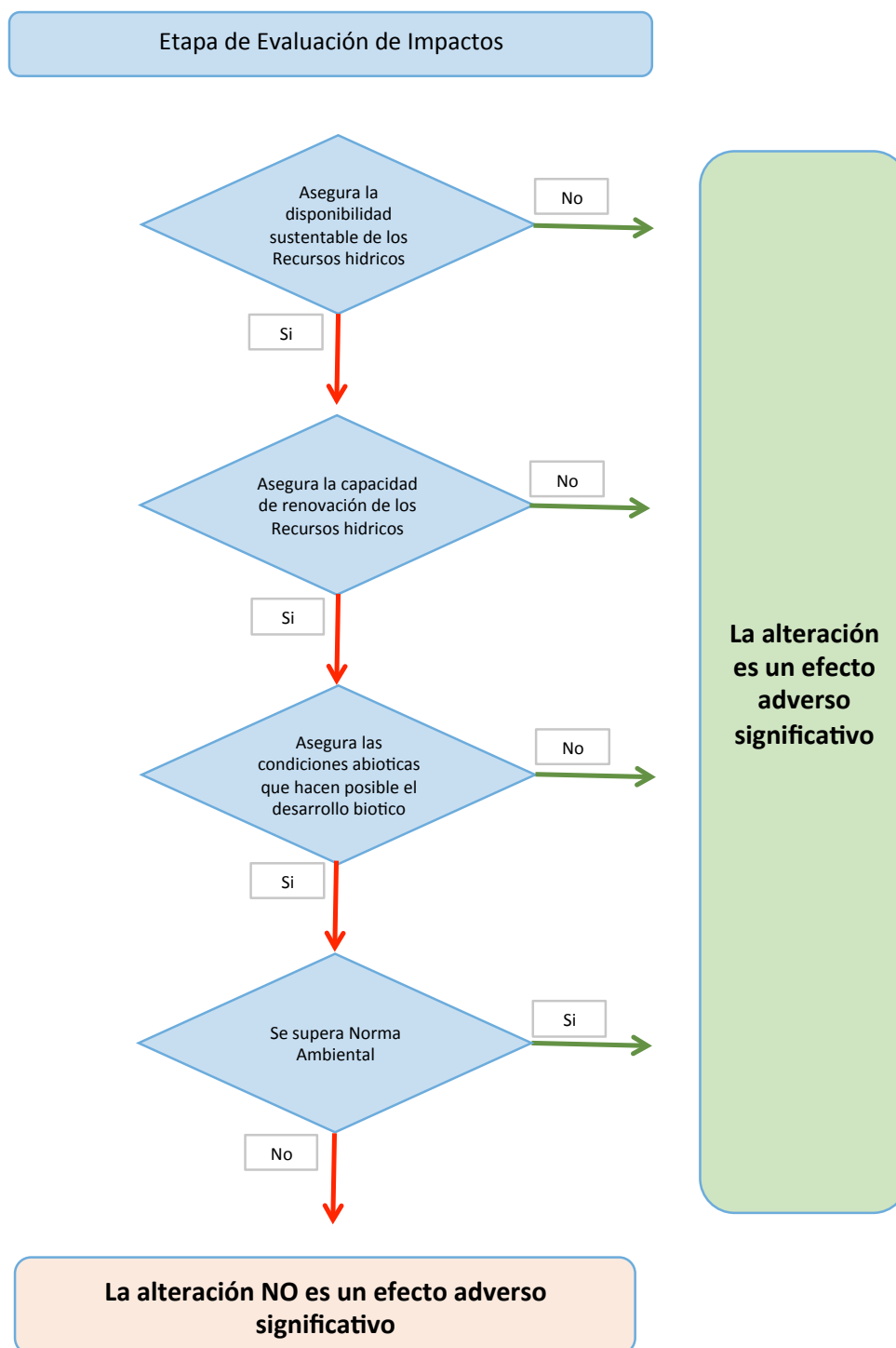
1. ¿Se asegura la disponibilidad sustentable del recurso hídrico?
2. ¿Se asegura la capacidad de renovación del recurso hídrico?
3. ¿Se aseguran las características abióticas que hacen posible el desarrollo biótico?
4. ¿Se supera una norma ambiental vinculada al recurso hídrico?

Si estas preguntas tienen una respuesta negativa en el caso de las tres primeras, es decir no se asegura la disponibilidad, renovación del recurso, o las características que posibiliten el desarrollo de seres vivos, se está frente a un impacto con efecto adverso significativo, de igual manera que si la cuarta pregunta se responde afirmativamente, es decir si se supera una norma ambiental.

Esta categoría de ser un impacto con efecto adverso significativo, determina que dichos impactos deben tener en el marco del SEIA medidas de mitigación, reparación y/o compensación, cuyo objetivo es eliminar, minimizar, reparar, restaurar o compensar los efectos ambientales adversos del proyecto.

A continuación en la Figura 5-5 se muestra en un esquema la etapa de evaluación en relación a las preguntas planteadas, que tanto el titular como evaluador del proyecto, debe considerar para definir los efectos adversos significativos del proyecto:

Figura N° 5-5: Criterios para determinar efecto adverso significativo



Para abordar las preguntas indicadas en la Figura 5-5, vinculadas a lo indicado en el RSEIA, existen elementos necesarios de considerar asociados a los recursos hídricos, y que ayudan a definir y aproximarse a una respuesta. Estos elementos son presentados en la Tabla 5-3.

Tabla N° 5-3: Aspectos a considerar para determinar efectos adversos significativos

Pregunta o Criterio	- Aspectos a considerar
Asegura la disponibilidad sustentable del recurso hídrico	- Aquel relacionado con el uso antrópico del agua, por lo tanto, requiere ser revisado desde la perspectiva del uso del agua por terceros. En este punto se debe tener en cuenta las condiciones existentes al momento de la evaluación ambiental, es decir la condiciones de línea base toma relevancia, en aquellos sistemas con sobre otorgamiento de derechos de aprovechamiento. - Aquel relacionado con la existencia de usos o abastecimiento humano, especialmente si la fuente o recurso abastece a un grupo humano considerado como vulnerable, siendo esta categoría definida por el Ministerio de Desarrollo Social. - Aquel relacionado con el nivel de explotación del sistema, en el entendido del ejercicio de derechos de aprovechamiento. Se debe tomar en consideración si el sistema hídrico se explota más allá de lo sustentable, aunque administrativamente exista autorización. Vinculado a este aspecto se debe tomar en consideración, en el caso de sistemas subterráneos, si existe declaración de restricción o de prohibición, aunque estos son categorías restringen el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento. - Aquel relacionado con la modalidad de uso, esto se relaciona con el ejercicio del derecho de aprovechamiento, establecido en la resolución que lo constituyó. - En particular, en el caso de aguas superficiales, se debe tomar en consideración los usos in situ que se presentan en el sistema. En este aspecto cabe indicar que no debiera ser cualquier uso, sino que aquellos que de alguna manera han sido priorizados, como las áreas protegidas. - En el caso de aguas superficiales se debe considerar las declaraciones de escasez del recurso que hayan sido establecido en un periodo de tiempo, que puede ser 10 años. En el caso de aguas subterráneas, como fue mencionado anteriormente, se debe considerar las áreas de prohibición y de restricción. - Para las consideraciones antes mencionadas, estas deberán estar en concordancia con lo establecido en el Reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas (D.S N° 203, de 2013, del Ministerio de Obras Públicas)
Asegura la capacidad de renovación del recurso hídrico?	- Se debe considerar la capacidad de dilución, dispersión, autodepuración y/o asimilación. Respecto de estos conceptos y enmarcados en los recursos hídricos cabe señalar que; - la autodepuración no sería directamente aplicable, por cuanto

Pregunta o Criterio	- Aspectos a considerar
	dice relación con la capacidad de que el recurso hídrico por si mismo se limpie o purifique, lo que en realidad puede suceder en la presencia de agentes como microorganismos, o proceso físicos como la filtración y por lo tanto no propios del agua. - respecto de la capacidades de dilución y dispersión, cabe indicar que en recursos hídricos la dilución es el resultado de la dispersión, por lo tanto pueden ser considerados como uno único. - la asimilación puede ser entendida como la capacidad de adquirir un elemento sin mostrar cambio relevante, en términos técnicos y vinculados a los recursos hídricos esto se entiende como la capacidad buffer. - Aquel relacionado con la característica de escaso, único o representativo; - Presencia de aguas fósiles, asimilable a los conceptos de aguas geotérmicas o aguas de formación, pueden ser considerada como aguas escasas. - Las Aguas prístinas, incluyendo la variabilidad natural de la calidad de las aguas a lo largo del país pueden ser consideradas aguas escasas y/o únicas. - Para la aplicación de esta consideración, pueden ser utilizadas las Normas Secundarias que a la fecha han sido aprobadas y, del mismo modo, los proyectos de Norma también constituyen un referencial válido para determinar la ausencia de intervención de las aguas a evaluar. En caso de existir los instrumentos de Declaración de zonas saturadas y zonas latentes también podrán ser utilizados.
Se aseguran las características abióticas que hacen posible el desarrollo biótico	- En el caso de sistema subterráneos se debe considera aquellos sectores acuíferos que alimentan vegas y bofedales a los que se refiere el artículo 63 del Código de Aguas. - Asimismo, se debe considerar la presencia de Vegetación azonal hídrica o patrón de distribución de una comunidad o especie vegetal que responde a condiciones locales, las que normalmente están acotadas a características de suelo o sustrato, humedad u otra característica particular. Para mayores detalles sobre este tipo de vegetación de debe recurrir a documentos técnicos elaborados por el Servicio Agrícola y Ganadero SAG y del Ministerio de Medio Ambiente, como la "Guía descriptiva de sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres en la ecoregión altiplánica (SVAHT), SAG 2009" y "Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos, Ministerio de Medio Ambiente (2009)". - Otro aspecto a considerar es la presencia de la componente flora o fauna acuática en estado de conservación Para este aspecto se debe considerar los nueve procesos de clasificación vigentes. En particular, son de interés la flora y fauna que es estrictamente acuática como la fauna íctica, así como aquellas especies que requieren como parte de su ciclo de vida el agua, como anfibios, invertebrados, aves, etc.

Pregunta o Criterio	- Aspectos a considerar
	Los decretos que establecen las categorías de conservación para distintas especies son: ➤ Decreto Supremo N° 151/2007 ➤ Decreto Supremo N° 50/2008 ➤ Decreto Supremo N° 51/2008 ➤ Decreto Supremo N° 23/2009 ➤ Decreto Supremo N° 33/2011 ➤ Decreto Supremo N° 41/2011 ➤ Decreto Supremo N° 42/2011 ➤ Decreto Supremo N° 19/2012 ➤ Decreto Supremo N° 13/2013 Se sugiere que las categorías críticas para efectos de establecer efecto adverso significativo sean las categorías; En peligro crítico, En peligro, Vulnerable y Casi amenazada. - El origen de las especies, sería igualmente un aspecto relevante a considerar, en lo relativo a si la especie es nativa o endémica, entendiendo que en Chile casi el 25% de las especies descritas son endémicas, lo que da una noción de la importancia de integrar estos criterios. Como referencia pueden ser utilizados los listados de Especies Nativas y Especies endémicas del Inventario Nacional de Especies del Ministerio de Medio Ambiente. - Reconocer las variables físicas y químicas que hacen posible la presencia de especies, pro ejemplo en relación a la determinación de caudal ecológico. - Finalmente, se deben considerar aquellas áreas protegidas que dependen de los recursos hídricos, tales como: ➤ Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SNASPE, ➤ Listado de Sitios Protegidos por la Convención de Ramsar ➤ Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad ➤ Áreas bajo protección oficial para efectos del SEIA
Se supera una norma ambiental vinculada al recurso hídrico	- En este punto toma relevancia las concentraciones y condiciones establecidas en las Normas Secundarias de Calidad Ambiental vigentes. - En aquellos casos en los cuales no existe NSCA, se debería considerar como referencia los Anteproyectos de normas secundarias - En ausencia de normas, se utilizarán como referencia las establecidas en el artículo 11 del Reglamento del SEIA.

6.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Identificación, Predicción y Evaluación de impactos es sin duda, uno de los elementos críticos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), por su complejidad y por la diversidad de aspectos necesarios de abordar al momento de realizar la evaluación de impactos de un proyecto. Esta herramienta de Gestión Ambiental (evaluación ambiental de proyecto) a lo largo de los años ha sido sobre-utilizada, en el sentido de emplearla para responder y resolver una multiplicidad de aspectos ambientales. Sin embargo con las actualizaciones de la Ley N°19.300, y del Reglamento del SEIA, se abrió el espacio para replantear algunos mecanismos, de las metodologías de cómo realizar el proceso, la definición de criterios que permitan precisar y hacer de este instrumento de gestión un mecanismo efectivo y preventivo frente al impacto de diversos tipos de proyectos.

En el marco de esta consultoría el foco estuvo en la identificación, predicción y evaluación de los impactos sobre los recursos hídricos, con el objetivo de dar el insumo en esta materia, para la nueva versión del “Manual de Normas y Procedimientos para la Conservación y Protección de Recursos Hídricos” de la DGA.

El proceso de análisis desarrollado a lo largo del proyecto en estas tres etapas, con énfasis en las metodologías empleadas para identificar, predecir y evaluar, se direccionó a definir y homogeneizar el mecanismo de las evaluaciones que realiza este servicio con competencia ambiental. En ausencia de directrices normativas que lo regulen, se consideraron guías y manuales desarrolladas en este ámbito, en particular la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 11 letra b) efectos adversos sobre recursos naturales renovables, del SEA que está actualmente en desarrollo.

Los resultados que derivan de los análisis de las metodologías existentes indicaron lo siguiente:

- Sobre la “Identificación de Impactos”, una consideración interesante que se detectó durante la revisión de los EIA's, se refiere a la dificultad de dar un debido seguimiento a los impactos a lo largo del Estudio. A partir de la etapa de identificación y continuando con la predicción y evaluación, donde producto de deficiencias en la continuidad metodológica, muchas veces los impactos definidos simplemente se pierden en el camino hasta la determinación de su significancia. De esta forma, y como una manera de aportar en la individualización de cada impacto por tipología de proyecto, se procedió a identificar el listado de impactos con un tipo de codificación de impactos que incluye numeración de los mismos y tipo de cuerpo de agua que afecta, lo que permitiría un seguimiento sistemático a través de las diferentes etapas de la evaluación ambiental y el estudio a revisar.
- Otro aspecto que aparece de forma recurrente en esta etapa, tiene relación con que los proyectos, sus obras y actividades no siempre identifican todos los impactos derivados de su construcción, operación y/o abandono. Para subsanar esta falencia, se elaboró y validó con la DGA un listado formal de tipos de impactos sobre el recurso hídrico, y a través de una planilla se determinaron cada uno de los potenciales impactos que podrían generarse en función de cada tipología de proyecto analizada. De esta manera se individualizan los impactos propios y característicos por tipo de proyecto, y también permite observar aquellas actividades y tipo de proyectos que actualmente presentan el mayor número de potenciales impactos, como por ejemplo la operación de embalse, los botaderos de estériles y la operación forestal, entre otros, aún cuando ésta última no tiene ingreso al SEIA.
- Respecto de la “Predicción de Impactos”, se concluye que actualmente existen escasas aplicaciones de herramientas para la predicción de impactos en los EIA's a nivel nacional, siendo puntuales los casos en que se utiliza información que busque dar sustento a los impactos que se deduce ocurrirán a partir del proyecto. Es así, que la utilización de modelos de predicción de impacto, fue únicamente detectada en proyectos de mayor envergadura o

emblemáticos como por ejemplo es el caso de Proyecto Hidroeléctrico Aysén, Proyecto Hidroeléctrico Río Cuervo, o proyectos mineros, sin embargo, este tipo de herramientas no es ampliamente abordada en el universo de los proyectos revisados.

En ese contexto, la presente consultoría contribuyó a listar una amplia gama de herramientas para predecir diferentes tipos de impactos, los cuales se asocian en las cuatro categorías propuestas: cambio en la calidad de agua, extracción de aguas, modificación de cauces y emplazamiento de obras.

De esta manera, se espera que el evaluador ambiental de la DGA pueda ampliar su conocimiento sobre posibles nuevos métodos a solicitar o recomendar en el proceso de la evaluación ambiental de un proyecto.

- Es necesario comprender que el potencial y uso de estas herramientas que predicen, simulan y dimensionan los posibles cambios en los recursos hídricos, por medio de la comparación de la situación con y sin proyecto, va a depender de cuán completa y certera sea la Línea Base levantada por el proyecto. Ya que serán esos datos principalmente los que alimentarán y mejorarán el rendimiento de las herramientas de modelación de impactos.

De la misma manera, el uso restringido de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) representan una herramienta actualmente subutilizada en las diferentes etapas de desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental, probablemente debido a su mayor expansión y aplicación en épocas recientes, así como por el desconocimiento de las potencialidades y multiplicidad de funciones que son posibles de atender por medio de estas tecnologías. El rápido avance de estas aplicaciones y análisis por sensoramiento remoto permite alcanzar lugares geográficamente inaccesibles y realizar análisis a bajo costo y con frecuencia alta eficiencia, y en ese sentido podrían conformar un instrumento de mayor uso en las evaluaciones ambientales.

- En lo que se refiere a “Evaluación de Impactos”, y tal como se mencionó a lo largo del Informe, basados en la revisión de los EIA’s, se determinó que el Índice de Calificación Ambiental (ICA) es una herramienta ampliamente utilizada en la actualidad, sin embargo, existen grandes divergencias en las variables y criterios que son objeto de análisis dentro del índice o polinomios, así como en las categorías de significancia de los impactos que dan origen a su jerarquización y posterior determinación de las medidas de mitigación ambiental.
- Sobre la utilización de metodologías de evaluación de impactos, a través de la revisión de los EIA se evidenció igualmente la variedad de categorías utilizadas en la determinación de significancia del impacto (Ej: No significativo, Significancia menor, Medianamente significativo, Significativo, Altamente significativo), lo que se traduce en una mayor amplitud en el rango de impactos que clasifican como impacto bajo en relación a los impactos altos o significativos. De esta forma y a modo de estandarizar la clasificación de los impactos, la propuesta del equipo consultor se enfocó en la utilización de únicamente tres categorías de significancia; Alto, Medio y Bajo.
- En este punto, es preciso destacar que en base a la reunión sostenida con profesionales del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), se aprecia que aún cuando hay una interpretación apegada a la ley y al reglamento, no necesariamente están acorde con la realidad, como es el caso de negar o aminorar la existencia de estos índices y polinomios en los EIA’s como mecanismo de evaluación de impacto. A diferencia de la DGA que es un servicio con competencia ambiental y que se aboca a diario a la revisión de estudios y se enfrenta con la problemática de revisar y analizar evaluaciones de impactos.

- Por este motivo, surgió la necesidad de sistematizar estas metodologías de evaluación y valoración de impacto, y realizar una propuesta que sirva de apoyo al evaluador ambiental, en la cual considere las variables estrictamente necesarias de atender y con las consideraciones prácticas necesarias para su aplicación, tomando siempre en consideración las competencias ambientales de la Dirección General de Aguas.
- En esta etapa especialmente, y de manera transversal a todas ellas, durante el desarrollo de la consultoría el capítulo 4 y 5 de la Guía SEA, en gran parte orientó y determinó lineamientos, conceptos y criterios esgrimidos en el desarrollo de este trabajo y la propuesta presentada.
- Es así que al finalizar el análisis y propuesta de las tres etapas con las consideraciones respectivas se ha validado y fundamentado algunas de las ideas y conclusiones que entregó el trabajo preliminar de la DGA “Diagnóstico de las Metodologías de Predicción y Evaluación de Impactos Ambientales Utilizadas En Chile: Enfoque En Materia De Los Recursos Hídricos. Anexo 6”. En particular se avanzó en un aspecto que fue destacado en este diagnóstico, que dice relación con la evidencia que las metodologías muchas veces no contemplan las interacciones entre los componentes ambientales, ni siquiera en relación al impacto identificado con el medio que lo recibe. Este punto en específico es el que consideramos pueda significar un avance en el trabajo que realiza el evaluador de proyectos ambientales de la DGA, herramienta y criterios que deben ser puestos a prueba en el tiempo, para que resulte en el mecanismo más adecuado para centrar la evaluación en los impactos con efectos adversos significativo sobre los recursos hídricos.

Teniendo en cuenta que estandarizar una metodología que permita evaluar impactos diversos en los distintos cuerpos de agua, en un país con geografía diversa requiere que toda evaluación sea considerada sitio específica y atendiendo a las escalas espacio temporales propias del proyecto y actividades.

- El avance que significa que la DGA actualice su Manual en esta temática, permite entregar a los titulares las expectativas o los estándares por los cuales este Servicio analizará la evaluación de los impactos. Al ser solo indicativo pudieran seguir existiendo diferencias, pero la brecha entre lo presentado y lo esperado debería disminuir. Etapa que se espera que se concrete una vez que la herramienta propuesta sea probada y ajustada con la experiencia del equipo del Departamento evaluador de la DGA.
- El proceso de establecer una metodología para identificar, predecir y evaluar los impactos que pueden ser adversos significativos es complejo y no exento de diversidad de aristas y miradas que hacen que se requiera de mucho análisis y reflexión. Dado esto, se presentan dos propuestas, (una original y otra modificada), las que surgen de este proceso de maduración de los conceptos y criterios.
- Dado lo complejo del proceso es necesario que la metodología que se adopte, requiere de un proceso de validación durante un periodo no corto de tiempo que permita aplicarlas evaluando su efectividad, eficiencia en la utilización de los recursos humanos y por lo tanto su aplicabilidad.

7.- RECOMENDACIONES

A lo largo del desarrollo de la presente consultoría ha sido posible ir identificando temáticas que requieren de un trabajo posterior al término de esta consultoría, y que en opinión del equipo

consultor resulta relevante dejar plasmado en el numeral de recomendación. Probablemente para el equipo del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la DGA, lo que a continuación se presenta haya sido analizado al interior de dicho equipo de trabajo, sin embargo hemos considerado necesario incluirlo.

- La temática de glaciares debe ser incorporada desde la perspectiva de la política nacional de glaciares.
- Considerando que en el proceso de constitución de derechos de aprovechamiento se toman y establecen criterios que no necesariamente toman en consideración aspectos ambientales, la DGA debería trabajar en aspectos de coordinación interna. Esto debido a que en instancias ambientales se “traen” criterios desde el ámbito sectorial que no necesariamente son aplicables.
- La evaluación de los impactos junto con los programas de seguimiento y monitoreo debieran ser analizados posteriormente (expos), con el objeto de verificar su eficacia y recoger lo relevante pero sobre la base de proyecto evaluados ambientalmente y que estén en etapa de operación. Esto permitiría analizar y verificar si las hipótesis de evaluación fueron las adecuadas o no, y con esto incorporarlo a las nuevas evaluaciones.

Este tipo de análisis, que ya han sido desarrollados en otros países, retroalimentaría enormemente la fase de evaluación de impactos de un EIA y permitiría validar las herramientas y modelos de predicción de impactos utilizados actualmente y robustez de la línea base, entre otros.

- Si bien, un análisis de este tipo puede cruzarse con las labores desempeñadas por la Superintendencia del Medio Ambiente, lo importante sería determinar que si a pesar del cumplimiento de la normativa se detectaron impactos relevantes sobre el recurso afectado y sería un “aprendizaje” para los profesionales que realizan la evaluación.
- Por último, cabe resaltar que las propuestas que son presentadas en el desarrollo de la presente consultoría, deben ser siempre aplicadas considerando las características y singularidades del sitio donde se emplaza el proyecto, así como las particularidades del proyecto bajo evaluación, de forma a englobar debidamente el universo de diferentes posibilidades que se pueden presentar durante la evaluación ambiental.
- Las propuestas abordadas representan un documento de carácter referencial y cuya utilización y validación en el marco de la Evaluación Ambiental, dependerá de la Dirección General de Aguas como servicio.

Una pregunta que se deriva naturalmente del análisis del proceso de evaluación de los impactos ambientales, es cual debería ser la Línea Base de la componente, tal que permita una adecuada evaluación de ellos. Al respecto cabe señalar que se considera recomendable que se trabaje en aspectos como:

- Relación de impacto con característica de los recursos hídricos que podrían ser impactados: Dada la conceptualización planteada en este documento relacionada con las actividades vinculada a las tipología de proyectos, a las acciones que pueden generar impacto y a las definiciones de los impactos, se hace necesario establecer las características de los recursos hídricos que pueden ser impactadas por el proyecto, así por ejemplo en el caso de calidad de aguas se debe identificar cual es el elemento que será alterado por el proyecto.

Lo planteado debe ser analizado desde la perspectiva de causa-efecto, vale decir para cada acción que genera un impacto identificado, se debe reconocer cual sería dicho impacto y

apuntar a que la caracterización de la línea base se centre en dichas características. Realizar este análisis requiere de un cruce entre la descripción de proyecto, es decir las acciones y las obras, y los impactos.

Al realizar este análisis en forma adecuada será posible reducir y focalizar las líneas bases a aquellos características que se pueden ver afectadas. Y definir de manera más efectiva el cambio producido en la situación con proyecto.

- Extensión temporal de la línea base: Una temática que resulta compleja de determinar es cuanto tiempo debe abarcar la recopilación de información para lograr una adecuada caracterización de la variable vinculada a los recursos hídricos.

Este análisis debe considerar qué aspecto de los recursos hídricos puede verse afectado y por lo tanto requiere ser caracterizado. Otro aspecto que también puede definir la extensión de la línea base es la extensión de la actividad a la cual se está vinculando el cambio en la variable. Así por ejemplo si la actividad esta vinculada a la etapa de construcción, que generalmente es mucho más corta que la etapa de operación, la extensión requerida puede ser menor.

Un aspecto que debe ser considerado en este análisis es que dependiendo de la actividad, en general una línea base más extensa tiene vinculada una menor incertidumbre del comportamiento de la variable y por lo tanto un menor riesgo a equivocarse en cuanto al comportamiento natural.

- Alteración Antrópica: En aquellos casos en los cuales el proyecto se emplaza en zonas que ya tienen algún grado de intervención antrópica, ya sea por extracciones, descargas o modificaciones del escurrimiento, la línea base debe dar cuenta del comportamiento de la variable que esté en análisis bajo dichas condiciones. Es decir si la extracción de agua se realiza en una zona con otros usuarios que hacen uso de derechos de aprovechamiento tanto aguas arriba como aguas abajo, éste aspecto debe ser incorporado en el análisis de la caracterización de la Línea Base.

Vinculado con lo mismo cabe hacer la reflexión, al momento del análisis, si las características al estar alteradas por condiciones antrópicas, deben ser consideradas como una limitante al proyecto en evaluación. Esto se vincula, por ejemplo con descargas y con extracciones. En el primer caso, la calidad del agua se puede ver alterada por descargas o actividades preexistentes aguas arriba y que pueden continuar en el desarrollo del proyecto en evaluación, en el segunda caso, la extracción de agua si se realiza con anterioridad a la evaluación de un proyecto determinado que también hará extracciones, lo más probable es que se mantenga en el tiempo. Estas dos condiciones, separadas y en conjunto, debieran ser considerados en el análisis para la determinación de la línea base.

- Forma de Caracterizar la Línea Base: En términos generales siempre se habla de caracterizar la línea base, pero la pregunta natural que surge es de qué manera se caracteriza, es decir qué variable, calculo o indicador se debe utilizar para caracterizar la línea base. En otras palabras el análisis que se debe realizar para caracterizar una variable pasa por definir qué será utilizado para ello.

En el caso de cantidad de aguas superficiales, el tema está medianamente resuelto por cuanto la forma de caracterizar los regímenes hidrológicos pasa por la determinación de las curvas de variación estacional, para diferentes periodos de retorno. La construcción de estas curvas se realiza sobre la base de series estadísticas y análisis de probabilidades, las

que pueden ser medidas o generadas. Otra posible manera es la de utilizar caudales medios mensuales o incluso medios anuales.

Por otro lado en el caso de aguas subterráneas, usualmente se vincula a determinar tendencia en los niveles de agua, analizando la respuesta del sistema a eventos de precipitación, a explotaciones, a sequías, etc.

En el caso de la calidad de aguas, dependiendo del emplazamiento del proyecto, de las actividades del mismo, suelen ser utilizados estadísticos como máximo, mínimo, algún tipo de percentil.

El análisis de este aspecto puede ser relevante y sin duda debe tomar en cuenta en qué lugar del país se ubica el proyecto, y la relación de la actividad con el aspecto o variable a impactar en el recurso hídrico, que sin duda puede variar en las distintas tipologías de proyectos.

- **Fuentes de Información:** las líneas bases se desarrollan sobre la base de información, sin embargo cabe señalar que si bien todo análisis parte con algún dato medido en algún momento en algún lugar, la caracterización de la línea base no necesariamente considera la utilización en forma directa. Lo anterior debe ser entendido en el contexto de lo señalado en el punto de “Forma de caracterizar la línea base”, dado que por ejemplo la caracterización de la disponibilidad se realiza sobre la base de cálculo y no el dato propiamente tal.

Si bien la disponibilidad utiliza los análisis estadísticos, la calidad de aguas requiere de información proveniente de programas de monitoreo en las zonas de emplazamiento o de posibles afectaciones. En este caso, la extrapolación de un lugar a otro, e incluso en el tiempo resulta compleja y no totalmente aplicable para estos efectos.

La situación de las aguas subterráneas es un poco una mezcla de los dos, por cuanto utiliza datos medidos, pero también realiza extrapolaciones relacionadas con tendencias.

En el caso de los sistemas que requieren de información de terreno, como calidad y niveles, la frecuencia con la cual se debe recolectar, también es un tema a considerar en la determinación de la línea base. Al respecto se debe tener en cuenta que los tiempo involucrados en los sistemas son totalmente distintos. Así por ejemplo en el caso de

sistemas superficiales una frecuencia estacional para calidad de aguas es adecuada, pero no así para caudales. En el caso de aguas subterráneas, una frecuencia mensual es adecuada, por lo que una frecuencia menor resulta exagerado.

- **Utilización de normativa para caracterizar:** Este es un aspecto que se aplica básicamente a calidad de aguas, y suele indicarse que se debe utilizar la NCh 1333 e incluso NCh 409. Al respecto cabe señalar que ambas normas son estándares de calidad que deben cumplir las aguas cuando se requiere dar algún uso a dicha agua, por lo que en estricto rigor no es una estándar que debe cumplir el agua en la fuente. Este rol lo cumplen las normas secundarias de calidad. Por lo tanto, un avance que debe seguir desarrollándose tanto en la generación de normas como en la aplicabilidad de las ya existentes, es hacer uso de las actuales normas secundarias de calidad ambiental en el marco del SEIA.

El caso más evidente de lo planteado en este numeral es la NCh409 que corresponde a la calidad de aguas que deben entregar las plantas de tratamiento de aguas para uso potable, por lo que es una norma de producto, y no corresponde solicitarla en las fuentes.

De lo planteado, se desprende que la caracterización de la línea base se debe vincular al proyecto, con todas sus actividades y acciones con el sistema en el cual se emplaza y puede ser afectado. Estas son labores que debieran ser analizadas con posterioridad por la DGA a objeto de seguir complementando su Manual, para ello se recomienda avanzar considerando los impactos por cada tipología de proyecto.

A continuación se plantea un ejemplo considerando un solo impacto en recursos hídricos; la alteración de regímenes de caudales. Con el objetivo de representar la información mínima requerida que debiese existir y presentarse en una línea base, considerando un proyecto que tiene como producto de sus actividades y/u obras el impacto alteración de regímenes de caudales. Para poder abordar de manera correcta estos mínimos debe conocerse la actividad que lo provoca y el contexto geográfico en el cuál está emplazado, por lo tanto, los mínimos de una línea base para cada tipo de impacto en recursos hídricos pueden variar y ser ciertamente sitio específicos. En este ejemplo el impacto es "Alterar el régimen de caudales" producto de una actividad específica como una presa, asociado a la tipologías A y C.

Tipo de Impacto	<i>Alterar régimen de caudales</i>
Código	I-Reg_Q-XX
Definición	Se refiere a la modificación en las distribución de los caudales a lo largo del tiempo.
Tipología de proyecto asociada	Proyecto tipo A: Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas
	Proyectos tipo C: Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
Actividad que lo generan	Fase de llenado y operación del embalse
LÍNEA BASE: Descripción del régimen natural del sistema	
Cartografía base	Delimitación de la cuenca aportante y distribución de la red de drenaje, indicando la localización de la presa en relación a la cuenca y puntos de medición de caudales
Análisis hidrológico	Referido específicamente a la presencia de embalses, dentro de las tipologías de proyectos A y C.
	Se requiere del monitoreo de caudales utilizando parámetros que expresen la magnitud, frecuencia, estacionalidad, duración y tasas de cambio del régimen natural, considerando por lo menos: - Serie histórica de caudales medios mensuales. - Curva de variación estacional - Distribución de caudales para diferentes probabilidades de excedencia que incluyan caudales mínimos (percentil 10%), medios y máximos (Percentiles superiores al 90%) - Caracterización del régimen de crecidas, incluyendo caudal máximo y duración Caudales mínimos para un año hidrológico considerado como seco (Determinación del valor de caudal ecológico)
	Observación: El tipo de parámetro hidrológico a analizar y grado de detalle asociado, depende del ecosistema fluvial que sustenta y los usos antrópicos presentes en la cuenca que sean definidos como relevantes a través del EIA.
Puntos de monitoreo	En relación a caudales se requiere un control fluviométrico, el que podrá ser utilizado para la generación de las series de caudales. El número de estaciones a monitorear, tendrá relación con la presencia de ríos tributarios o contribuciones al río en estudio, dentro de la cuenca hidrográfica La selección de las estaciones fluviométricas de control dependerá de la ubicación de la presa dentro de la cuenca y de red de drenaje dada por los tributarios de importancia.
Temporalidad de los registros	Para la construcción de la serie de registros históricos es necesaria una descripción de línea base considerando la variación interanual de los registros de caudales o tipo de año hidrológico, considerando años secos y húmedos.

Cabe señalar que este tipo de impacto también puede presentarse asociado a otros tipos de actividades asociados a las tipologías A y C, como es la construcción de Infraestructura u obras superficiales y la canalización de ríos o modificación de cauces.

Como se puede apreciar del ejemplo la definición de la línea base es altamente dependiente del tipo proyecto y de la actividad propiamente tal y del también del impacto, razón por la cual el establecer mínimos y criterios es tarea que requiere de mucho análisis y de tiempo suficiente para realizarlo.

8.- GLOSARIO

Aguas fósiles	Son las aguas que se encuentran a grandes profundidades y que quedaron allí encapsulados, por lo que no son recursos renovables.
Capacidad Buffer	Es la capacidad de la componente recursos hídricos ya sea superficial o subterráneo para amortiguar el efecto del impacto que recibe sin romper su equilibrio, o en este contexto sin modificar ese equilibrio, o estado estable del sistema en la situación sin proyecto.
Componente ambiental	Para efectos de la presente consultoría se debe entender como el medio en el cual un proyecto determinado puede causar un efecto, en lo particular correspondería a los recursos hídricos. De acuerdo a lo indicado en la ley de bases los componentes ambientales son el agua, suelo, aire.
Criticidad	Es la condición definida para el sistema (superficiales y/o subterráneos) cursos hídricos), que describe lo crítico que resulta el sistema en relación a ciertas características o variables, como el endemismo de especies. Es una forma de medición de su sensibilidad respecto a estas características que lo harían mas vulnerable frente a un impacto
Impacto directo	Es aquel que es percibido por los recursos hídricos en forma directa producto de una actividad u obra asociada al proyecto
impacto derivado	También puede ser entendido como el impacto derivado de otro impacto y que en este caso llega a otras componentes ambientales como flora y fauna
Sistema	Corresponde a los diferentes cuerpos en que se presenta el recurso hídrico, ya sea superficiales (lóticos y lénticos), subterráneos (acuíferos) y glaciares

9.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARBOLEDA, J. (2008) Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín, Colombia.
2. BUSTAMANTE, C. (2008) Efectos ambientales generados por la Construcción y Operación de un embalse.

3. COMISIÓN CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO, CCAD (2011) Guía de Revisión Técnica de EIA Minería No Metálica y Metálica (Volumen I). Programa de Cooperación Ambiental CAFTA - DR.
4. COMISIÓN CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO, CCAD (2011) Guía de Revisión Técnica de Evaluación de Impacto Ambiental: Generación y Transmisión de Energía Volumen I. (Volumen I - II) Programa de Cooperación Ambiental CAFTA - DR.
5. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (2004) Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.
6. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (2004) OF. D.E. N° 43710, Listado de áreas que son consideradas bajo protección oficial para efectos del SEIA. 7. CHRISTOFOLETTI, A. (1999) Modelagem de sistemas ambientais. Ed. Edgard Blücher. São Paulo. 236 p.
8. DECRETO SUPREMO N° 40. CHILE (2012) Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental. Ministerio del Medio Ambiente.
9. DECRETO SUPREMO N° 203. CHILE. (2013) Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.
10. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (2009) Estrategia Nacional de Glaciares. Fundamentos. Centro de Estudios Científicos – CECS.
11. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, DGA (2014) Índice preliminar manual (Anexo 4). Documentos referenciales licitación ID: 1019-89-LE14.
12. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, DGA (2014) Diagnóstico de las metodologías de predicción y evaluación de impactos ambientales utilizadas en Chile: enfoque en materia de los recursos hídricos (Anexo 6). Documentos referenciales licitación ID: 1019-89-LE14.
13. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, DGA (2014) Matriz potenciales impactos ambientales (Anexo 5). Documentos referenciales licitación ID: 1019-89-LE14.
14. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (2014) Decretos zonas de escasez hídrica (2008 - 2014).
15. ENVIRONMENTAL LAW ALLIANCE WORLDWIDE (2010) Guía Para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros. 16. ESPINOZA, G. (2002) Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo – BID / Centro de Estudios Para el Desarrollo – CED.
- SANTIAGO – CHILE. Documento elaborado como parte de la Cooperación Técnica N° ATN/JF-6618-RG “Programa de Apoyo para el Mejoramiento de la Gestión Ambiental en los Países de América Latina y el Caribe.
17. FUNDACIÓN TERRAM (2001) Evaluación de los Impactos de la Producción de Celulosa. Análisis de políticas Públicas N°4.
18. MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2006) Guía de mejores técnicas disponibles del sector porcino. Gobierno de España.
19. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2009) Aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG en la cuenca del Ebro. Guía metodológica, Gobierno de España.

20. ORDOÑEZ, R. (2011) Metodología de identificación de impactos ambientales en pequeñas centrales hidroeléctricas de pasada en cauces naturales, estudio de caso. Tesis. Universidad de Chile.
21. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, FAO (1995) Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la X Región de Chile. Estudio monográfico de explotación forestal.
22. PLAZAS, J; LEMA, A. & LEON, J. (2009) Una propuesta estadística para la Evaluación del Impacto Ambiental de proyectos de desarrollo. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín.
23. PORTER, A. AND FITTIPALDI, J. (1998) Environmental Methods Review: Retooling Impact Assessment for the New Century. Army Environmental Policy Institute.
24. PNUMA-UNESCO (1987) Directrices metodológicas para la Evaluación Ambiental integrada del desarrollo de los recurso hídricos.
25. RAMESH PRASAD BHATT (2009) The Need and Use of Geographic Information Systems for Environmental Impact Assessment in Nepal. Hydro Nepal: Journal of Water, Energy and Environment, Issue 4, pp.21-23.
26. RUBERTO, A. (2006) Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
27. SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, SEA (2012) Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Centrales Geotérmicas de Generación de Energía Eléctrica. ISBN 978-956-9076-04-6
28. SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, SEA (2012) Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Centrales de Generación de Energía Hidroeléctrica de Potencia Menor a 20 MW. ISBN: 978-956-9076-01-5
29. SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, SEA (2012) Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA. ISBN: 978-956-9076-12-1 2012
30. SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, SEA (2014) Guía de Evaluación de Impacto Ambiental. Artículo 11 letra b) Efectos adversos sobre recursos naturales renovables. ISBN: pendiente.
31. THE REPORT OF THE WORLD COMMISSION ON DAMS (2000) Dams and development. A new framework for decision-making. Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA.
32. TRUJILLO S., J. (2011). Diversidad biológica y diversidad formal. Los evitables problemas en los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Centro de Estudios Públicos. Puntos de referencia | n° 330.
33. UNIVERSIDAD CATOLICA DE TEMUCO (2008) Informe Final Evaluación Ambiental en el río Mataquito. 524 pp.
34. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (2011) Guía metodológica para la elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental. Ficha n° 17 del Taller. La Plata, 2011.
35. VALPREDA, E. (2007) Sistema de Información Geográfica (SIG)-Teledetección y Evaluación Multicriterio (EMC) en un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Universidad Nacional de Cuyo.

36. ZAPATA, M. & ZAPATA S. (2013) Un método de gestión Ambiental para evaluar relleno sanitarios. Gestión y Ambiente. Volumen 16 – N°2, Agosto de 2013, Medellín ISSN 0124.177x. pp 105-120. Universidad Nacional de Colombia.

Estudios de Impacto Ambiental de proyectos www.sea.gob.cl

37. Estudio de Impacto Ambiental Tranque de Relaves Humo Corral, 2009
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=3475081

38. Estudio de Impacto Ambiental Embalse Valle Hermoso, 2011
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=5232168

39. Estudio de Impacto Ambiental Embalse Puntilla del Viento, 2006
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=1922537

40. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto hidroeléctrico Achibueno, 2009
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=3641858

41. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, 2008
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2933044

42. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Molinos de Agua, 2011
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=5469296

43. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Aysén, 2008
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=3103211

44. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Chupallar, 2013
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2128579928

45. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Central Geotérmica Curacautín, 2012
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=6683423

46. Estudio de Impacto Ambiental Central Geotérmica Cerro Pabellón, 2011
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=5569783

47. Estudio de Impacto Ambiental Optimización Proyecto Minero Cerro Casale, 2011
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=5854754

48. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Pampa Hermosa, 2008
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=3083858

49. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Mina Invierno, 2010
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=4326580
50. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Puquíos, 2008
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2948055
51. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco, 2005,
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=1865594
52. Estudio de Impacto Ambiental Planta Faenadora de Carnes y Desposte (Carnes Chile), 1995
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=114
53. Estudio de Impacto Ambiental Plantel de Pavos Santa Ana SOPRAVAL S.A., 2007
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2138373
54. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Forestal Río Cóndor (Segunda Presentación), 1997
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=1096
55. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Cascada Chile, 1998
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=1083
56. Estudio de Impacto Ambiental Modernización Ampliación Planta Arauco, 2012
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=6856586
57. Estudio de Impacto Ambiental Complejo forestal e Industrial Itata, 1999
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=1774
58. Estudio de Impacto Ambiental Planta Integrada Productos Tissue, 1993
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=1036
59. Estudio de Impacto Ambiental Planta de Pulpa Termomecánica y Papel en la Comuna de Peralillo, 1995
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=110
60. Estudio de Impacto Ambiental 100% Saneamiento de la Cuenca de Santiago, 2007
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2577800
61. Estudio de Impacto Ambiental Mapocho Urbano Limpio, 2006
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=1593747
62. Estudio de Impacto Ambiental Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Talca, 2002
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=5710
63. Estudio de Impacto Ambiental Recolección Tratamiento y Disposición de las Aguas Servidas de Temuco y Padre Las Casas, 2001
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=3547

64. Estudio de Impacto Ambiental Infraestructura Sanitaria de Aguas Servidas Localidad de La Paz, 1999
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2310
65. Estudio de Impacto Ambiental Centro de Manejo y disposición Final de Residuos Sólidos Chiloé, 2010
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=4887134
66. Estudio de Impacto Ambiental Relleno Sanitario Provincial de Osorno, 2009
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=3675668
67. Estudio de Impacto Ambiental Centro de Tratamiento Integral de residuos Sólidos la Hormiga, 2008
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2904946
68. Estudio de Impacto Ambiental Centro de Disposición de Residuos de Atacama, 2005
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=1037808
69. Estudio de Impacto Ambiental Ampliación de la Operación del Relleno Sanitario El Panul, 2003
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=6247
70. Estudio de Impacto Ambiental Relleno Sanitario Santiago Poniente, 2001
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=3869
71. Estudio de Impacto Ambiental Relleno Sanitario Santa Marta (Tercera Presentación), 2001
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=3664
72. Estudio de Impacto Ambiental Vertedero Particular Intercomunal de Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.), 2000
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=2616

10.- ANEXOS

10.1 METODOLOGIAS DE EIA

10.2 ACTAS DE REUNIONES

10.3 PLANILLAS EXCEL DE PRODUCTO 1

10.4 BIBLIOGRAFIA

10.5 LAMINAS