

004505



PROPUESTAS MODIFICACIÓN ANTEPROYECTO D.S. N°90/00

“Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales”



Ministerio del Medio Ambiente

Departamento Asuntos Hídricos
División Política y Regulación Ambiental

Gobierno de Chile

ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL

PROPUESTA MODIFICACIÓN ANTEPROYECTO:

- Se ajustan límites de ZPL considerando criterios ambientales para su delimitación, 1.-Descargas de fuentes existentes; 2.-Áreas protegidas; 3.-Zonas para la pesca (AMERB, AAA); 4.-Zonas preferenciales para el turismo; 5.-Estuarios; 6.-Áreas de desarrollo indígena; 7.-Peces en categoría de conservación; 8.- Canales y fiordos.
- Los lugares que quedan fuera del mapa propuesto desde Punta Puga al sur, deben aplicar la fórmula para calcular su ZPL.
- No aplica modificación a las actuales Fuentes Emisoras que se encuentren construidas, operando y con permisos vigentes, mientras mantengan sus condiciones de operación.

VIGENTE



FUNDAMENTOS



ANTEPROYECTO



MAPA ZPL



Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente

2

ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL

VIGENTE ACTUALMENTE

Fórmula aplica para todo Chile.

$$A = ((1,28 \times Hb) / m) \times 1,6$$

En que:

Hb = altura media de la rompiente (mts.).

m = pendiente del fondo.

A = ancho zona de protección de litoral (mts.).

ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL

FUNDAMENTOS PARA MODIFICAR ZPL:

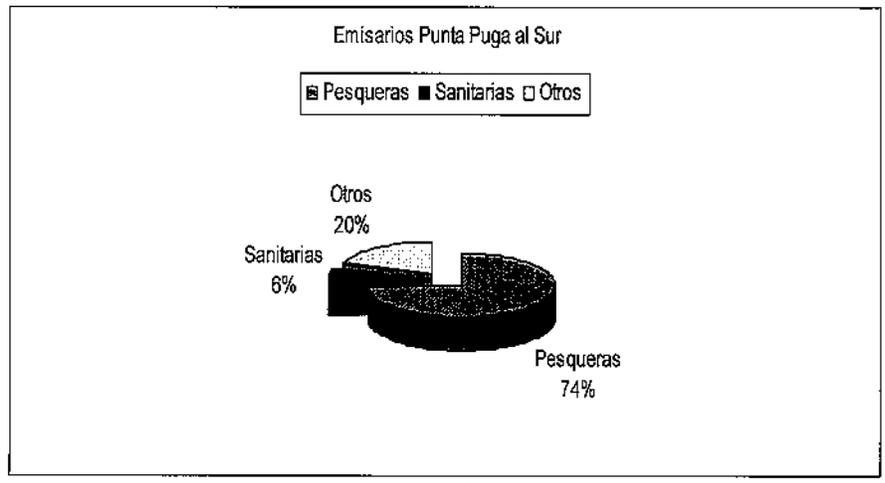
- Problemas en la aplicación de la fórmula para el Hb inferior a 0,5 m y m superior a 0,1, en los sectores de canales y fiordos al sur de Punta Puga, que arrojan una ZPL muy corta, incluso entrega medidas tierra adentro.
- POAL muestra deterioro en las bahías, canales y fiordos debido a la escasa capacidad de dilución, altos tiempos de retención de los contaminantes y afectando zonas costeras de alta fragilidad ambiental, las cuales sustentan economías locales.

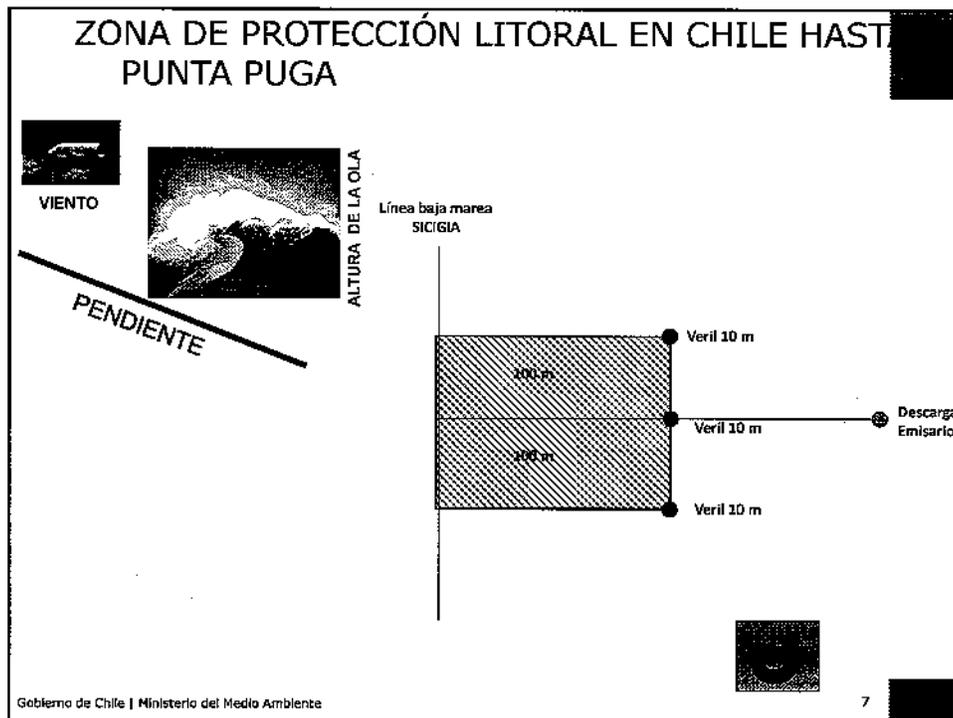
ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL

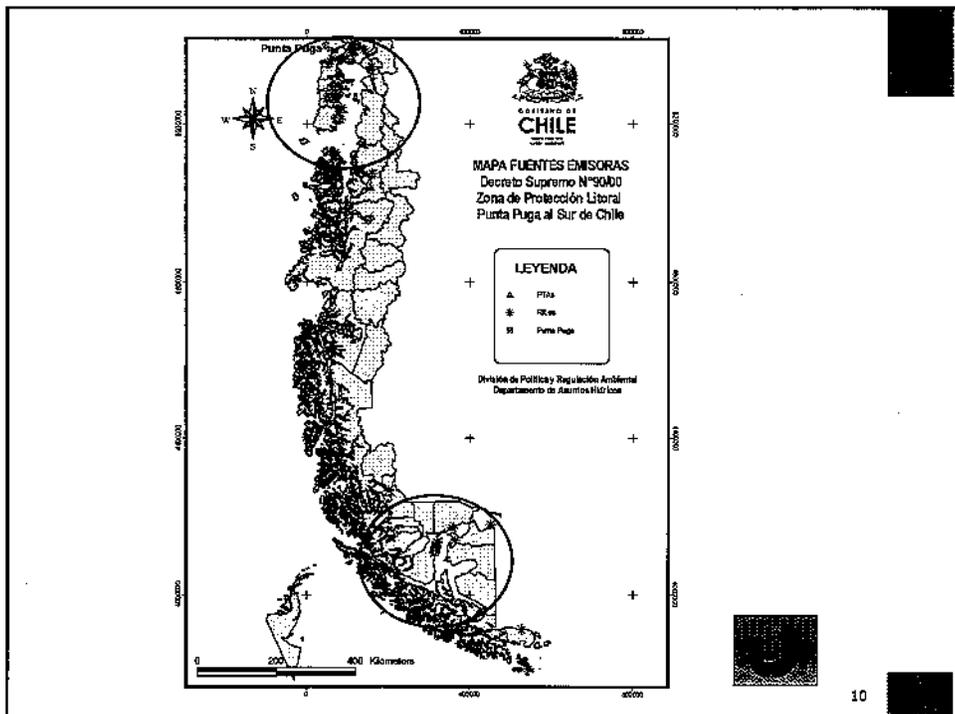
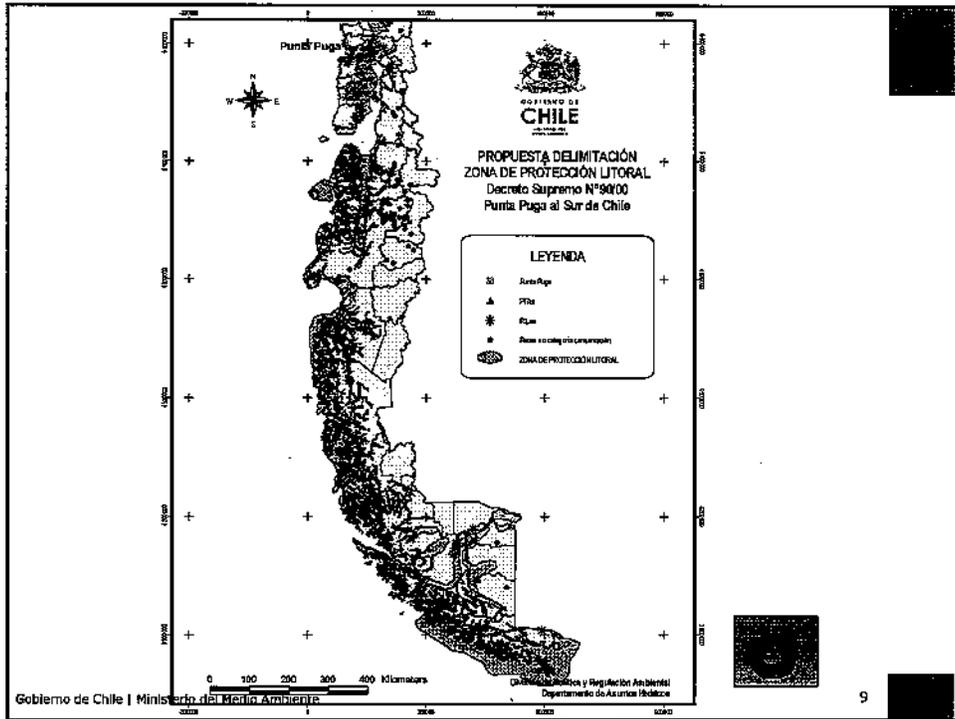
ANTEPROYECTO

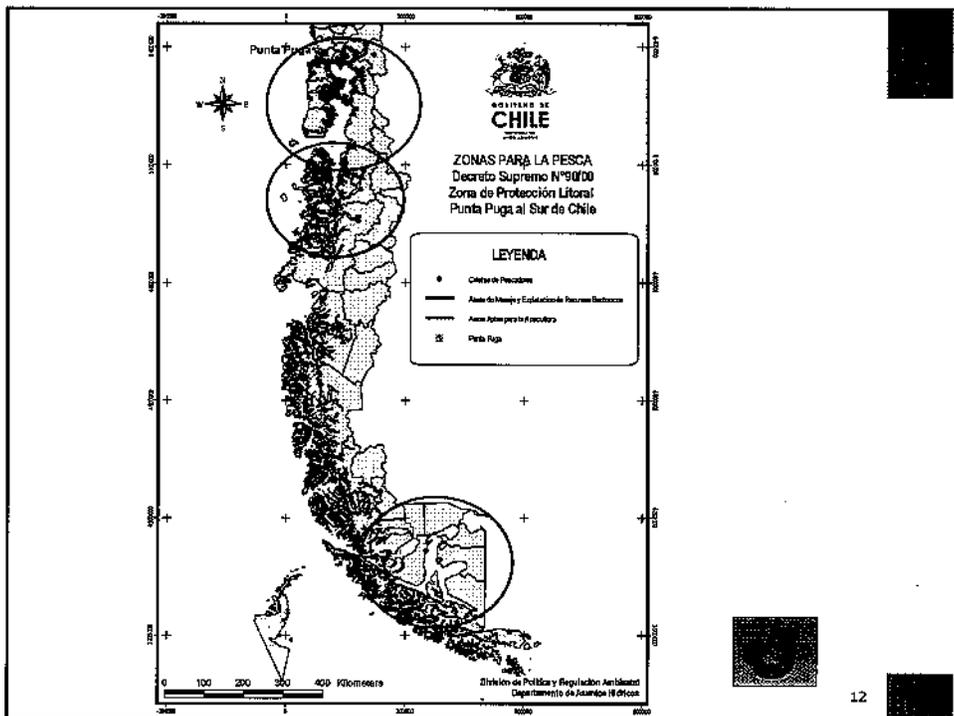
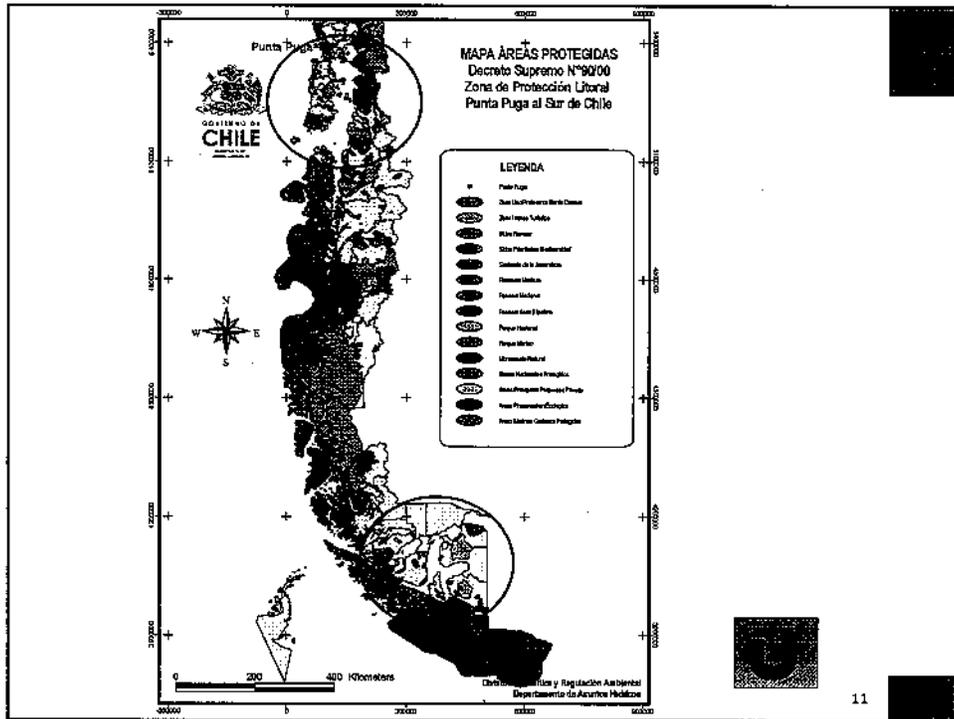
- Se mantiene fórmula desde Punta Puga al norte para determinar la ZPL, sin embargo, se modifica criterios de aplicación. 
- Desde Punta Puga al sur se cierra todo para descargas por tabla 4, considerando la línea de base recta de la república (Carta SHOA N°5) 

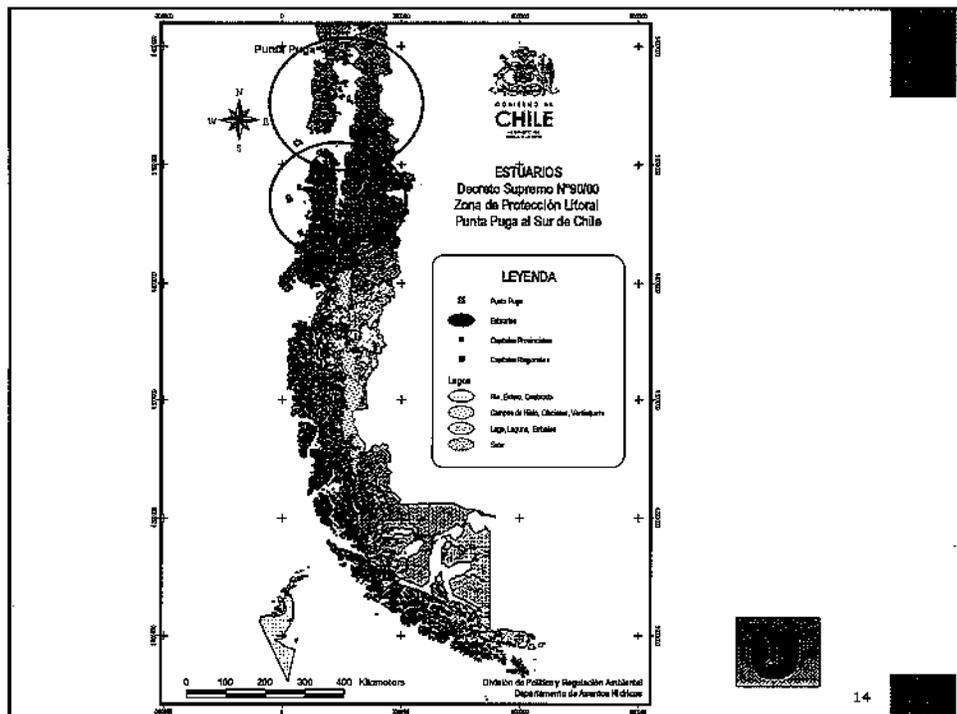
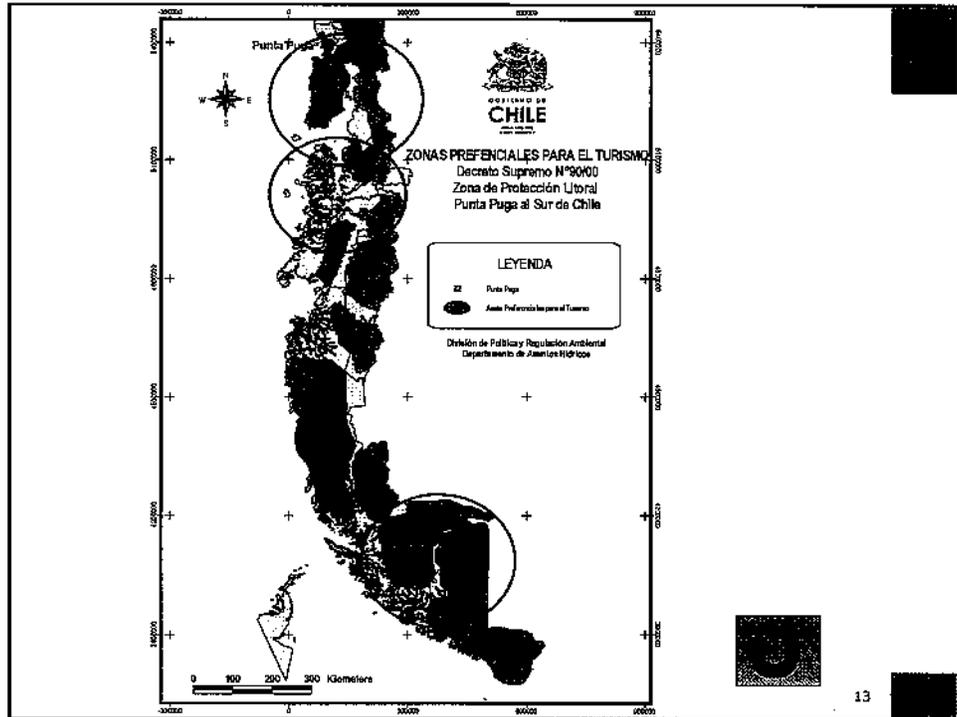
DESCARGAS DE PUNTA PUGA AL SUR

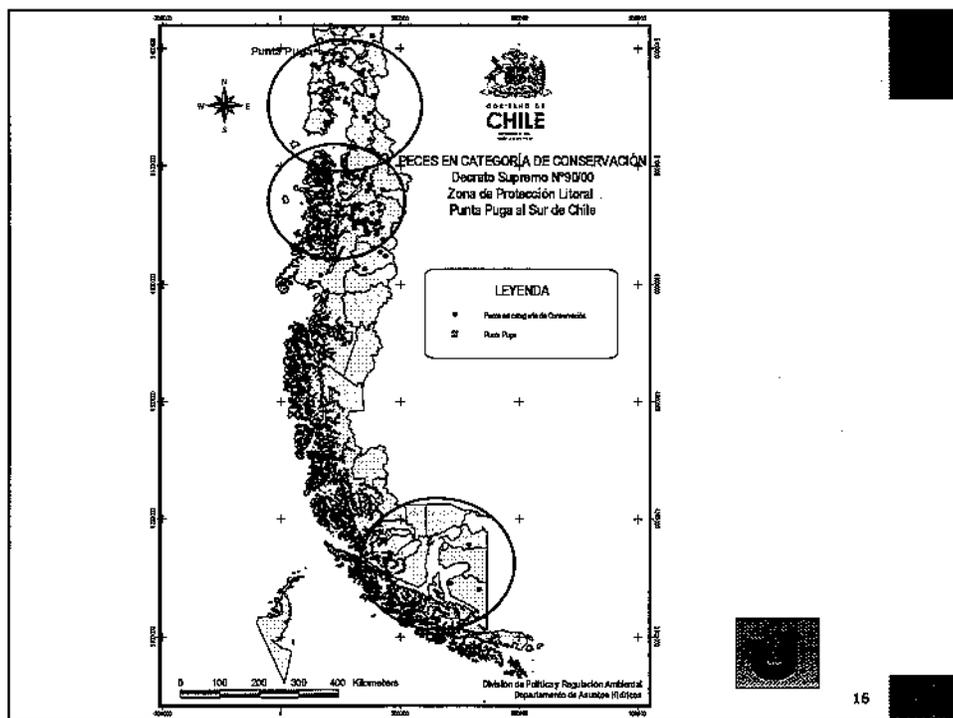
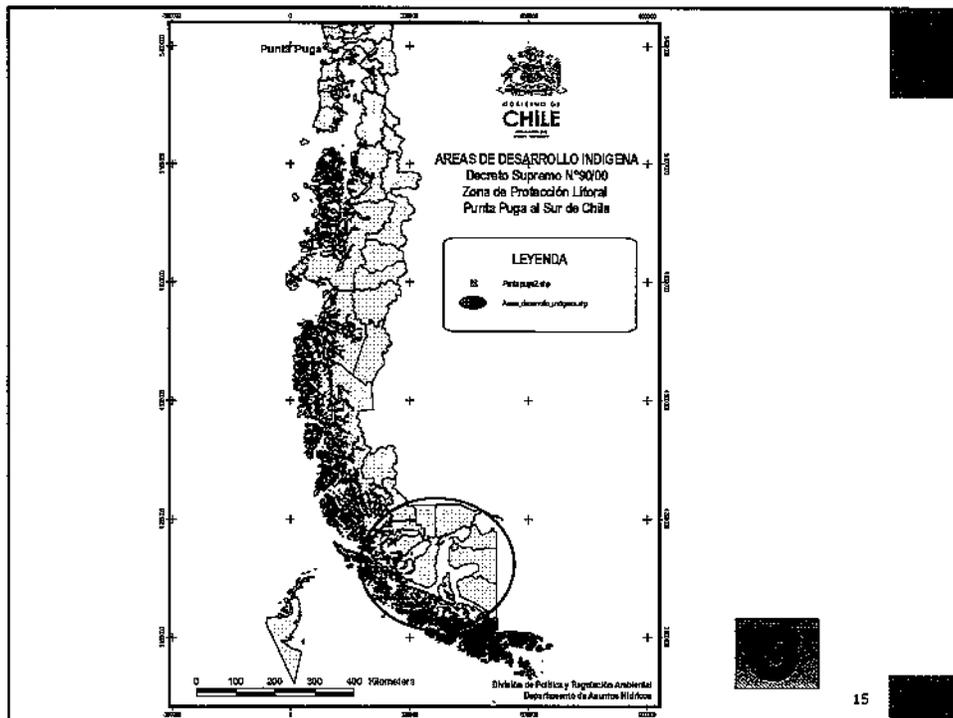


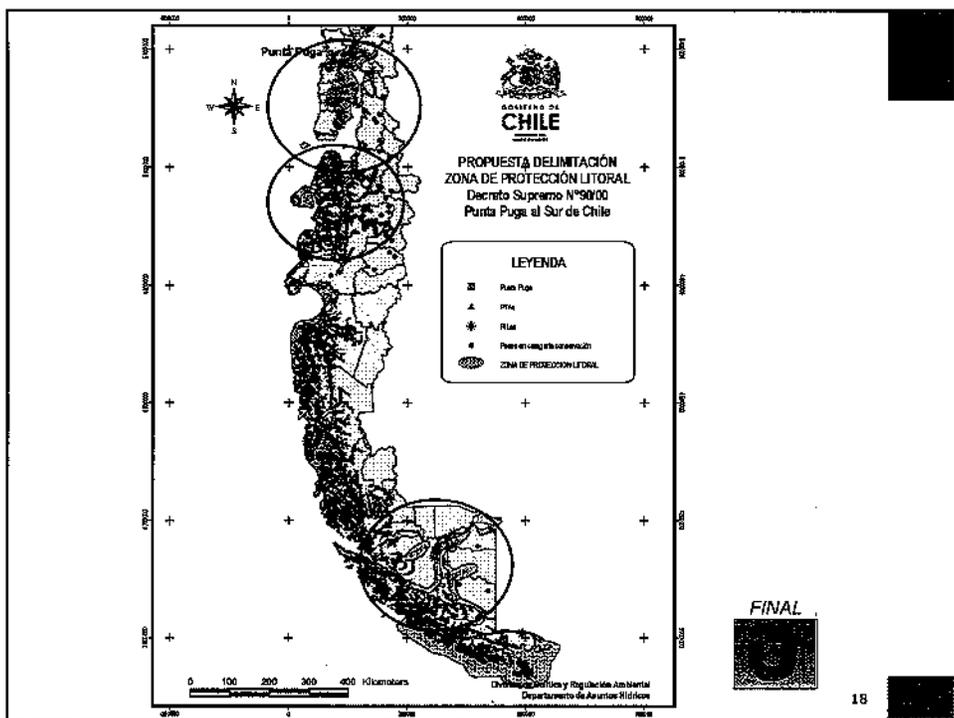
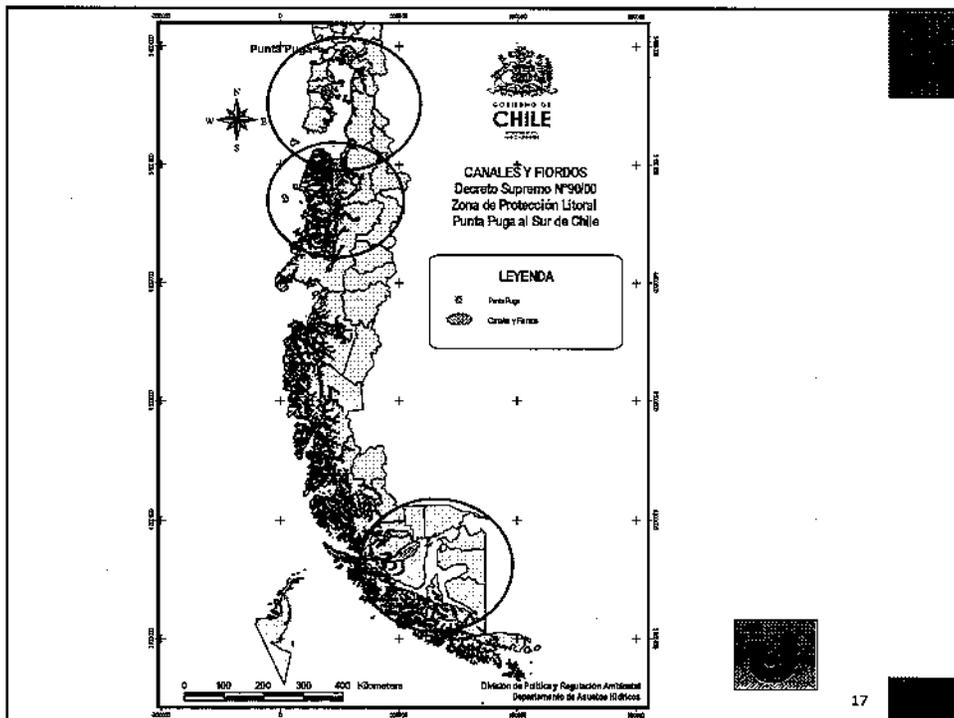












ESTUARIOS

PROPUESTA MODIFICACIÓN ANTEPROYECTO:

Se mantiene la propuesta del anteproyecto, aplicando el "principio de gradualidad" para su cumplimiento.

- 1 año para comenzar a medir los parámetros de T6
- 5 años para cumplimiento de T6.



ESTUARIOS

PROPUESTA ANTEPROYECTO

DEFINICIÓN: Cuerpo de agua costero ubicado en el tramo final de un curso fluvial hasta la línea de más baja marea en el mar, donde el agua dulce proveniente del drenaje continental o insular, interactúa con el agua del mar en forma temporal o permanente.

RESTRICCIÓN DE PARÁMETROS EN TABLA 6: fósforo, nitrógeno total, DBO5, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, mercurio, xileno, trihalometanos, cloro libre residual, SAAM, Poder espumógeno.



CONTAMINANTE	UNIDAD	EXPRESSION	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE ESTUARIOS SIN CAPACIDAD DE DILUCION	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE ESTUARIOS CON CAPACIDAD DE DILUCION
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20	50
Aluminio	mg/L	Al	5	10
Arsénico	mg/L	As	0,5	1
Boro	mg/L	B	0,75	3
Cadmio	mg/L	Cd	0,01	0,3
Cianuro	mg/L	CN-	0,2	1
Cloruros	mg/L	Cl-	400	2000
Cobre total	mg/L	Cu	0,1	3
Indice de fenol	mg/L	Fenoles	0,5	1
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr6+	0,05	0,2
Fluoruro	mg/L	F-	1,5	5
Fósforo total	mg/L	P	2	4
Hidrocarburos fijos	mg/L	HF	10	50
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5	10
Manganeso	mg/L	Mn	0,3	3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001	0,001
Molibdeno	mg/L	Mo	1	2,5
Niquel	mg/L	Ni	0,2	3
Pentaclorofenol	mg/L	C6OHCl5	0,009	0,009
Plomo	mg/L	Pb	0,05	0,5
Selenio	mg/L	Se	0,01	0,1
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SS	80	80

CONTAMINANTE	UNIDAD	EXPRESSION	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE ESTUARIOS SIN CAPACIDAD DE DILUCION	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE ESTUARIOS CON CAPACIDAD DE DILUCION
Sulfatos	mg/L	SO42-	1000	2000
Sulfuros	mg/L	S2-	1	10
Tetracloroetano	mg/L	C2Cl4	0,04	0,4
Tolueno	mg/L	C6H5CH3	0,7	7
Trihalometanos**	mg/L	THMs	0,1	0,1
Xileno	mg/L	C6H4C2H6	0,5	0,5
Zinc	mg/L	Zn	3	20
Cloro Libre Residual	mg/L	CLR	0,5	0,5
Nitrógeno total*	mg/L	NTotal	10	20
SAAM	mg/L	SAAM	10	10
DBO5	mgO2/L	DBO5	35	35
Sólidos Sedimentables	ml/L/h	SSed	5	5
Coliformes Fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000	1000
Temperatura	°C	T	30	30
Poder Espumógeno	mm	PE	7	7
pH	Unidad	pH	6,0-8,5	6,0-8,5

ESTUARIOS

FUNDAMENTO

- Los estuarios se encuentran entre las **aguas naturales más fértiles del mundo, en las que la micro y macro flora mantienen un alto nivel de producción**. Esta alta productividad sustenta una red alimenticia que permite el rápido crecimiento de peces juveniles que usan los estuarios como criaderos. Las altas tasas de sedimentación de estos sistemas ponen en riesgo las funciones antes descritas.
- Estudios científicos realizados en Chile, **demuestran que estos cuerpos de agua tienen una función importante en la presencia, reproducción y desarrollo de especies de valor económico que viven en la masa de agua** (peces como Egeinops maclovinus, **robalo**) o en el fondo (Mytilus chilensis, **chorito** y Choromytilus chorus, **choro zapato**, Odontesthes brevianalis (Günther 1880), cuyo nombre común es **Pejerrey de cola corta**; Cephalorhynchus eutropia (Gray 1846), cuyo nombre común es **Delfín Chileno** (Tonina), la **lisa** entre otros.). Se define el concepto de estuario, dado que se incorporan como un ecosistema representativo en la norma a través de la Tabla N°6.
- Estudios recientes (2010), concluyen que **los estuarios estudiados en Chile, se encuentran con niveles de eutrofia importantes**, donde las descargas de residuos líquidos son la principal amenaza*.
- Las **tablas 1 y 2** utilizadas actualmente en la norma, **no son válidas para la prevención de la contaminación en estuarios** por su hidrodinámica diferente a los cursos de agua superficiales.

*MMA Y CEA (2010). Aplicación piloto del estudio de protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica: humedales costeros.

DELIMITACIÓN Y CAUDAL DE DILUCIÓN EN ESTUARIOS

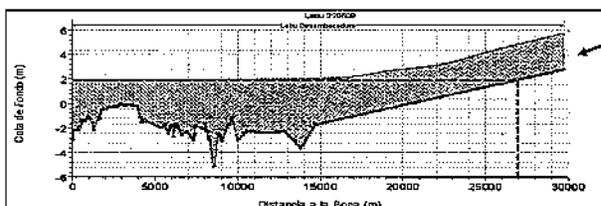
La DGA cuenta con un manual técnico vigente para determinar los límites de los estuarios y sus caudales de dilución.

El límite se determina con el máximo alcance de la onda de marea, como el punto definido por la intersección entre la horizontal que pasa por el nivel de pleamar de sicigia en la boca del estuario y la cota de fondo del cauce del río

LOS PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS SON LOS MISMOS QUE SE DEBEN REALIZAR PARA MEDIR CAUDAL DE DILUCIÓN EN CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES, PERO CON CRITERIOS HIDRODINÁMICOS DIFERENTES.

Ej. Río Lebu, 22 de Junio del 2009 (sicigia), 10:20 am (pleamar).

Longitud del estuario: 26.8 km.



Movimiento de contaminantes en río

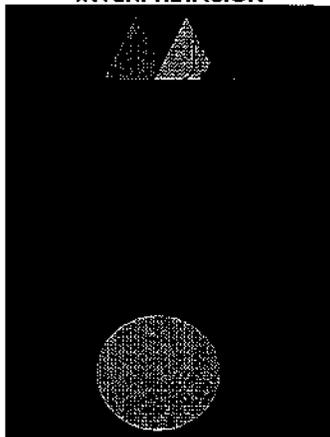
Movimiento de contaminantes en estuario

CUERPO FLUVIAL AFLUENTE DE CUERPO DE AGUA LACUSTRE

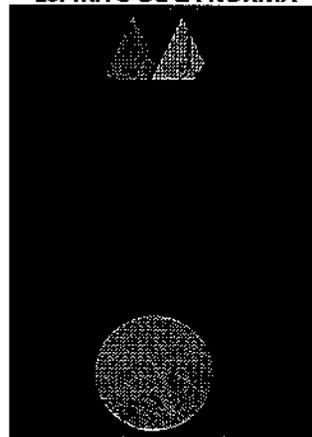
PROPUESTA :

Aplica a todas las fuentes emisoras como está propuesto en el anteproyecto.

INTERPRETACIÓN



ESPIRITU DE LA NORMA



ANTEPROYECTO



Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente

25

CUERPO FLUVIAL AFLUENTE DE CUERPO DE AGUA LACUSTRE

VIGENTE ACTUALMENTE

No definido

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

Cuerpos de aguas fluviales (incluidos sus tributarios), que drenan la cuenca del cuerpo de agua lacustre y se encuentran aguas arriba del mismo hasta la línea divisoria de aguas.

FUNDAMENTO

Existe una interpretación distinta al espíritu original de la Norma, donde se definen como: **el tramo de cuerpo fluvial entre el cuerpo lacustre y la última confluencia con otro cuerpo fluvial antes del cuerpo lacustre.**

Los antecedentes técnicos y científicos (UNESCO, Rast and Lee, 1978; Lee et al., 1980; Sonzogni et al., 1982; Ryding and Rast, 1989), muestran que **para prevenir la eutrofización de un lago, se deben controlar las cargas de nutrientes tanto en el cuerpo lacustre como en la cuenca de drenaje (pulsos de lavados).**



Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente

26

NTK Y FÓSFORO TOTAL EN T1 Y T2

PROPUESTA MODIFICACIÓN ANTEPROYECTO:

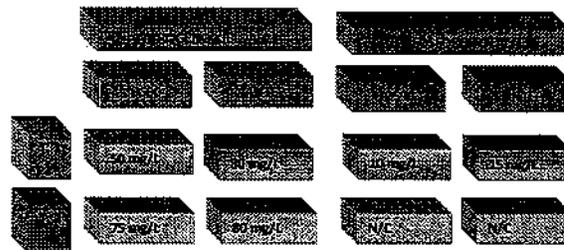
Se propone mantener los límites actualmente vigentes en la norma, ya que:

- N y P son parámetros que pueden afectar los ecosistemas acuáticos.
- Existe tecnología disponible para el cumplimiento de la norma vigente (lodos activados (57% PTAS en Chile), lombrifiltros, wetland, entre otras emergentes.
- Lagunas aireadas y sedimentación primaria+ desinfección es insuficiente para la remoción NTK y Ptotal.
- Mantener compromisos internacionales respecto a la calidad de los cuerpos de agua y la protección de los ecosistemas acuáticos.
- Tendencia regulatoria internacional apunta a la reducción de nutrientes y contaminantes en las descargas a cuerpos de agua.



NTK Y FÓSFORO TOTAL

ANTEPROYECTO



NTK Y FÓSFORO TOTAL

FUNDAMENTOS

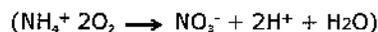
- La SISS plantea que los valores máximos estipulados para el N y P en las tablas 1 y 2, **no representan la realidad de la caracterización de las aguas servidas en Chile**, descontando los aportes de origen industrial y considerando la variabilidad natural de estos parámetros.
- La SISS menciona que el “Espíritu de la norma” no es el abatimiento de nutrientes, sin embargo, solo se remitieron fundamentos relacionados con el impacto en la tarifa, **no se recibieron fundamentos ambientales** durante el proceso de elaboración del Anteproyecto.

NTK Y FÓSFORO TOTAL

ANTECEDENTES AMBIENTALES

NTK= medido como nitrógeno orgánico + nitrógeno amoniacal

- El nitrógeno amoniacal es importante de considerar su descarga en los cuerpos receptores, por su **fácil conversión a nitratos** y el papel de estos en los procesos de eutrofización en los cuerpos de agua.
- Este proceso de degradación natural del nitrógeno amoniacal, **requiere el consumo de oxígeno**, el cual se obtiene del cuerpo receptor.



FOSFORO TOTAL:

Componente precursor de la eutrofización en los cuerpos de agua, produciendo crecimiento de algas, disminución del OD, mal olor, toxicidad para especies dulceacuicolas.

NTK Y FÓSFORO TOTAL

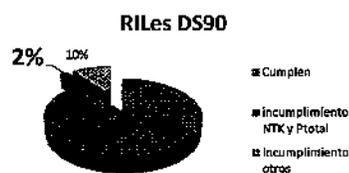
NUEVOS ANTECEDENTES Y ANÁLISIS

- Las **PTAS** presentan incumplimientos en N y P, sin embargo, un bajo porcentaje del sector industrial cae en incumplimientos de los parámetros vigentes (Han incorporado tecnologías de abatimiento)
- Con un aumento de NTK y Ptotal en las descargas en T1 y T2, se incrementará la presión al deterioro de los ecosistemas acuáticos.
- La **tendencia regulatoria internacional** es hacia la **reducción de nutrientes y contaminantes** en las descargas a cuerpos de agua, ya que su presencia pone en riesgo los bienes ambientales que prestan al servicio del hombre, principalmente la agricultura y pesca.
- Chile posee **compromisos internacionales respecto a la calidad de los cuerpos de agua y la protección de los ecosistemas acuáticos**, por lo tanto, el aumento de N y P en las descargas nos aleja de los compromisos asumidos en la OCDE. (**Recomendación: desarrollar y fortalecer aún más los marcos normativos (normas, entre otros) para mejorar la salud ambiental y cumplir los compromisos internacionales de Chile**)

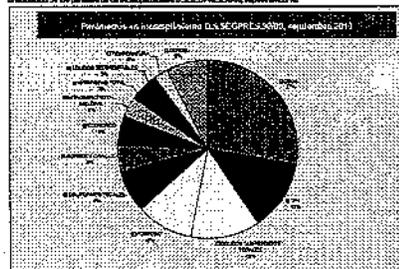
RILes

654 Ptos. de Descargas

79 incumplimientos: 3 NTK- 2 Nt- 8 P



Orden N°7
Distribuido de los permisos de incumplimiento DS 90 (P, NTK, Nt) en agosto 2010



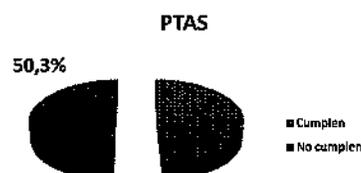
Fuente: Informe cumplimiento SISS, sept. 2010

PTAS

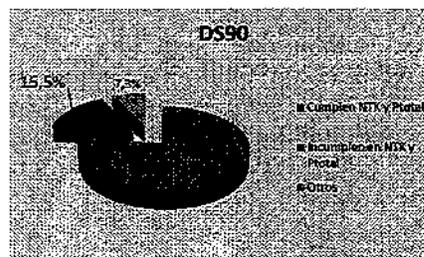
252 PTAS

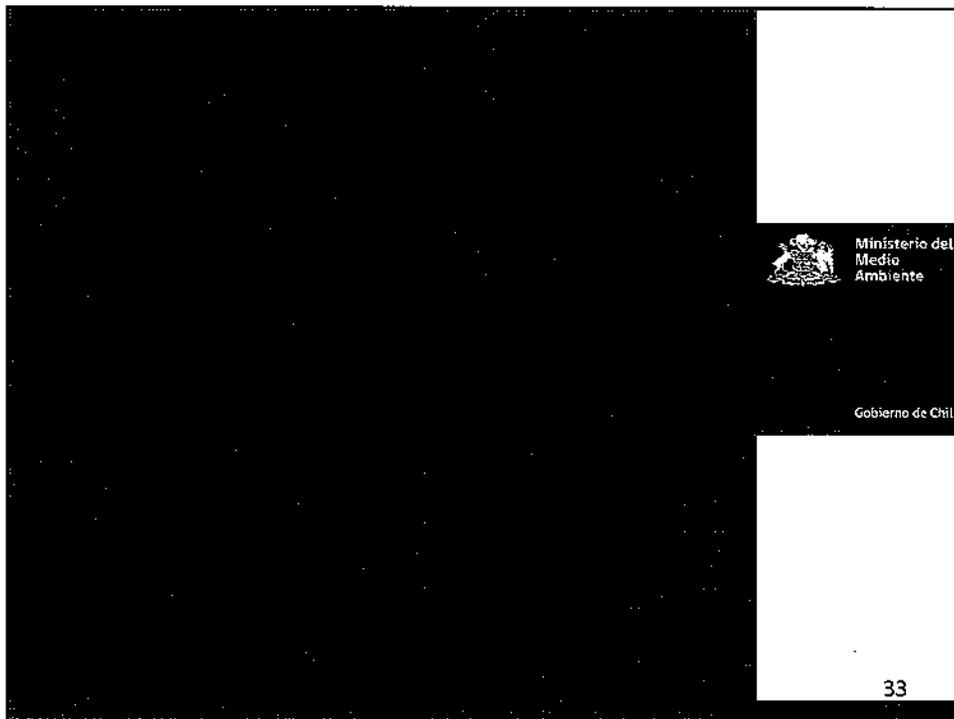
179 Analizadas

90 incumplimientos en NTK y Ptotal



Fuente: ORD. N°2090, 23 junio 2008





Ministerio del
Medio
Ambiente

Gobierno de Chile



**LISTADO REPRESENTANTES OFICIALES
REUNIÓN COMITÉ AMPLIADO DS90/00**

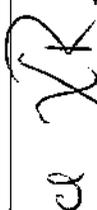
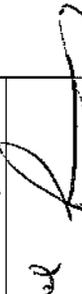
Lugar: Salón de Capacitaciones del SEA. Miraflores N°222, piso 20.

Fecha: Miércoles, 20 de abril 2011.

	INSTITUCIÓN	NOMBRE	E-MAIL	FIRMA
1	ASPROCER Y APA	YORKA RETAMAL	Yorka.retamal@pochy.cl	
2	AIDIS	ELIZABETH ECHEVERRIA	e.echeverri@aidis.cl	
3	ANDESS	PATRICIO HERRADA	pherrada@andess.cl	
4	APROA	CRISTOBAL THOMSON	cthompson@san.cristobal.cl	
5	ASIPES	MARIANNE HERMANN	marianne.hermanns@gmail.com	
6	ASIPNOR	JOSÉ CAÑÓN	jcañon@corpoca.cl	

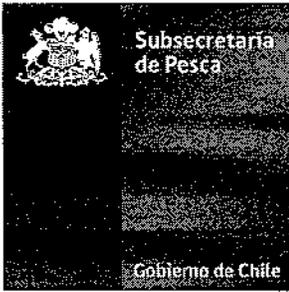
004522

7	ASQUIM*	SERGIO-BARRIENTOS		
8	ASQUIMI	S. BARRIENTOS	Sbarrientos@asquim.cl	
9	ASOCIACIÓN CHILENA DE MUNICIPALIDADES	JORGE BALTAZAR	jobaltaz@monitel.cl	
10	BIO RÍO	CLAUDIO PÉREZ	Claudio.Perez@esbio.cl	
11	CENMA	ISEL CORTÉS	icortes@cenma.cl	
12	CHILEALIMENTOS	CARLOS DESCOURVIERES	CENMA DESCOURVIERES@CHILEALIMENTOS.COM	
13	CONSEJO MINERO	SERGIO FERNANDEZ	Sergio.FERNANDEZ@Codelco.cl	
14	CORMA	MIGUEL OSSES	Miguelos@corma.cl	
15	INN	CLAUDIA CERDA	CLAUDIA CERDA@INN.cl	
16	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE	PATRICIA MATUS	PMatus@mna.gob.cl	

17	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE	MARIELA ARÉVALO	Morales@mgob.cl	
18	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE	CLAUDIA GALLEGUILLOS	cgallejos@mma.gob.cl	
19	OCEANA	GIULIANA FURCI	gfurci@oceana.org	
20	SALMÓN CHILE	XIMENA ROJAS	Xrojas@salmonchile.cl	
21	SONAMI	CARLOS GAJARDO	carlos.gajardo@sonami.cl	
22	SONAPESCA	RODRIGO ZAMORA	RZAMORA@SONAPESCA.cl	
23	UNIVERSIDAD CATÓLICA	GONZALO PIZARRO	gpizarro@ing.puc.cl	
24	UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN	GLADYS VIDAL	gvidal@udec.cl	
25	Universidad de Antofagasta	Beatriz Helena	bhelena@ventof.cl	
26	Algarra	Enrique Pérez	eps@epysa.cl	

093180212

27	MMA - Estudios	Adolfo Uribe	auribe@mmadep.uj	<i>[Signature]</i>
28	MMA - Estudios	Cristina Meléndez	cmelendez@mmadep.uj	<i>[Signature]</i>
29	MMA - DEEA	Sandra Rincón	<i>[Signature]</i> srincon@mmadep.uj	<i>[Signature]</i>
30	MMA - DEEA	<i>[Signature]</i>	gomez@mmadep.uj	<i>[Signature]</i>
31	MMA - DEEA	Francisco Durán	fduran@mmadep.uj	<i>[Signature]</i>
32				
33				
34				
35				
36				



cc 4821



004524

(D.A.C.) N° _____/

ANT.: No hay.

MAT.: Informa sobre profesionales designados para participar en el Comité Operativo del proceso de revisión del D.S. N°90/2000.

VALPARAÍSO, 26 ABR. 2011

A : SRA. MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

DE : SUBSECRETARIO DE PESCA

En relación a la participación de la Subsecretaría de Pesca en el Comité Operativo del proceso de revisión del D.S. N°90/2000, informamos a Usted que el profesional Sr. Pablo Lagos S., ya no pertenece a esta Subsecretaría, por lo cual se ha designado a los profesionales, Sra. Flor Uribe R. y Sr. Cristián Acevedo V., del Departamento de Acuicultura, para participar en las reuniones de trabajo técnico de la Norma. Agradeceremos por tanto, contactar a los profesionales indicados para las reuniones programadas, a los correos electrónicos furibe@subpesca.cl , cristianac@subpesca.cl y los números telefónicos 32-2502765 y 32-2502744.

Saluda atentamente a Ud.,

POR ORDEN DEL SR. SUBSECRETARIO DE PESCA

[Handwritten Signature]
ESPERIA BONILLA OLIVERA
Jefe de Gabinete

[Handwritten Initials]
JMB/CAV/FUR/ fur
12/04/2011

DISTRIBUCION:

- 1. Ministerio del Medio Ambiente
- 2. Jefa División Políticas y Regulación Ambiental. Ministerio del Medio Ambiente.
- 3. Departamento de Acuicultura

Carta MMA N° 111212,

SANTIAGO,

29 ABR. 2011

Señor
Guillermo Pickering De La Fuente
Presidente Ejecutivo, Andess A.G.
Presente

De mi consideración:

Estimado señor, en relación a la carta enviada con fecha 05 de abril 2011, donde se solicita conocer mayores antecedentes del proceso de revisión del Decreto Supremo N°90/00, informamos a usted que dichos antecedentes han sido expuestos en la reunión al Comité Ampliado de la norma, la cual se realizó el día 20 de abril 2011, entre las 10:30 a 13:00 hrs, en el "salón de capacitaciones" del Servicio de Evaluación Ambiental, ubicado en Miraflores N°222, piso 20, Santiago Centro, donde participó el Sr. Patricio Herrada como representante de ANDESS.

La documentación presentada en esa oportunidad, será publicada próximamente en el expediente público <http://www.sinia.cl/1292/w3-article-45598.html>

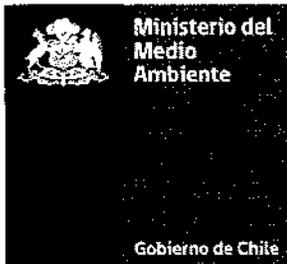
Sin otro particular, saluda atentamente,



Maria Ignacia Benitez
MARÍA IGNACIA BENITEZ PEREIRA
Ministra de Medio Ambiente

[Signature]
FMC/MAH/CGE/jra

c.c: Archivo División políticas y Regulación Ambiental
Expediente D.S. N°90/00



**División de Estudios
Ministerio del Medio Ambiente**

004526

MEMORÁNDUM N° 67/2011

De : Sr. Cristóbal de la Maza
Jefe División de Estudios
Ministerio del Medio Ambiente

A : Sra. Patricia Matus
Jefe División de Políticas y Regulación
Ministerio del Medio Ambiente

Mat. : Envío del documento "AGIES Anteproyecto D.S. 90"

Fecha : 4 de mayo de 2011

Junto con saludarla, informo a usted que el Departamento de Economía Ambiental hace entrega oficial del documento "Análisis General de Impacto Económico y Social del Anteproyecto de Revisión de la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (D.S. 90/00)".

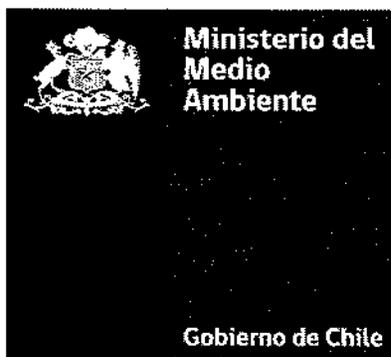
Dicho documento es adjuntado a este memo.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,


CRISTÓBAL DE LA MAZA
Jefe División de Estudios
Ministerio del Medio Ambiente


FDG//

cc.: Arch.Depto Economía Ambiental



**Análisis General de Impacto Económico y Social del
Anteproyecto de Revisión de la Norma de Emisión para
la Regulación de Contaminantes Asociados a las
Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y
Continetales Superficiales (D.S. 90/00)**

Documento Preparado Por:
División de Estudios
Departamento de Economía Ambiental
Ministerio del Medio Ambiente

Santiago, Abril 2011

Índice

Índice de Contenidos

ÍNDICE	2
ÍNDICE DE CONTENIDOS	2
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	6
1. ANTECEDENTES DEL DECRETO SUPREMO 90 (D.S.90/00)	8
1.1 OBJETIVO DE LA NORMA.....	8
1.2 SERVICIOS AMBIENTALES PROPORCIONADOS POR LOS CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES.	9
1.2.1 Impactos según uso de Servicios Ambientales.....	11
1.3 EFECTOS AMBIENTALES Y SOCIALES DEL D.S.90/00.....	12
1.3.1 Análisis de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas Asociadas a mejoras en la Salud de la población.....	13
1.4 PROCESO DE REVISIÓN.....	16
2. MODIFICACIONES RELEVANTES DEL ANTEPROYECTO DE REVISIÓN DE NORMA ...	17
2.1 MODIFICACIÓN LÍMITES MÁXIMOS – VARIOS (MLM VARIOS).....	17
2.2 MODIFICACIÓN LÍMITES MÁXIMOS – NKT Y P (NKT Y P).....	17
2.3 INCLUSIÓN DE NUEVOS PARÁMETROS EN LA NORMA (THMS Y CLR).....	17
2.4 SE INCORPORA TABLA ASOCIADA A ESTUARIOS (ESTUARIOS).....	17
2.5 MODIFICA Y AJUSTA DEFINICIONES DE LA NORMA: FUENTE EMISORA – ARTEFACTOS NAVALES (ARTEFACTOS NAVALES).....	18
2.6 MODIFICA Y AJUSTA DEFINICIONES DE LA NORMA: FUENTE EMISORA – CAUDAL (Q<5 Y OTROS).....	18
2.7 MODIFICA Y AJUSTA DEFINICIONES DE LA NORMA: ZPL (ZPL)	18
2.8 DESCARGAS EN CUERPOS FLUVIAL AFLUENTE DE CUERPOS DE AGUA LACUSTRE (AFLUENTES LAGOS) 18	18
2.9 MODIFICA PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN Y CONTROL (MONITOREO).....	19
3. OBJETIVOS DE LAS MODIFICACIONES	20
3.1 MODIFICACIÓN SOBRE AFLUENTES LAGOS.....	20
3.2 MODIFICACIÓN A LA ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL (ZPL)	22
3.3 INCORPORACIÓN DE ESTUARIOS	25
4. CUÁNTO VALE LO QUE SE ESTÁ PROTEGIENDO.....	29
4.1 MODIFICACIÓN SOBRE AFLUENTES LAGOS.....	29
4.2 MODIFICACIÓN A LA ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL (ZPL)	30
4.3 INCORPORACIÓN DE ESTUARIOS	32
5. VALORACIÓN POR PARTE DE LOS HOGARES	34
6. LIMITACIONES PARA LA CUANTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE BENEFICIOS	37
7. ANÁLISIS DE COSTOS.....	39
7.1 INFORMACIÓN.....	39
7.1.1 Puntos de descarga.....	39
7.1.2 Tablas norma.....	41
7.1.3 Caudal.....	43
7.1.4 Concentraciones, pH y temperaturas.....	46
7.1.5 Tecnologías de control de emisiones.....	48



7.1.6	Nivel de actividad emisiones	51
7.1.7	Autocontrol.....	51
7.2	METODOLOGÍA	51
7.2.1	Tratamiento	51
7.2.2	Formulación.....	52
7.2.3	Autocontrol.....	53
7.3	RESULTADOS	54
7.3.1	Por tipo.....	54
7.3.2	Por rubro.....	55
7.3.3	Efectos de cambios en revisión de norma	56
7.3.4	Análisis de sensibilidad.....	59
8.	REDUCCIONES DE CARGA ATRIBUIBLE A LA MODIFICACIÓN	61
8.1	LAGOS	61
8.2	ZPL	63
8.3	ESTUARIOS	64
8.4	AUMENTO DE NIVEL DE NORMA DE NKT Y P.....	65
8.5	COLORO LIBRE RESIDUAL	65
8.6	NACIONALES	66
9.	CONCLUSIONES	67
10.	REFERENCIAS.....	69
11.	ANEXOS.....	71
11.1	ANÁLISIS DE RIESGO RELATIVO	71
11.2	EFFECTOS EN SALUD DE PARÁMETROS NORMADOS EN EL D.S.90.....	73
11.3	ENCUESTA DE TRATAMIENTOS PARA ENFERMEDADES DE ORIGEN BIOLÓGICO SELECCIONADAS	75
11.4	BASE DE DATOS DE COSTOS UNITARIOS DE ENFERMEDAD	78
11.5	ANEXO. LITERATURA RELACIONADA A LA VALORACIÓN DE ESTUARIOS.....	80
11.6	RESUMEN MODIFICACIONES A LA NORMA NO CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS	81
11.6.1	Exclusiones a la aplicación de la norma.....	81
11.6.2	Facultad de negar solicitud de autorización de descarga.....	81
11.6.3	Modifica y ajusta definiciones de la norma.....	81
11.6.4	Agrega y modifica consideraciones generales a los límites máximos permitidos en la norma.....	82
11.6.5	Evaluación del cumplimiento de la norma.....	82
11.6.6	Se elimina punto 4.1.4 de la norma.....	82
11.7	LÍMITES NORMAS.....	83
11.8	DESCRIPCIÓN DESIGNACIÓN DE TABLAS	85
11.9	FACTOR ESCALAMIENTO: EJEMPLO	86

Índice de Tablas

Tabla 1-1.	Servicios de aprovechamiento “In situ”.....	9
Tabla 1-2.	Servicios de extracción	10
Tabla 1-3.	Enfermedades asociadas a la contaminación de aguas superficiales por presencia de contaminantes patógenos.	13
Tabla 1-4	Costos unitario por enfermedad (USD/caso).....	15
Tabla 2-I	Frecuencias de monitoreos para descargas de FE que requieren sistema de tratamiento.....	19
Tabla 2-2	Frecuencia de monitoreo para FE que cumplan los límites de la norma sin requerir un sistema de tratamiento.	19
Tabla 3-1.	Efectos de la eutrofización en los cuerpos de agua.....	20
Tabla 3-2.	Descripción de cuerpos de aguas lacustres de Chile en cantidad y percentiles de superficie	21

Tabla 3-3. Áreas de interés para la conservación de la biodiversidad marina en el territorio nacional.....	24
Tabla 3-4. Áreas de manejo de explotación de recursos bentónicos existentes en Chile.	25
Tabla 3-5. Servicios de soporte proporcionados por estuarios.....	26
Tabla 3-6. Servicios de regulación proporcionados por estuarios.....	26
Tabla 4-1. Costos reales para recuperación de lagos.....	29
Tabla 4-2. Gasto total turistas 2007 en zona lacustre.....	30
Tabla 4-3. Valor económico estimado para reservas marinas de Chile ubicadas en la zona sur.....	30
Tabla 4-4. Producción actividades de extracción marina según especie, año 2009.	31
Tabla 4-5. Captura de especies relevantes en la zona sur de Chile, año 2009.....	32
Tabla 4-6. Principales especies comerciales en estuarios.....	32
Tabla 5-1. Percentil 50 de estudios WTP realizados en EEUU por tipo de valoración.....	35
Tabla 5-2. Número de hogares ubicados en las cercanías de un cuerpo de agua según escenario considerado (hogares) y percentil 50 WTP transferido por PPA (USD2010/hogar-año).....	36
Tabla 7-1. Distribución de puntos de descarga por zona. Situación CP.....	40
Tabla 7-2 : N° de PD que cambian a tabla 3 debido a la modificación Afluentes Lagos, según rubro.....	43
Tabla 7-3 : N° de PD que cambian a tabla 4 debido a la modificación ZPL, según rubro.	43
Tabla 7-4 : N° de PD que cambian a tabla 6 debido a la modificación Estuarios, según rubro.	43
Tabla 7-5. Mediana y máximo de caudal por rubro a nivel país (m ³ /día).....	44
Tabla 7-6. Total y participación de caudal por rubro a nivel país.....	45
Tabla 7-7. Tecnologías de abatimiento consideradas.....	49
Tabla 7-8. Tecnologías de abatimiento consideradas (Continuación).....	50
Tabla 7-9. Flujo anualizado y Valor presente diferencial de costos según tipo. Medias y percentiles 5 y 95. CP- SB.....	54
Tabla 7-10. Flujo anual diferencial de costos según tipo (MMUSD/año).CP-SB.....	55
Tabla 7-11. Flujo anualizado (FA) costos por rubro (MMUSD/año).....	55
Tabla 7-12. Flujo anualizado costos según modificaciones a la norma (MMUSD/año).....	56
Tabla 7-13 : Costo Anualizado (CA) por rubro debido a la modificación Afluentes Lagos. MMUSD/año.	57
Tabla 7-14: Costo Anualizado (CA) por rubro debido a la modificación ZPL. MMUSD/año.	57
Tabla 7-15 : Costo Anualizado (CA) por rubro debido a la modificación Estuario. MMUSD/año.	58
Tabla 7-16 : Costo Anualizado (CA) por rubro debido a la modificación NKT y P. MMUSD/año.	58
Tabla 8-1. Reducción de emisiones por cambio de Tabla 1 y 2 a Tabla 3 (ton/año).....	62
Tabla 8-2. Emisiones anteproyecto y aumento de emisiones con respecto al caso base para N y P (ton/año)..	65
Tabla 8-3. Reducción de emisiones nacionales por el proceso de revisión de norma.	66
Tabla 11-1. Costos unitarios de enfermedad.....	78
Tabla 11-2. Resumen de la literatura encontrada.....	80
Tabla 11-3. Límites máximos de norma por parámetro, situación (base y con proyecto) y características del cuerpo de agua receptor.....	83
Tabla 11-4. Límites máximos de norma por parámetro, situación (base y con proyecto) y características del cuerpo de agua receptor (Continuación).	84



Índice de Figuras

Figura 1-1. Egresos hospitalarios y población abastecida por PTAS en el tiempo. Nacional y Región Metropolitana.....	14
Figura 1-2. Proyección de costos anuales caso base y caso PTAS (MMUSD/año).....	16
Figura 3-1. Indicador de trofia para clorofila a según TSI de Carlson, año 2008.....	22
Figura 3-2. Cambios en la ZPL al norte de Punta Puga. (a) Cambio en la medición de la fórmula al considerar 3 puntos de pendiente. (b) ZPL esquemática sin y con modificación a la fórmula.....	23
Figura 3-3. Distribución de Estuarios a Nivel Nacional.....	28
Figura 5-1 Disposición a pagar (WTP) por mejoras en la calidad del agua de diferentes cuerpos en EEUU, transferidas según Paridad de Poder Adquisitivo (USD2010/hogar-año).....	34
Figura 5-2. Esquema de metodología utilizada para la determinación de usuarios y no usuarios de cuerpos de agua. Caso de lagos en la zona del Villarrica.....	36
Figura 5-3 Valoración por mejora en la calidad del agua a nivel nacional (USD2010/hogar-año).....	36
Figura 7-1 Puntos de descarga por rubro. Situación CP.....	40
Figura 7-2 Distribución de puntos de descarga por zona y rubro. Situación CP.....	41
Figura 7-3 Distribución de puntos de descarga según tabla y situación (Base y Con Proyecto).....	42
Figura 7-4 Gráfico de caja caudal por rubro (m3/día).....	45
Figura 7-5 Distribución de caudal total país por zona.....	46
Figura 7-6 Diagrama tratamiento para estimación de emisiones pre tratamiento.....	47
Figura 7-7 Flujo anualizado de costos totales de la revisión de norma según de aplicación de modificaciones para FE existentes. CP- SB.....	59
Figura 7-8 Sensibilidad flujo anualizado de costos frente a variaciones porcentuales de estimación de la estimación inicial de emisiones para parámetros sin información. CP- SB. Costos totales.....	60
Figura 8-1. Reducción anual de emisiones atribuibles a la modificación de la normativa (ton/año). (a) Nitrógeno, (b) Fósforo.....	63
Figura 8-2. Reducción de emisiones por cambios en la ZPL.....	64
Figura 8-3. Reducción de emisiones por Tabla 6 de estuarios.....	65
Figura 8-4. Emisiones anteproyecto y reducción de emisiones con respecto al caso base para N y P (ton/año).....	65
Figura 11-1 Índice de Riesgo de cuencas seleccionadas. Efectos Crónicos en Adultos para el 2006.....	72
Figura 11-2 Índice de Riesgo de cuencas seleccionadas. Efectos crónicos en ecosistemas para el 2006.....	73

Acrónimos y Abreviaturas

AGIES	Análisis General de Impacto Económico y Social
Al	Aluminio
As	Arsénico
AyG	Aceites y Grasas
B	Boro
Cd	Cadmio
Cl-	Cloruros
CLR	Cloro Libre Residual
CN-	Cianuro
Coli/100ml	Coliformes Fecales o Termotolerantes
CP	Situación Con proyecto
Cr+6	Cromo Hexavalente
CrT	Cromo Total
Cu	Cobre
DBO5	DBO5
DIRECTEMAR	Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante
Fe	Hierro Disuelto
FE	Fuente Emisora
Fenoles	Índice de Fenol
Fluoruro	Fluoruro
HCF	Hidrocarburos Fijos
HCT	Hidrocarburos Totales
HCV	Hidrocarburos Volátiles
Hg	Mercurio
Mn	Manganeso
Mo	Molibdeno
N	Nitrógeno Total
Ni	Níquel
NKT	Nitrógeno Kjeldahl Total
P	Fósforo Total
Pb	Plomo
PCF	Pentaclorofenol
PD	Punto de descarga
PE	Poder Espumógeno
pH	pH
PTAS	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas
RETC	Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
S2-	Sulfuros



SAAM	SAAM
SB	Situación Base
Se	Selenio
SISS	Superintendencia de Servicios Sanitarios
Sn	Estaño
SO4	Sulfatos
SSed	Sólidos Sedimentables
SST	Sólidos Suspendedos Totales
Temp	Temperatura
Tetracloroetano	Tetracloroetano
THMs	Trihalometanos
Tolueno	Tolueno
Triclorometano	Triclorometano
USD	Dólares Americanos
Xileno	Xileno
Zn	Zinc
ZPL	Zona de Protección Litoral

1. Antecedentes del Decreto Supremo 90 (D.S.90/00)

En éste capítulo se presentan algunos antecedentes de importancia en relación al D.S. 90/00 con el objetivo de contextualizar al lector para la comprensión del análisis de general de impacto económico y social (AGIES), realizado a las principales modificaciones propuestas en el anteproyecto de norma del proceso de revisión del D.S.90/00, elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA).¹

1.1 Objetivo de la norma

El Decreto Supremo N°90/2000, “Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales”, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, publicada en el Diario Oficial (DO) en el año 2001, cuyo objetivo de protección ambiental es prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.

El D.S. 90/00 establece la cantidad máxima y/o mínima permitida para un contaminante medido en el efluente de la fuente emisora (FE). Dicho Decreto obliga a las fuentes emisoras a regirse por una de las siguientes tablas, según el tipo y característica del cuerpo de agua receptor²:

- Tabla 1: Aguas fluviales, sin capacidad de dilución
- Tabla 2: Aguas fluviales, considerando capacidad de dilución
- Tabla 3: Aguas lacustres naturales
- Tabla 4: Cuerpos de agua marinos, dentro de la Zona de Protección Litoral (ZPL)
- Tabla 5: Cuerpos de agua marinos fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL)

El objetivo preventivo de la norma intenta evitar alteraciones en la calidad del agua que generen situaciones de riesgo para la salud de la población y los ecosistemas, controlando la emisión de sustancias (parámetros) potencialmente contaminantes y sus efectos sobre el medio ambiente.

Una breve revisión a los niveles de concentración de parámetros normados por el D.S.90/00, permite estudiar los niveles de riesgo relativo en salud y ecosistemas que registran actualmente las cuencas nacionales, evidenciando el importante rol de la norma como instrumento preventivo en la gestión ambiental.

¹ El Anteproyecto de revisión de norma fue aprobado por resolución N°1375, del 17 de Febrero de 2010 y publicado en el DO el 01 de marzo de 2010.

² Para conocer el detalle de los valores de norma, en el capítulo de anexos se tabulan estos límites por parámetro y tipo de cuerpo de agua, para la situación actual del D.S. 90/00 y para lo propuesto en la revisión de norma (situación Base y Con Proyecto respectivamente).



Para el caso de RR en adultos, el análisis para el As, Hg, Mn, MoDis y Zinc presentan un valor de RR mayor a 1 en al menos alguna cuenca. Caso crítico de As con valores de hasta 10^5 veces lo recomendado en salud. Por ello, es importante determinar el efecto antrópico vs. natural en las cuencas y parámetros donde presentan mayores riesgo a la salud de la población y ecosistemas.³

El D.S.90/00 tendrá efectos en calidad de los cuerpos de agua, y por tanto en los indicadores de riesgo relativo, siempre y cuando la reducción de emisiones atribuible a la norma sea significativa en el total de emisiones de la cuenca. De este modo, los beneficios de la existencia del D.S.90/00 como norma preventiva, serán percibidos siempre que se identifiquen los principales efectos evitados generados por la mejora (o conservación) que las condiciones de calidad del agua tienen sobre los servicios proporcionados por los cuerpos de agua superficiales.

1.2 Servicios Ambientales proporcionados por los Cuerpos de Agua Superficiales.

Las personas perciben los beneficios de la norma de emisión (D.S. 90) por medio de la mejora en la calidad de los servicios ambientales que ofrecen los diferentes cuerpos de agua a nivel nacional.

Los servicios ambientales prestados por los cuerpos de agua, pueden agruparse en tres categorías: (i) de aprovechamiento "*in situ*" (que implican contacto directo), (ii) de *extracción* y (iii) de *existencia* (asimilados al altruismo hacia el bienestar de generaciones futuras).

- **Servicios de Aprovechamiento "In situ"**

Los cuerpos de agua superficiales ofrecen importantes servicios de disfrute "*in situ*", es decir, se disfrutan sin retirar el agua fuera de su entorno natural. En general, este tipo de servicios dependen fuertemente de la calidad del agua. A continuación se listan algunos de los servicios de aprovechamiento "*in-situ*" más representativos:

Tabla 1-1. Servicios de aprovechamiento "In situ"

Tipo Servicio	Detalle
Soporte de Vida Animales y Plantas	Los animales silvestres tienen acceso a fuentes de agua naturales y las plantas acuáticas requieren el agua para subsistir y la luz solar para realizar la fotosíntesis. Estos procesos que se llevan a cabo en el ecosistema acuático, generan servicios auxiliares como aire limpio, agua limpia, regulación del clima, los ecosistemas y las actividades productivas.

³ Para revisar metodología de Análisis de Riesgo Relativo ver el capítulo 11.1 de anexos.

Filtro de residuos líquidos/ Dilución/ Almacenamiento/ Tratamiento	El agua es usada generalmente como un medio para la dilución y filtro de los residuos a través de la acción física y química de los sistemas acuáticos ⁴ .
Pesca Comercial y Extracción de Recursos Hidrobiológicos	El agua limpia proporciona soporte de vida y garantiza la salud de la población de especies de peces y otros recursos hidrobiológicos comercialmente explotables.
Navegación / Transporte	El agua se ofrece como un medio económico para el traslado de personas y mercancías, dependiendo de su abundancia y características de superficie.
Protección de Inundaciones y Tormentas	Los humedales, en particular, pueden amortiguar las inundaciones y el agua de lluvia, disminuyendo la altura de inundaciones y prevención de la erosión de las costas.
Producción de energía	El mayor uso del agua para la producción de energía es la generación hidroeléctrica, que aprovecha la energía cinética en el movimiento del agua.
Recreación	El agua articula muchas actividades recreativas como la natación, el canotaje, la pesca, la caza, captura y recolección de plantas, entre otras. En esta capacidad, el agua sirve como un medio de transporte, un componente esencial de los ecosistemas, y una fuente de belleza estética.
Servicios de Estética	El agua es apreciada por su valor estético por muchas personas, la observación in situ de los recursos hídricos y de los sistemas físicos de vida asociados es una fuente de inspiración (usos pasivos)

Fuente: Elaboración propia adaptado de EPA 2000

• **Servicios de Extracción:**

La disponibilidad y la calidad del agua, así como su disposición final, afectan el rendimiento de sistemas de vida y de explotación económica, que extraen agua a diario de fuentes superficiales. Dentro de los servicios de extracción, que dependen de la calidad del agua, se pueden describir:

Tabla 1-2. Servicios de extracción

Tipo Servicio	Detalle
Soporte de Vida	Los recursos hídricos son necesarios para apoyar las funciones de vida en los diversos ecosistemas, y especialmente como fuente de agua potable, pues la salud de los seres vivos puede verse afectada, por lo que es fundamental prevenir su adecuada cantidad y calidad.
Cocción	La transferencia de calor proporcionada por la cocción del agua es empleada

⁴ No obstante se debe considerar que los ecosistemas acuáticos poseen límites de tolerancia a los contaminantes.



	tanto para cocinar alimentos, como parte de procesos industriales y es utilizada por hogares y usuarios comerciales masivamente.
Riego	La extracción de agua para riego se utiliza en granjas de cultivo y producción ganadera y en los hogares para regar el césped, arbustos y animales domésticos.
Servicios Sanitarios	El agua se utiliza por todos los sectores económicos en actividades como: lavar platos, inodoros, baños, lavado de ropa y eliminación de basura.
Producción / Procesamiento/ Aplicaciones	El agua es usada para muchos propósitos industriales (producción de vapor en la calefacción, la generación de electricidad, etc.), y puede incorporarse en el producto acabado o ser utilizadas en procesos intermedios (por ejemplo, dilución, refrigeración, lavado, recirculación del agua de refrigeración antes de su liberación, etc.)

Fuente: Elaboración propia adaptado de EPA 2000.

- **Servicios de Existencia**

Este servicio es percibido por algunos individuos que pueden obtener satisfacción (utilidad) de los recursos naturales a pesar de que actualmente no los usan ni tienen previsto hacerlo en el futuro. Esto se identifica en la literatura como altruismo y corresponsabilidad, e implica la preocupación generalizada por el bienestar de los demás y de los organismos no humanos. El hecho que los cuerpos de agua existan para el aprovechamiento o disfrute futuro, es el servicio que otorga bienestar.

1.2.1 Impactos según uso de Servicios Ambientales

El agua es usada generalmente como un medio para la dilución y filtro de los residuos en sistemas naturales, a través de la acción física y química de los sistemas de recursos hídricos. Prácticamente todos los usuarios de recursos hídricos han empleado directamente este servicio y las cargas de residuos se han vuelto tan grandes que han degradado la calidad de las aguas receptoras. Los principales usuarios de los diferentes servicios ambientales pueden agruparse en: la población residencial, los sectores productivos y los ecosistemas.

i. Impacto en la Población Residencial

El principal impacto es el incremento en el riesgo en salud al que se expone la población que hace uso de los servicios ambientales proporcionados por los cuerpos de agua superficiales.

La contaminación de aguas superficiales con coliformes fecales limita el uso asociado al consumo de agua y al contacto directo para recreación. La contaminación por metales pesados o algún contaminante peligroso o de difícil remoción incrementa la probabilidad de efectos adversos en salud, ya sea por consumo directo de agua o por ingesta de alimentos contaminados. Igualmente, el agua con alto contenido de sal puede corroer las tuberías de metal los servicios sanitarios. La presencia de hierro, manganeso, y el gas sulfuro de

hidrógeno puede causar malos olores, acumulación de sarro y manchas en electrodomésticos.

La conducta de los consumidores racionales de este servicio, se manifiesta en el aumento de medidas preventivas y los costos de potabilización de aguas con mala calidad para el consumo humano. Los efectos económicos de estos impactos se traducen en incremento de los costos de los hogares por medidas preventivas (tratamiento individual del agua con cloro y filtros, compra de agua embotellada, abastecimiento desde otras localidades, entre otros), incremento de costos en salud por medicamentos, gastos de hospitalización, días laborales y escolares perdidos, incremento de costos de tratamiento del agua en hogares particulares, gastos de transporte, entre otros.

ii. Impacto en Sectores productivos

Al igual que el impacto en la población, si la calidad del agua no es apta para el uso industrial al cual se demanda, se deben incurrir en costos de tratamiento para recuperar las calidades requeridas por la industria. Éstos costos tienen relación con: nivelación de pH, reducciones o eliminación de patógenos y/o desinfección, reducciones en concentraciones de metales y sales, entre otros. Para ciertos sectores industriales no se requiere de una buena calidad de agua para el uso en algunos de sus procesos, no obstante sectores como el agro-industrial (agroalimenticio), o en el uso del agua para riego, la calidad del agua resulta importante.

iii. Impacto en Ecosistemas

Cualquier degradación del agua, ya sea un flujo excesivo que erosiona las riberas o los productos químicos que dañan a los organismos acuáticos, puede reducir la salud del ecosistema limitando su capacidad de auto-depuración, soporte y regulación de procesos hidrobiológicos, así como el disfrute que los seres humanos reciben al estar en presencia de las diversas cadenas de servicios ofrecidos por los recursos hídricos. Las altas concentraciones de nitratos, metales, contaminantes orgánicos e inorgánicos, los sedimentos, los cloruros, los patógenos, las toxinas y otros, tienen el potencial de causar daños graves en las distintas especies, pudiendo afectar las cadenas tróficas y la salud del ecosistema

La degradación de humedales, en particular, debilita su capacidad de protección contra inundaciones y tormentas, amortiguando la altura de inundaciones y previniendo la erosión de las costas.

1.3 Efectos ambientales y sociales del D.S.90/00

La norma de emisión previene efectos ambientales y sociales al limitar las descargas de fuentes puntuales a cuerpos de agua. A continuación se recaba en antecedentes del efecto que ha tenido la implementación del D.S.90/00 en beneficios para la sociedad, particularmente en el tratamiento y remoción de agentes patógenos en el tratamiento de aguas servidas.



1.3.1 Análisis de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas Asociadas a mejoras en la Salud de la población

El D.S.90/00 junto con la Ley Sanitaria, promovieron la puesta en marcha de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS), que tuvieron por objetivo principal la remoción de agentes patógenos de los cuerpos de aguas. La presencia de bacterias como la *Echerichia Coli* genera problemas digestivos a la salud de las personas producto del ingesta directa de agua, o bien, mediante el consumo de alimentos que utilizaron como fuente de riego aguas contaminadas. El objetivo de este análisis es obtener una estimación de los beneficios en disminución de enfermedades de origen patógeno como resultado de la operatividad de las PTAS.

Se utilizaron las bases de datos de egresos hospitalarios del Departamento de Información y Estadística de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud disponibles en su sistema web para obtener los egresos hospitalarios a nivel comunal por causa de enfermedad. A partir de ella, se filtraron las causas hospitalarias (Tabla 1-3) que son posibles asociarlas a la ingesta de agentes patógenos por alguna vía relacionada con la contaminación de aguas superficiales. La selección de esta tabla se realizó con la asesoría de Patricia Matus, jefe de la División de Políticas y Regulación del Ministerio de Medio Ambiente⁵.

Tabla 1-3. Enfermedades asociadas a la contaminación de aguas superficiales por presencia de contaminantes patógenos.

CIE10	Enfermedad
A01.0	Tifus abdominal (fiebre tifoidea)
A03.0	Shigelosis por <i>Shigella dysenteriae</i>
A03.1	Shigelosis por <i>Shigella flexneri</i>
A03.2	Shigelosis por <i>Shigella boydii</i>
A03.3	Shigelosis por <i>Shigella sonnei</i>
A03.8	Otras shigelosis especificadas
A03.9	Shigelosis sin especificar

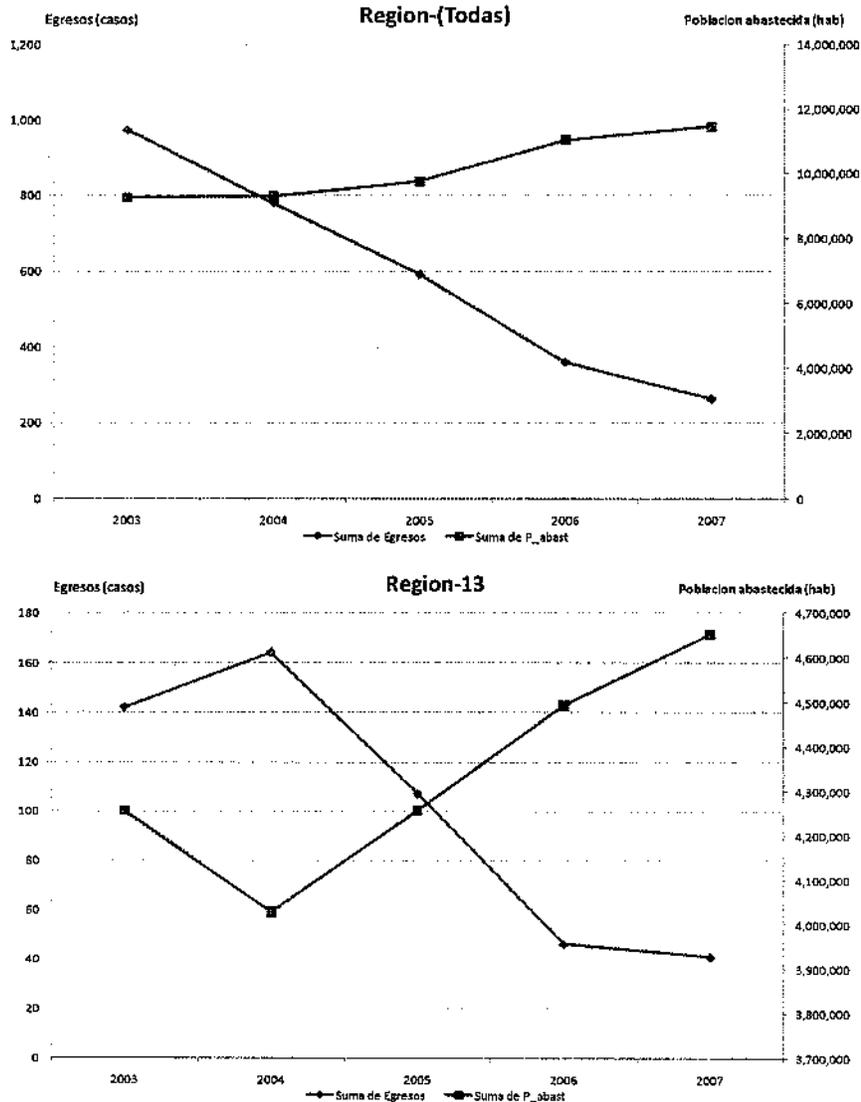
Fuente: Elaboración propia

Paralelamente se utilizaron los datos de la cobertura (número de habitantes) abastecidos por las PTAS a nivel regional en el tiempo⁶, que se considera un indicador de la depuración de las aguas superficiales de contaminantes biológicos. A partir de las dos variables mencionadas, egresos hospitalarios y cobertura de PTAS, es posible establecer una correlación entre ellas como muestra la Figura 1-1.

⁵ Patricia Matus es Médico cirujano, Universidad de Chile, Epidemióloga Especialista en Salud Pública, Doctor en Salud Pública.

⁶ <http://www.siss.cl/>

Figura 1-1. Egresos hospitalarios y población abastecida por PTAS en el tiempo. Nacional y Región Metropolitana



Fuente: Elaboración propia en base a datos DEIS y SISS

Como se aprecian en las figuras anteriores, un mayor número de personas abastecidas en el tratamiento de aguas servidas coincide con menores egresos hospitalarios de las enfermedades seleccionadas y de manera más evidente a partir del 2005 año en que se encuentra en total vigencia el D.S. 90. Se destaca el caso particular de la región metropolitana la existencia de un quiebre en la tendencia para el año 2004, donde existe un aumento de los egresos hospitalarios junto con una baja en la población abastecida.

Si bien para asegurar causalidad entre las dos variables se requiere analizar mayor volumen de información (por ejemplo, la exposición efectiva de la población), la correlación realizada puede fundamentarse mediante 2 argumentos:



- Existe asociación entre las variables mencionadas: se demuestra cuantitativamente una relación inversa entre egresos hospitalarios y población abastecida por PTAS avalando la hipótesis inicial.
- Existe plausibilidad biológica: se ha demostrado científicamente que el consumo de agua contaminada por agentes biológicos provoca problemas a la salud humana como las seleccionadas en el análisis.

La disminución de los casos de enfermedad posee beneficios sociales debido a la disminución en (i) costos de tratamiento médico (CTM), (ii) productividad perdida (PP) y (iii) pérdida de bienestar. En este análisis se está realizando el supuesto que la disminución de egresos hospitalarios para las enfermedades seleccionadas es atribuible exclusivamente al D.S.90/00.

Para realizar la valorización fue necesario consolidar la información en los siguientes ítems:

- **Tratamiento por enfermedad**: este ítem considera los remedios requeridos para tratar la enfermedad, dosis, tratamientos y días de licencia médica. La información fue recopilada a partir de una encuesta realizada al Dr. Jaime Labarca, infectólogo del Hospital Clínico de la Universidad Católica de Chile (ver anexos)
- **Costos unitarios**: se utilizó la información de FONASA 2009 para determinar los costos unitarios por enfermedad, día cama y tratamientos. El valor unitario de un día de productividad perdida se asume de 1.5 UF/día (DICTUC 2009).
- **Hospitalizaciones y mortalidad**: como se mencionó anteriormente, estos datos fueron recopilados a partir de la base de datos del DEIS para cada una de las enfermedades consideradas.

Tabla 1-4 Costos unitario por enfermedad (USD/caso)

Enfermedad	CT	PP	Total
Shigelosis	500	107	606
Tifus abdominal (fiebre tifoidea)	841	230	1,071

Fuente: Elaboración propia

Con las consideraciones señaladas, se obtiene un costo unitario aproximado de **600 y 1000 USD por caso** de enfermedad para *shigelosis*⁷ y *fiebre tifoidea* respectivamente.

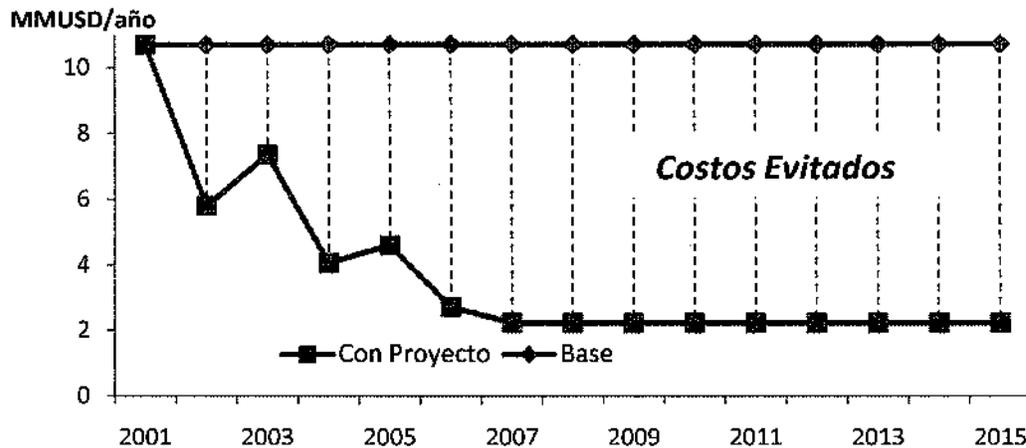
Debido a que los datos reportados por el Ministerio de Salud son sólo desde el 2001, se considera este año como el año base, asumiendo que los costos de las enfermedades analizadas se mantienen constantes en el tiempo. Posteriormente se calcula la disminución de enfermedades y de costos con respecto al este año base, obteniéndose un diferencial de costos representado por el área entre las curvas de la Figura 1-2. A partir del año 2007, último año registrado en la Base de Datos de Egresos del DEIS, los costos se asumen constantes en el tiempo.

⁷ A partir de las observaciones realizadas por el Dr. Jaime Labarca, no existe diferencias en el tratamiento de las diferentes *shigelosis*, razón por la cual se agregan para el análisis los costos.

Con el fin de estimar los beneficios totales para la sociedad, se asume que la razón entre la disposición a pagar (*willingness to pay*, WTP) por no padecer la enfermedad y el costo de estimado de enfermedad (*cost of illness*, COI) corresponde a un valor de $WTP/COI=6$ (De La Maza, Rizzi et al. 2009)

Bajo estos supuestos es posible calcular el Valor Presente Neto del análisis realizado para las PTAS asociada a disminución de costos de enfermedad, los cuales alcanzan un valor de 100 MMUSD⁸.

Figura 1-2. Proyección de costos anuales caso base y caso PTAS (MMUSD/año)



Fuente: Elaboración propia

Los beneficios estimados con esta actividad sólo corresponden a los asociados por disminución de las enfermedades seleccionadas, sin considerar otros beneficios, tal vez muy significativos, asociados a la reducción de otros parámetros de gran impacto tanto a la salud de las personas como de los ecosistemas.

1.4 Proceso de revisión

Se han expuesto antecedentes en relación al objetivo de la norma de emisión D.S.90/00 y los efectos que sobre el medio ambiente podrían atribuirse a la implementación de ésta desde su entrada en vigencia en el año 2001. Actualmente, y como está estipulado en el reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y emisión, el D.S.90/00 se encuentra en proceso de revisión. Dicho proceso se inició mediante Resolución N°3.404 en diciembre de 2006, publicándose el anteproyecto de revisión en el diario oficial en marzo de 2010.

En el siguiente acápite, se presentará las principales modificaciones formuladas en el anteproyecto de revisión de norma propuesto.

⁸ Tasa de descuento del 6% (MIDEPLAN) y 500 CLP/USD



2. Modificaciones relevantes del Anteproyecto de revisión de norma

La revisión de la normativa D.S.90/00 conlleva numerosas modificaciones que intentan subsanar problemas o falencias que se evidenciaron con su aplicación a las fuentes reguladas, o bien, con la recopilación de nuevos antecedentes que permitieron profundizar en algunos temas en específico.

Este capítulo trata sobre los cambios relevantes para la elaboración del presente AGIES. En la sección 11.6 de anexos se listan las demás modificaciones a la norma no incluidas en el AGIES y se explica la razón de su no inclusión. En general se debe a que sus impactos en costos y beneficios se estiman nulos o despreciables, o porque quedan fuera del alcance de un análisis general.

A continuación se listan las modificaciones consideradas como relevantes para el presente análisis general. En el capítulo 7 de Análisis de Costos se detalla cómo se abordó en términos de metodología y supuestos cada una de las modificaciones.

Si no se explicita de otra forma, se asume que todas los emisores, nuevos y existentes, deben cumplir con las modificaciones a partir del año 2011.

2.1 Modificación límites máximos – Varios (MLM Varios)

Límites menos estrictos para Cu en Tabla 1 (Aguas fluviales, sin capacidad de dilución) y límites más estrictos para Cd, Cr6⁺, Mn, Hg, Ni, Pb y Zn en Tabla 3 (Aguas lacustres naturales y cuerpo fluvial afluente de cuerpo de agua lacustre)

2.2 Modificación límites máximos – NKT y P (NKT y P)

Límites menos estrictos para NKT y P en Tabla 1 (Aguas fluviales, sin capacidad de dilución) y para NKT en Tabla 2 (Aguas fluviales, con capacidad de dilución).

2.3 Inclusión de nuevos parámetros en la norma (THMs y CLR)

Se propone normar las emisiones de Trihalometanos y Cloro Libre Residual para todo tipo de cuerpo de agua.

2.4 Se incorpora tabla asociada a estuarios (Estuarios)

Para el caso de descargas en las zonas de estuario, se deberá solicitar a la Dirección General de Aguas, la determinación del caudal de dilución en dicha zona, las cuales deberán considerar los parámetros y límites máximos establecidos en la tabla 6.

Se propone que esta modificación comience a aplicarse a las fuentes emisoras existentes 3 años después de la entrada en vigencia de la revisión de norma.

2.5 Modifica y ajusta definiciones de la norma: Fuente Emisora – Artefactos Navales (Artefactos Navales)

Deberán someterse a calificación de Fuente Emisora los artefactos navales, inscritos o no en los registros de la autoridad marítima, que permanecen fijos y descarguen residuos líquidos al mar, por procesos industriales o lavado de sistemas de cultivo de recursos hidrobiológicos, cuya metodología de caracterización será determinada por la autoridad marítima.

2.6 Modifica y ajusta definiciones de la norma: Fuente Emisora – Caudal (Q<5 y Otros)

No se considerará fuente emisora a aquellas descargas inferiores a un volumen de 5 m³/d que excedan los valores de la Tabla “Valor Característico” para los contaminantes temperatura, sólidos sedimentables, poder espumógeno y coliformes fecales.

2.7 Modifica y ajusta definiciones de la norma: ZPL (ZPL)

Se modifica la fórmula para estimar la longitud de la ZPL. Adicionalmente para los sectores de canales y fiordos al sur de Punta Puga la ZPL corresponderá a las aguas marinas y fondo del cuerpo de dichas aguas ubicadas al interior de la línea de base recta de la República establecida en la carta S.H.O.A. N° 5 de 1977 denominada “Líneas de Base rectas entre los paralelos 41° sur y 56° sur”^{9,10}. Se propone que esta modificación aplique para las fuentes emisoras existentes 2 años después de la entrada en vigencia de la revisión de norma.

2.8 Descargas en cuerpos fluvial afluyente de cuerpos de agua lacustre (Afluentes Lagos)

Aquellas fuentes que descargan en afluentes de cuerpo de agua lacustre deben cumplir con tabla asociada a cuerpos de agua lacustres (Tabla 3). Se propone que esta modificación comience a aplicarse a las fuentes emisoras existentes 3 años después de la entrada en vigencia de la revisión de norma.

⁹ Sin perjuicio de lo anterior, se unirán los puntos N°31 (Islotes Evangelistas) y N°54 (Cabo Tamar), identificados en la misma carta SHOA N° 5, de 1977, considerando la totalidad del Estrecho de Magallanes como ZPL.

¹⁰ En definitiva, se asume que todas las fuentes emisoras que descargan al sur de Punta Puga deben cumplir con la Tabla 4.



2.9 Modifica procedimientos de medición y control (Monitoreo)

Se hace la diferencia entre las Fuentes Emisoras (FE) que requieren tratamiento para cumplimiento de la norma (frecuencia mensual) y las FE que no requieren tratamiento para cumplir con la norma (frecuencia anual), según las siguientes tablas:

Tabla 2-1 Frecuencias de monitoreos para descargas de FE que requieren sistema de tratamiento.

Volumen de descarga (m ³ /mes)	Nº mínimo de días de muestras / mes
<100.000	1
100.000 a 1.000.000	2
>1.000.000	4

Fuente: Anteproyecto revisión norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

Tabla 2-2 Frecuencia de monitoreo para FE que cumplan los límites de la norma sin requerir un sistema de tratamiento.

Volumen de descarga (m ³ /mes)	Nº mínimo de días de muestras /año
<100.000	1
100.000 a 1.000.000	2
>1.000.000	3

Fuente: Anteproyecto revisión norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

El AGIES destaca tres de las modificaciones del anteproyecto de norma, las cuales se consideran de mayor relevancia y sobre las que se levanta la identificación de efectos ambientales que sustentan los objetivos de prevención establecidos en la línea argumental de la normativa propuesta.

- Descargas en cuerpo fluvial afluentes de cuerpo de agua lacustre (Afluentes Lagos)
- Modificación a la Zona de Protección Litoral (ZPL)
- Incorporación de tabla asociada a estuarios (Estuarios)

El capítulo 3 presenta los argumentos ambientales y económicos que soportan éstas tres modificaciones propuestas.

3. Objetivos de las modificaciones

3.1 Modificación sobre Afluentes Lagos

Corresponde al cambio de Tabla 1 ó 2, según sea el caso, a la Tabla 3 (significativamente más estricta en algunos parámetros) para las empresas que descargan residuos líquidos en cursos de agua que vierten a un cuerpo de agua lacustre natural. La modificación se sustenta en corregir una interpretación distinta al espíritu original de la Norma, donde se definen como: **el tramo de cuerpo fluvial entre el cuerpo lacustre y la última confluencia con otro cuerpo fluvial antes del cuerpo lacustre**. El espíritu normativo es prevenir la aceleración de procesos de eutrofización sobre cuerpos lacustres, ocasionados por el ingreso de nutrientes a través de descargas puntuales.

Los principales efectos de la eutrofización se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3-1. Efectos de la eutrofización en los cuerpos de agua

Efectos de eutrofización	Beneficios de reducir eutrofización
Incremento de problemas de olor y sabor en abastecimiento de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de costos de tratamiento - Consumidores satisfechos - Disminución de la necesidad de fuentes alternativas
Reducción de la calidad estética del cuerpo de agua	<ul style="list-style-type: none"> - Residentes más felices - Incremento del desarrollo económico aledaño - Aumento de actividades recreativas - Mayor biodiversidad
Aumento de probabilidad de toxinas presentes en el agua	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la pesca comercial y recreacional - Mayor biodiversidad - Incremento en actividades ligadas al contacto con el agua
Pérdida de la profundidad del agua, área del cuerpo de agua y capacidad de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la necesidad de fuentes alternativas - Mantenimiento del valor comercial de propiedades aledañas - Mantenimiento de la factibilidad de pesca - Mantenimiento de la viabilidad de actividades recreativas

Fuente: (Lewandowski 2000)

Los lagos son cuerpos de aguas notoriamente más susceptibles a ser deteriorados ambientalmente, por lo que no basta tan solo con limitar las descargas directas, sino que es necesario controlar el aporte de nutrientes de los afluentes que lo componen (cuenca de drenaje) (Rast and Lee 1978).

Chile posee una gran diversidad de lagos tanto en número como en superficie, los cuales están concentrados principalmente en la zona sur del país. Estas características quedan reflejadas en la Tabla 3-2. Dicho de otro modo, es un bien de gran relevancia para el país por lo que es coherente que las normativas les presten una atención especial.



Tabla 3-2. Descripción de cuerpos de aguas lacustres de Chile en cantidad y percentiles de superficie

Indicador	Lagos principales	Lagos menores
Cuenta	33	105
Superficie (km ²)		
p50	58	8
p5	10	3
p95	944	20

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un análisis particular para los lagos nacionales, revisando su configuración y características de calidad donde existe monitoreo de calidad, con el objetivo de realizar un status de su estado trófico y cómo la implementación de esta medida impacta en las emisiones. Se utilizó para ello el *Throphic State Index* (TSI) de Carlson¹¹, una escala de 0 a 100 que señala el estado trófico según diferentes parámetros¹².

$$TSI(Chl_a) = 9.81 \cdot \ln(Chl_a) + 30.6 \quad \text{Ecuación 3-1}$$

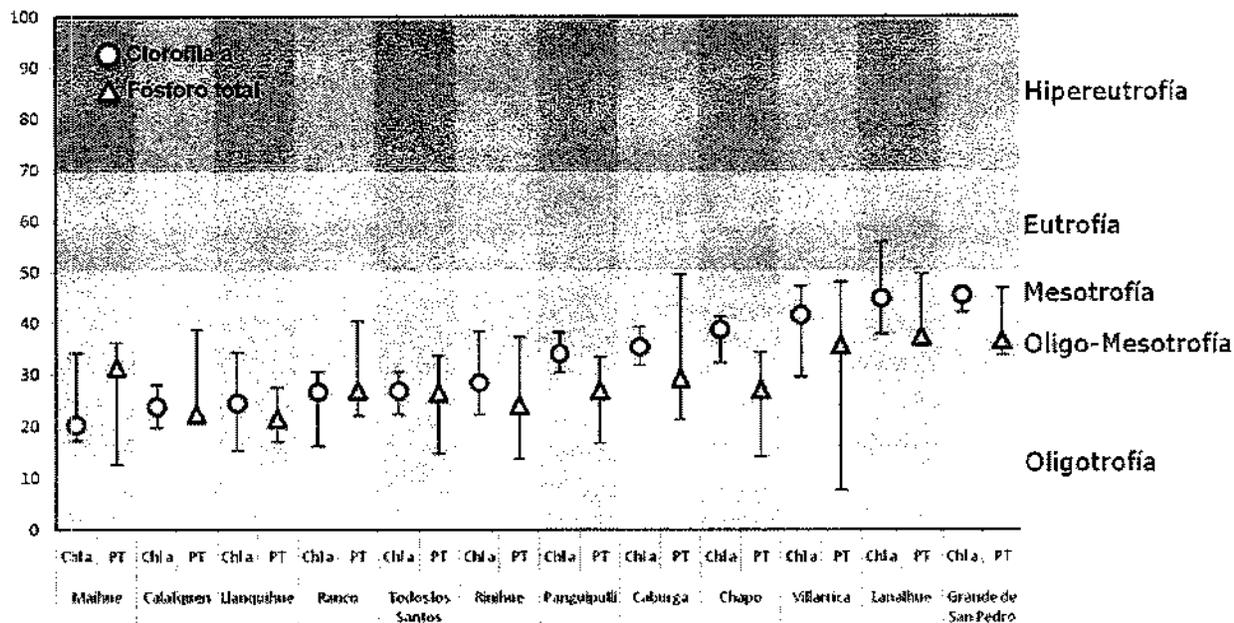
$$TSI(PT) = 10 \cdot \left[6 - \frac{\ln\left(\frac{48}{PT}\right)}{\ln 2} \right] \quad \text{Ecuación 3-2}$$

La Figura 3-1 representa el $TSI(Chl_a)$ y $TSI(PT)$ y sus percentiles 10, 50 y 90 para representar la variabilidad estacional que este parámetro posee para el año 2006. Si bien no se tienen los indicadores de los otros parámetros relevantes (transparencia), ambos parámetros son semejantes en sus clasificaciones de estados de trofia. De este análisis se puede inferir que el estado promedio de los lagos y lagunas de Chile monitoreados corresponde a oligo-mesotrofia, por lo que se considera que el carácter preventivo del D.S.90/00 contribuirá a evitar el cambio a niveles de eutrofia de los lagos nacionales.

¹¹ Según algunos estudios nacionales, el TSI de Carlson no se correlaciona de igual manera para los lagos de Chile, dado que fue construido en bases a información del hemisferio norte. Sin embargo se decide utilizarlo al no contar con otro indicador que permita realizar un análisis comparativo a nivel nacional, además que aún es utilizado en estudios nacionales (CEA, 2011)

¹² El indicador de estado trófico de lagos se realizó únicamente para Clorofila a (Chl_a) y fósforo total (PT). Se descarta el TSI de transparencia al no contar con los datos para los lagos analizados.

Figura 3-1. Indicador de trofia para clorofila a según TSI de Carlson, año 2008



Fuente: Elaboración propia

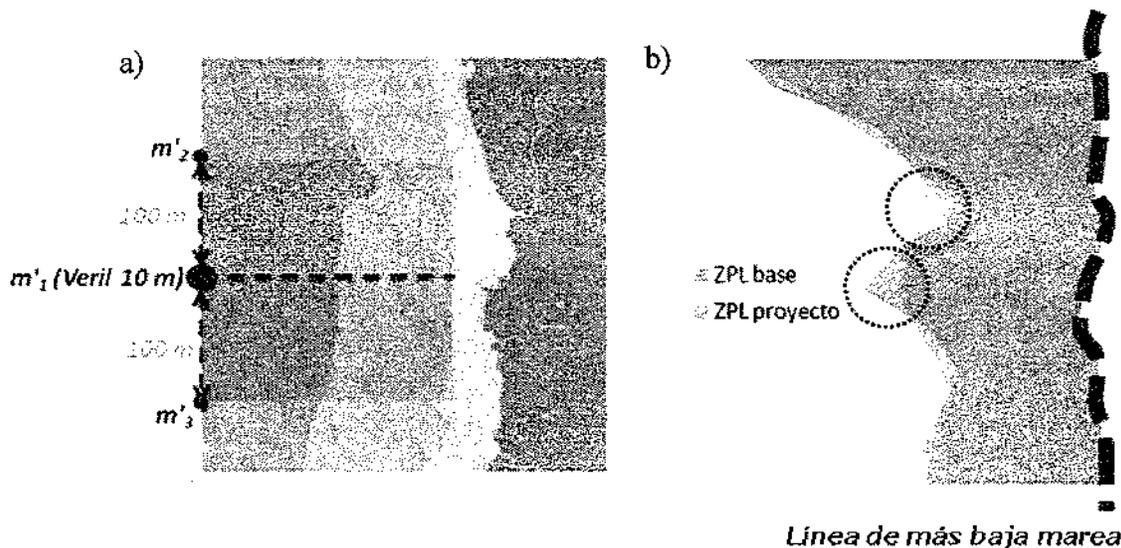
3.2 Modificación a la Zona de Protección Litoral (ZPL)

La Zona de Protección Litoral es un ámbito territorial de aplicación del D.S.90 que corresponde a la franja de playa, agua y fondo de mar adyacente a la costa continental o insular, delimitada por una línea superficial imaginaria, medida desde la línea de baja marea de sicigia, que se orienta paralela a ésta y que se proyecta hasta el fondo del cuerpo de agua, fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

El cambio propuesto a la definición de ZPL para el D.S.90, comprende dos modificaciones:

- En el tramo ubicado desde el límite norte del territorio nacional hasta Punta Puga, la delimitación de un área medida desde la línea de más baja marea hasta el veril de los 10 metros, ubicados el primero sobre el eje del emisario existente o proyectado, y los otros a cada lado del primero a una distancia de 100 metros (Figura 3-2). El cambio en la fórmula implica una suavización de la línea de ZPL ante cambios bruscos en la pendiente.
- En el área de Punta Puga al sur, la ZPL corresponderá a las aguas marinas y fondo del cuerpo de dichas aguas ubicadas al interior de la línea de base recta de la República establecida en la carta S.H.O.A. N° 5 de 1977 denominada "Líneas de Base rectas entre los paralelos 41° sur y 56° sur". Sin perjuicio de lo anterior, se unirán los puntos N°31 (Isloles Evangelistas) y N°54 (Cabo Tamar), identificados en la misma carta SHOA N° 5, de 1977, considerando la totalidad del Estrecho de Magallanes como Zona de Protección Litoral.

Figura 3-2. Cambios en la ZPL al norte de Punta Puga. (a) Cambio en la medición de la fórmula al considerar 3 puntos de pendiente. (b) ZPL esquemática sin y con modificación a la fórmula.



Fuente: Elaboración propia

La nueva propuesta para la ZPL, posiblemente no genera cambios importantes de tabla para las empresas actualmente reguladas por el D.S.90 al norte del territorio nacional¹³. La aplicación de la modificación al sur de Punta Puga, considerará un mayor efecto dado que corrige errores de aplicación y asume mayor protección en cuanto extensión de la ZPL ajustado al cumplimiento de límites más estrictos.

Las actividades que se sustentan en el territorio que se incorpora en la modificación del D.S.90, van desde actividades extractivas y/o de sustento (pesca artesanal, acuicultura, caletas), hasta áreas de protección para la conservación de la biodiversidad. A continuación se identifican las principales:

i. Áreas de Interés para la Conservación de la Biodiversidad Marina

En función del cambio producido por la nueva ZPL existiría protección de áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad marina. Dentro de las principales áreas marinas de interés, se cuenta con Reservas Marinas, Áreas marinas costeras protegidas y Parque marinos. La siguiente tabla presenta el detalle de cada una de éstas, destacando en **negrita** aquellas que se encuentran al sur de Punta Puga.

¹³ Se considera como supuesto al no contar con la información al respecto para cada una de las empresas de Punta Puga al norte.

Tabla 3-3. Áreas de interés para la conservación de la biodiversidad marina en el territorio nacional

Tipo	Nombre	Región	Superficie (ha)
Áreas Marinas Costeras Protegidas	Área Marina Francisco Coloane	XII	65,350
	Coral Nui Nui	V	15
	Fiordo Comau-San Ignacio de Huinay	X	415
	Hanga Oteo	V	348
	Isla Grande Atacama	III	3,445
	Lafken Mapu Lahual	X	4,330
	Las Cruces	V	18
	Motu Tautara	V	11
Reservas Marinas	Apolillado - Playa los Choros (Isla Choros - Isla Damas)	IV	3782
	Bahía Moreno - La Rinconada	II	340
	Isla Chañaral - Apolillado (Chañaral)	III	2,639
	Pullinque	X	244
	Putemún	X	753
Parque Marino	Parque Marino Francisco Coloane	XII	1,563

Fuente: Elaboración propia

ii. Zonas Aptas para explotación de Recursos: Caletas, Acuicultura y Fauna Íctica

Las actividades extractivas en las costas del país se ven reflejadas en la cantidad de comunidades dependientes de la pesca artesanal, organizadas en caletas de pescadores, las actividades acuícolas, la industria pesquera y las actividades extractivas de manejo sustentable.

Actualmente se estiman 244 caletas de pescadores artesanales a lo largo del país, de las cuales un porcentaje importante (27%) se encuentra al sur de Punta Puga, zona con una mayor superficie de protección en cuanto a descarga de RILes, otorgada por la nueva modificación. Adicionalmente, se cuentan con cerca de 100.000 ha. dedicadas al manejo y explotación de recursos bentónicos, comprendidas en aproximadamente 644 AMERB, distribuidas de la siguiente manera:



Tabla 3-4. Áreas de manejo de explotación de recursos bentónicos existentes en Chile.

REGIÓN	Nº AMERB	Superficie (ha)
I	18	2883
II	26	3147
III	35	3847
IV	73	12006
V	37	4552
VI	17	891
VII	19	2771
VIII	72	26039
IX	2	108
X	236	24890
XI	63	15560
XII	4	703
XIV	39	3155
XV	3	3007
Total	644	103559

Fuente: Elaboración propia en base a SUBPESCA, 2010.

3.3 Incorporación de Estuarios

Los estuarios se encuentran entre las aguas naturales más fértiles del mundo, en las que la micro y macro flora mantienen un alto nivel de producción. Esta alta productividad sustenta una red alimenticia que permite el rápido crecimiento de peces juveniles que usan los estuarios como criaderos. Las altas tasas de sedimentación de estos sistemas ponen en riesgo las funciones antes descritas.

Estudios científicos realizados en Chile, demuestran que estos cuerpos de agua tienen una función importante en la presencia, reproducción y desarrollo de especies de valor económico que viven en la masa de agua (peces como *Eleginops maclovinus*, robalo) o en el fondo (*Mytilus chilensis*, chorito y *Choromytilus chorus*, choro zapato, *Odontesthes brevianalis* (Günther 1880), cuyo nombre común es Pejerrey de cola corta; *Cephalorhynchus eutropia* (Gray 1846), cuyo nombre común es Delfín Chileno (Tonina), la lisa entre otros.). Se define el concepto de estuario, dado que se incorporan como un ecosistema representativo en la norma a través de la Tabla N°6.

Estudios recientes (CONAMA-CENMA 2010), concluyen que los estuarios estudiados en Chile, se encuentran con niveles de eutrofia importantes, donde las descargas de residuos líquidos son la principal amenaza, dada su cercanía a zonas pobladas del litoral.

La importancia de éstos cuerpos de agua se atribuye a la multifuncionalidad de servicios ambientales que prestan. Los principales servicios identificados para los estuarios son los relacionados con el soporte, la regulación, la provisión y la cultura.

3. Objetivos de las modificaciones

- **Servicios de soporte proporcionados por los estuarios**

Están referidos a los servicios de apoyo a estructuras y funciones de ecosistemas que son esenciales para la entrega de otros servicios. Dentro de este tipo de servicios podemos encontrar:

Tabla 3-5. Servicios de soporte proporcionados por estuarios

Servicio	Descripción
Ciclo de Nutrientes	Almacenamiento, tratamiento, y adquisición de nutrientes: ✓ Productividad primaria neta.
Formación de Suelos	Captura de sedimentos y acumulación de materia orgánica: ✓ Formación de sustrato humedales y suelos
Regulación Biológica y Biodiversidad	Interacción de especies: ✓ Control de plagas y enfermedades ✓ Reducción de herbivoría ✓ Polinización de plantas de los humedales
Hábitat	Lugar físico donde residen los organismos: ✓ Refugio para las especies migratorias y residentes ✓ Desove y cría de camarones y otros peces
Ciclo Hidrológico	Movimiento y almacenamiento de agua a través de la biósfera: ✓ Recarga de acuíferos ✓ Mantenimiento de los gradientes de salinidad

Fuente: (Pendleton 2008)

- **Servicios de regulación proporcionados por los estuarios**

Servicios particularmente importantes pues identifican el mantenimiento de procesos ecológicos esenciales y sistemas de soporte vital. El siguiente listado reconoce algunos de ellos:

Tabla 3-6. Servicios de regulación proporcionados por estuarios

Servicio	Descripción
Regulación de gases	Regulación de la composición química de la atmósfera y océanos: ✓ Secuestro Biótico de CO ₂ ✓ Absorción vegetativa de compuestos orgánicos volátiles
Regulación Climática	Regulación de balances energéticos globales y locales, ciclos hidrológicos y otros procesos climáticos mediados biológicamente: ✓ Influencia directa de la cubierta vegetal, temperatura, precipitación, viento, humedad, etc.
Regulación de Perturbación	Amortiguación de las fluctuaciones del medio ambiente / perturbaciones: ✓ Protección de tormentas (por ejemplo, por islas de barrera) ✓ Protección contra las inundaciones (por ejemplo, los humedales y bosques)
Retención de suelos	Control de erosión y retención de sedimentos: ✓ Prevención de la pérdida de suelo por el viento, el oleaje, la escorrentía, u otros procesos de absorción de los humedales e islas de barrera
Asimilación de residuos	La eliminación o degradación de los nutrientes y compuestos: ✓ Contaminación por desintoxicación y secuestro ✓ Purificación del agua

Fuente: (Pendleton 2008)



- **Servicios de Provisión proporcionados por los estuarios**

En este tipo de servicios, se identifican aquellos que aseguran la provisión de recursos naturales y materias primas valorados por las personas. A continuación se listan algunos de ellos:

Servicio	Descripción
Oferta de Agua	Filtrado, retención y almacenamiento de agua: <ul style="list-style-type: none"> ✓ El suministro de agua potable y depuración de aguas ✓ Medio de transporte y puertos ✓ Provisión para el uso de riego e industrial
Comida	Plantas comestibles y animales de tierra cultivable: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Caza, pesca, cultivos, pastoreo, y acuicultura.
Materias primas	Construcción y fabricación: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Madera, piel, fibras vegetales, aceites, tintes, etc. Combustibles y energía: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Combustible de madera y materia orgánica Forrajes y fertilizantes: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Hojarasca, heno, excrementos, etc.
Recursos genéticos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Variedad de reservas genéticas de especies de peces
Recursos y Plantas Medicinales	Sustancias Biológicas y químicas para su uso en tratamientos de humanos y agrícolas: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Medicamentos y productos químicos de control de plagas procedentes de especies que dependen de los estuarios
Recursos Ornamentales	Recursos para la moda, artesanía, joyas, mascotas, la decoración de culto, y recuerdos: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conchas utilizadas como joyas ✓ Hierbas secas

Fuente: (Pendleton 2008)

- **Servicios Culturales proporcionados por los Estuarios**

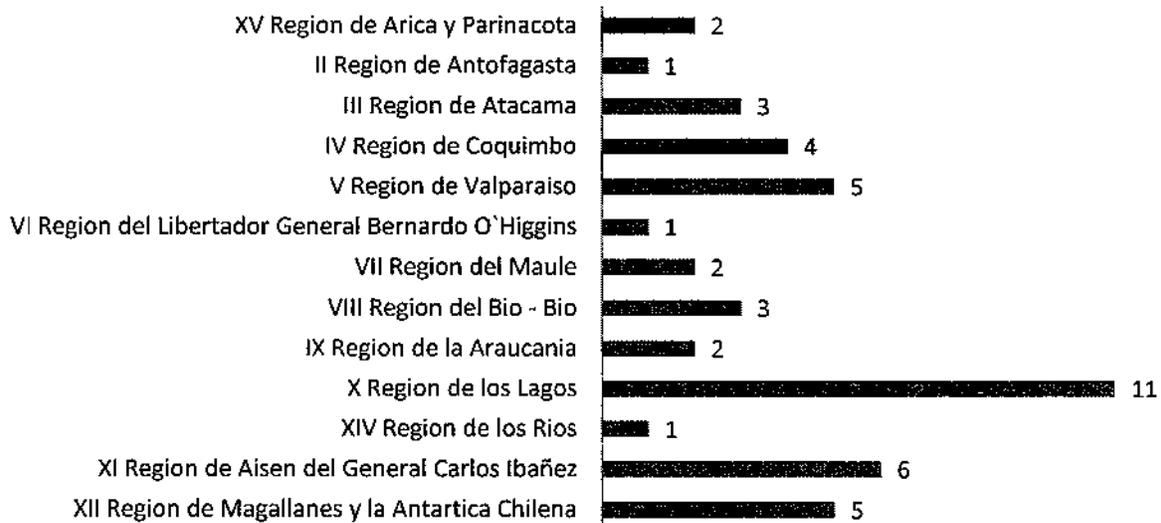
Estos servicios están relacionados con la mejora en el bienestar emocional, psicológico y cognitivo. Algunos de los más importantes se postulan a continuación:

Servicio	Descripción
Recreativos	Oportunidades para el descanso y el esparcimiento: <ul style="list-style-type: none"> ✓ El ecoturismo, observación de aves, deportes al aire libre, beachgoing, pesca, etc.
Estéticos	Disfrute del paisaje y sus elementos: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Playas costeras y humedales, el valor añadido a la vivienda costera ✓ Agua potable
Científicos y Educativos	Desarrollo de conocimiento: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Un "laboratorio de campo natural" para la comprensión de los procesos costeros biológicos y físicos.
Espirituales e Históricas	Información espiritual o histórica: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Características naturales con los valores religiosos o históricos ✓ El uso de los estuarios como inspiración en libros, cine, pintura, folclore, símbolos nacionales, arquitectura, publicidad, etc.

Fuente: (Pendleton 2008)

En Chile, se identifican actualmente 46 estuarios, la mayoría localizados en la X región de los Lagos y distribuidos de la siguiente manera¹⁴:

Figura 3-3. Distribución de Estuarios a Nivel Nacional



Fuente: Elaboración propia en base a cartografía MMA.

¹⁴ Estudio del Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables (Universidad de Chile), elaborado para la Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2010.



4. Cuánto vale lo que se está protegiendo

Existen variadas metodologías para valorar los servicios ambientales, las cuales dependen del cuerpo de agua y del servicio evaluado. A continuación se presentan los antecedentes recabados separados en lagos, ZPL y estuarios, las tres modificaciones propuestas de mayor impacto en el anteproyecto del D.S.90.

4.1 Modificación sobre Afluentes Lagos

Una forma de aproximarnos a los beneficios de una norma que tiene un objetivo preventivo, es considerar el caso extremo en el que el servicio ecosistémico se pierde completamente por actividades antrópicas, o se degrada de tal forma que recuperarlo es una tarea que requiere altas inversiones tanto tiempo como recursos humanos y económicos.

La Tabla 4-1 detalla el costo total del programa, años de duración y características físicas para los dos casos que se tienen antecedentes de programas de recuperación de lagos eutrofizado: Lago Constanza en Alemania y el Biwa en Japón. Con estos datos es posible estimar un orden de magnitud del costo de tratar un volumen unitario de agua contaminada (USD/km³).

Tabla 4-1 Costos reales para recuperación de lagos

Ítem	Constanza (Alemania, 2007)	Biwa (Japón, 2007)
Costo Programa de recuperación (MMUSD)	3.000	16.316
Años de duración del programa	20	20
Costo anual equivalente corregido por ingreso (MMUSD/año)	48	316
Volumen (km ³)	49	27
Superficie (km ²)	27	158
Costo por volumen tratado anual (MMUSD/km³-año)	1	12

Fuente: CONAMA 2009, basado en Planning and Management of Lakes and Reservoirs: An Integrated Approach to Eutrophication¹⁵

Si bien los valores dependen de muchos factores (fuentes emisoras, nivel de contaminación, complejidad del cuerpo de agua, entre otros), la idea del ejercicio es reflejar los altos costos que implica la remediación de un cuerpo de agua, que según estos datos, los costos anuales unitarios por volumen tratado van desde los 1 a los 12 MMUSD. Si tomamos como ejemplo el caso del lago Villarrica, de aproximadamente 21 km³ de volumen, los costos de recuperarlo estarían entre los 21 y 240 MMUSD/año.

¹⁵ <http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-11/index.asp>

Los costos de recuperación no son las únicas pérdidas que se incurrirían (o costos evitados) en el caso de la eutrofización de un lago, debido a que estos cuerpos de agua son un polo importante de desarrollo turístico.

Por ejemplo, el tomando el caso del lago Villarrica, el sector turismo genera ingresos importantes en actividades tales como turismo de playas, deportes náuticos, pesca recreativa, descanso, entre otras. La Tabla 4-2 señala que el turismo genera ingresos de 37 MMUSD para el año 2007 de turistas nacionales como de extranjeros.

Tabla 4-2. Gasto total turistas 2007 en zona lacustre

Tipo Turista	MMS2007	MMUSD2010
Nacionales	16.367	33
Extranjeros	2.262	5
Total	18.629	37

Fuente: "Indicadores de sostenibilidad en ZOIT Villarrica – Pucón" (SERNATUR 2007)

La contaminación de los lagos en general impactaría en la práctica algunas de las actividades mencionadas pues la gran mayoría de ellas, directa o indirectamente, están relacionadas con la calidad del cuerpo de agua.

4.2 Modificación a la Zona de Protección Litoral (ZPL)

Muy pocos estudios a nivel nacional se han avocado a valorar los bienes y servicios proporcionados por los recursos hídricos, más aún, aquellos relacionados con aguas marinas y estuarinas.

No obstante, el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), solicitó en el 2009 un estudio destinado a valorar las 5 reservas marinas existentes en el país. Dicho estudio fue desarrollado por la Universidad de Concepción y en él se estiman tres tipos de valoraciones: valores comerciales para las reservas, valores denominados "sin mercado" y valores relacionados con la investigación que se desarrolla en ellas como muestra de su valor de biodiversidad ecosistémica. Los valores obtenidos de este estudio se muestran en la Tabla 4-3, donde se dejaron las reservas que se ubican en la zona desde Punta Puga al sur

Tabla 4-3. Valor económico estimado para reservas marinas de Chile ubicadas en la zona sur.

REGIÓN	RESERVA	VALOR COMERCIAL ESTIMADO	SIN MERCADO
X	Pullinque	0.6	26
X	Putemún	0.1	18

Fuente: FIP – UDEC (2009)

El valor comercial presentado en el estudio no se relaciona con la venta de éste tipo de recurso dado que al ser una reserva no tiene carácter extractivo, por lo que dicho valor dice relación con los bancos de semillas de ostión del Norte, ostra chilena y choro zapato,



además de las principales especies hidrobiológicas existentes en cada una de las reservas (loco o lapas). Se realiza una "evaluación de stock" para conocer los niveles disponibles y una proyección del mismo para inferir el comportamiento futuro del stock inicialmente estimado de manera de poder determinar niveles de explotación futura sustentable, asignando valores actuales de mercado de los recursos comerciales.

La estimación del valor sin mercado, las metodologías de valoración seleccionadas fueron la de *Existencia* de reserva genética de la ostra chilena en Pullinque y de choro zapato en Putemún, se aplicó el método de *Valoración Contingente*.

En este sentido, se puede igualmente presentar como antecedente del valor económico de las zonas beneficiadas por la modificación del D.S. 90 respecto de la ZPL, el valor comercial de las especies extraídas dentro de la actividad productiva pesquera nacional, y en particular, la de aquellas zonas dedicadas a la acuicultura, las cuales se ubican generalmente cerca del borde costero, incluyéndose dentro de la nueva ZPL determinada por las modificaciones propuestas. La Tabla 4-4 muestra la producción y el valor por tonelada de producto para el año 2009, de las principales actividades de extracción marina:

Tabla 4-4. Producción actividades de extracción marina según especie, año 2009.

Especie	Valor unitario (\$/Ton)	Producción Nacional (Ton)	Participación Centros Acuicultura	Total Nacional (MMUSD)	Centros Acuicultura (MMUSD)
Peces	1.164.085	3.757.844	13%	8.749	1.105
Crustáceos	771.220	25.290		39	
Moluscos	504.266	300.697	65%	303	197
Otras especies		39.775			
Algas	255.266	456.225	19%	233	45
Total País		4.579.831	17%	9.324	1.347

Fuente: Elaboración propia basada en www.sernapesca.cl

La modificación propuesta para la ZPL desde Punta Puga al Sur, beneficiaría directamente al 96% del total de la producción de los centros de cultivo a nivel nacional.

Por otra parte, se recopilaron antecedentes de las especies extraídas en la zona sur de Chile y fueron valoradas según precio de mercado (Tabla 4-5). El total valorado por los recursos extraídos se aproximan a 100 MMUSD anuales (2009).

Tabla 4-5. Captura de especies relevantes en la zona sur de Chile, año 2009

Especie	Producción (Ton/año)	Valor unitario (\$/Ton)	Valor total (MMUSD)
Anchoveta	38.688	80.000	6,2
Centolla	3.022	sin/inf	-
Corvina	143	1.467.910	0,4
Jurel	1.667	809.388	2,7
Merluza del sur	16.147	1.029.250	33,2
Reineta	4.587	931.806	8,5
Salmon plateado	120.009	sin/inf	-
Salmón austral	52.602	sin/inf	-
Sardina común	139.230	166.667	46,4
Sierra	473	1.167.901	1,1
Trucha arco iris	148.892	sin/inf	-
Total	525.460		98,6

Fuente: Elaboración propia en base al "Anuario Estadístico de Pesca" (SERNAPESCA 2009)

Es necesario recalcar que el deterioro de la calidad de las aguas no implicaría necesariamente la pérdida del recurso, pero de todas maneras afectaría en algún grado la producción pesquera si se llega a niveles altos de contaminación.

4.3 Incorporación de Estuarios

En relación a la valoración de los bienes y servicios proporcionados por este tipo de ecosistemas, no es posible encontrar estudios específicos realizados a nivel nacional. No obstante, si consideramos las principales especies comerciales que se sustentan en los estuarios, tenemos una primera aproximación al valor económico del servicio ambiental de provisión proporcionado por este ecosistema. A continuación se presenta un listado de algunos de las principales especies extraídas de los estuarios:

Tabla 4-6. Principales especies comerciales en estuarios

Especie	Producción (Ton/año)	Valorización (MMUSD)
Pejerrey de mar	1.429	2,3
Lisa	73	0,2
Robalo	205	0,3
Chorito	176.021	93,6
Total	177.728	96

Fuente: Elaboración propia en base a (SERNAPESCA 2009) e información proporcionada por profesionales del Departamento de Asuntos Hídricos, Ministerio de Medio Ambiente



Análogo al caso de lagos, a nivel internacional existen casos de inversiones de remediación de estuarios, donde los altos niveles de contaminación debido a causas antrópicas generan impactos importantes en términos ecosistémicos y de servicios ambientales en general.

La Bahía de Chesapeake, por ejemplo, es el estuario más grande de Estados Unidos (64.000 km²) y uno de los más productivos biológicamente en el mundo. Actualmente está contaminada, producto principalmente de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, así como una fuerte concentración de sedimentos. La recuperación de la Bahía de Chesapeake tendría un costo estimado de US\$490 millones, según estudios recientes, presupuesto que el gobierno de los Estados Unidos se encuentra próximo a aprobar (Chesapeake 2010).

Igualmente, se estimaron disponibilidades a pagar para la Bahía de Chesapeake cercanas a los \$12.15 MMUSD por una reducción de coliformes fecales a los valores recomendados por la EPA, utilizando la metodología de precios hedónicos (Leggest and Bockstael, 2000)

De otro lado, eventos catastróficos que han llevado al cierre de actividades económicas sustentadas en estuarios han sido valorados en rangos entre 15 y 48 millones de libras (23 y 75 MMUSD). (Caso Exxon Valdez, Lipton and Strand)

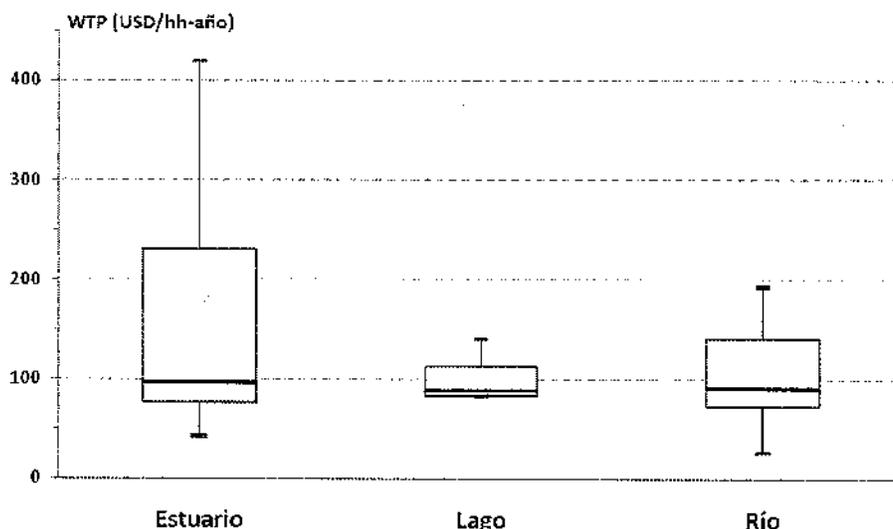
Sin embargo, la gran cantidad de estudios que se han generado en relación a la valoración de estuarios, han considerado evaluaciones específicas por servicio o recurso (ej: incremento en productividad dado incremento en superficie, variaciones en producción y comercialización de una especie de pez, etc.). Un compilado de algunos estudios de valoración realizados para estuarios se presenta en el Anexo 1.4.4.

5. Valoración por parte de los hogares

Existe en la literatura un gran número de estudios que estiman la valorización de mejoras en la calidad de las aguas superficiales a través de diversas metodologías tales como la valoración contingente, costos de recuperación de cuerpos de agua, entre otros.

A falta de estudios de valorización de cuerpos de agua nacionales, se realizó una revisión bibliográfica con el fin de obtener antecedentes que permitan aproximarnos al orden de magnitud que los hogares han valorado los cuerpos de aguas o bien, disposición a pagar (WTP, por sus siglas en inglés¹⁶). Para ello se utilizarán los estudios de (Van Houtven, Powers et al. 2007) y (Johnston, Besedin et al. 2005), quienes realizan un meta-análisis de valoración contingente relacionados con servicios ambientales, mejoras en la calidad de cuerpos de agua y conservación de especies acuáticas, todos ellos realizados en EEUU¹⁷.

Figura 5-1 Disposición a pagar (WTP) por mejoras en la calidad del agua de diferentes cuerpos en EEUU, transferidas según Paridad de Poder Adquisitivo (USD2010/hogar-año)¹⁸



Fuente: Elaboración propia a partir de (Van Houtven, Powers et al. 2007) y (Johnston, Besedin et al. 2005)

La Figura 5-1 muestra la WTP de los diferentes estudios recopilados de EEUU, donde cada segmento del *boxplot*¹⁹ representa el percentil 1, 25, 75 y 99 de los datos recopilados. Aún cuando los estudios fueron realizados en el mismo país, se destaca la variabilidad de estos valores, así como la influencia del uso que se esté consultando (Tabla 5-1).

¹⁶ *Willingness to pay*

¹⁷ Si bien existen muchos otros estudios que se podrían agregar a la lista, se estimó conveniente limitarlos a un solo país (EEUU) para no incorporar otra variable que son las diferencias culturales entre las sociedades que claramente influyen en la WTP.

¹⁸ Los valores de la disposición a pagar recopilados en los estudios fueron convertidos a USD 2010 mediante factores de inflación (<http://www.usinflationcalculator.com/>).

¹⁹ El *boxplot* (o diagrama de caja) es la representación gráfica de la mediana, los cuartos, los valores adyacentes y los valores externos moderados o severos



Tabla 5-1 Percentil 50 de estudios WTP realizados en EEUU por tipo de valoración

Tipo valoración	Estuario	Lago	Río
Conservación	176	69*	43
Pesca	346*		
Recreación	52*	69	75
Recuperación Calidad	69		62

* Un solo valor (N = 1)

Fuente: Elaboración propia a partir de (Van Houtven, Powers et al. 2007) y (Johnston, Besedin et al. 2005)

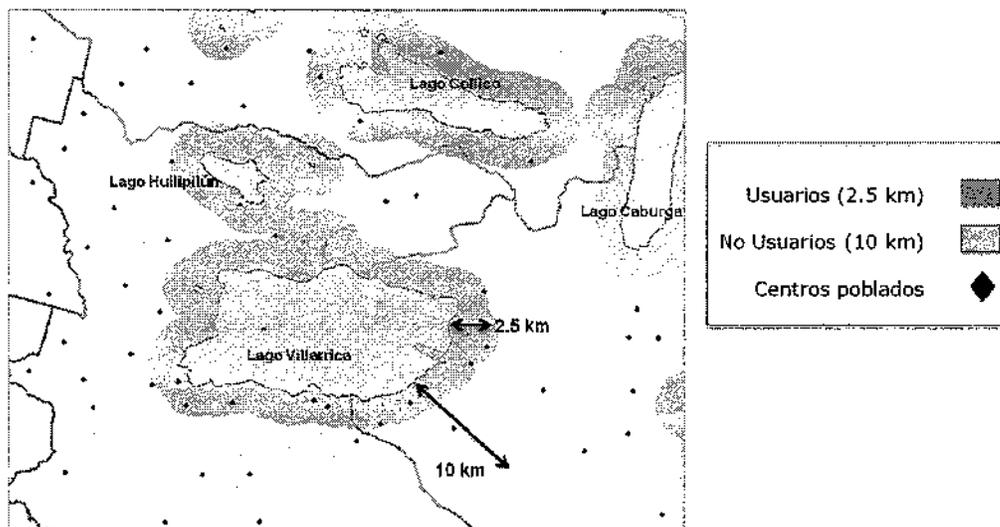
A partir de los datos anteriores, se realizó una estimación de la valorización que se obtendría en Chile por mejorar la calidad del agua en los cuerpos de agua utilizando los siguientes supuestos:

- El percentil 50 de los datos por cuerpo de agua, transferido mediante Paridad de Poder Adquisitivo²⁰, representa la disposición a pagar de los hogares en Chile por mejorar la calidad de los mismos.
- Se diferencia una valorización diferente en los hogares que hacen uso directo del recurso como los que no lo utilizan, asumiendo que los *usuarios* poseen una WTP 3 veces mayor que los *no usuarios* (Van Houtven, Powers et al. 2007). Para estimar el primer grupo, se contabilizaron los hogares ubicados a una distancia de hasta 2.5 km cada cuerpo de agua a través de herramienta GIS y la base de datos del Censo 2002. Para los *No usuarios* en cambio, se considera los hogares entre 2.5 km y 10 km (ver Figura 5-2).

Con los datos obtenidos, se estima la valorización nacional (Figura 5-3) que alcanza un valor total de aproximadamente 40 MMUSD2010/año. Es necesario recalcar que La transferencia de beneficios a partir de estudios realizados en otros lugares puede llevar a errores importantes y deben considerarse sólo como referenciales. Son muchas las variables que inciden directamente en el resultado buscado, tales como las preferencias de los consumidores, ingreso per cápita, relevancia ambiental/económica/cultural del lugar estudiado, metodología utilizada, calidad del equipo de investigación que realiza el estudio, sólo por mencionar algunas. Sin embargo, la magnitud de los montos indica que existe una disposición a pagar por la mejora y/o preservación de sistemas naturales.

²⁰ Paridad de Poder Adquisitivo se asume de 3.2 veces la razón EEUU/Chile correspondiente al año 2009 (Banco Mundial 2009).

Figura 5-2. Esquema de metodología utilizada para la determinación de usuarios y no usuarios de cuerpos de agua. Caso de lagos en la zona del Villarrica



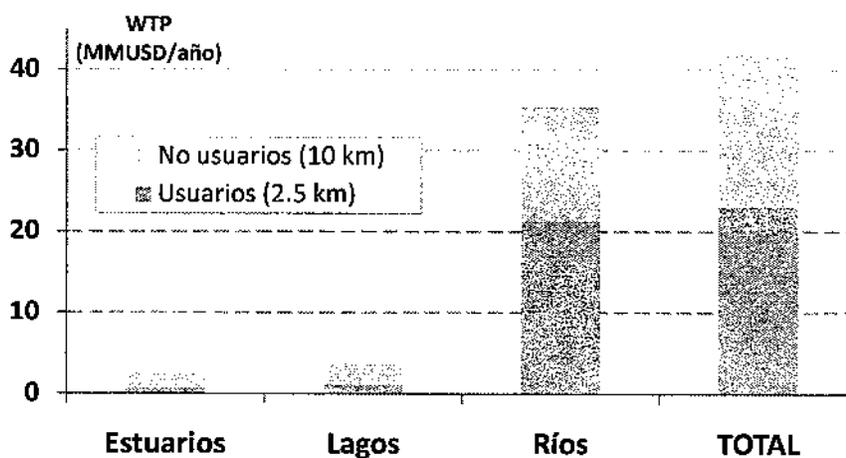
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-2 Número de hogares ubicados en las cercanías de un cuerpo de agua según escenario considerado (hogares) y percentil 50 WTP transferido por PPA (USD2010/hogar-año)

Cuerpo	2.5 km	5 km	10 km	p50 WTP transferido
Estuarios	26.432	102.793	270.765	31
Lagos	70.219	208.569	602.156	26
Ríos	844.738	1.689.476	2.534.214	30

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-3 Valoración por mejora en la calidad del agua a nivel nacional (USD2010/hogar-año)



Fuente: Elaboración propia



6. Limitaciones para la cuantificación y valorización de beneficios

La economía ambiental utiliza diferentes herramientas para aproximarse al “valor económico total” (VET), es decir, la suma de los valores de uso y no-uso derivables de los servicios que ofrece el recurso hídrico. Por ejemplo, se puede estimar el valor de los beneficios de protección que se emplea para un uso específico (agua potable), o estimar el valor de conservar agua para el disfrute de futuras generaciones, incluso si no hay intención real de dicha utilización.

El VET utiliza diferentes enfoques para valorar los servicios que presta el recurso, considerando que los distintos tipos de impacto requieren diferentes métodos de valoración. Los diferentes enfoques que han sido empleados para estimar los beneficios de la protección de los cuerpos de agua a través del valor monetario de los servicios que proporciona, pueden resumirse en tres grupos:

1. Estimación de los Costos de los Daños Evitados dada una reducción de la contaminación.
2. Estimación de beneficios por Disposición a Pagar (DAP) por mejoramiento en la calidad del agua.
3. Estimación de beneficios por Protección de Ecosistemas.

Todo análisis de una medida que desee valorar el efecto en los medios receptores (como es el caso del presente AGIES), debe seguir previamente los pasos de identificación, cuantificación para finalmente valorar el impacto provocado. Sin embargo, los medios acuáticos presentan una alta complejidad para lograr la valoración producto de diversos problemas tanto metodológicos e investigación como de información en general. Únicamente la *identificación* de impactos es donde existe más consenso con respecto al tema²¹, mientras que aún queda mucho por investigar en los pasos de cuantificación y valoración.

Por ello, es de particular relevancia tener en consideración estas dificultades dado que nos permite dimensionar la magnitud del problema de la valoración de beneficios y lo que efectivamente es posible esperar de un AGIES relacionado con el medio. A continuación se listan las principales trabas metodológicas y de información identificadas en el marco de la evaluación del anteproyecto que modifica el D.S.90/00.

• Análisis por Parámetro

Es necesario evaluar posibles cambios en la valoración del servicio ante diferentes niveles de calidad del agua. Esta información, en forma de una función económica de dosis-respuesta, indica los efectos individuales ante cambios marginales de la concentración de cada parámetro. En el contexto del D.S.90, se requeriría una modelación individual para cada cuerpo de agua nivel nacional lo que hace impracticable esta actividad.

²¹ Aún así, existen muchos vacíos de información sobre el real daño que provoca algunos parámetros en el agua, así como los efectos sinérgicos entre ellos.

Son dos los problemas de este punto: por una parte se desconoce el cambio marginal de concentraciones en el agua ante un delta de emisión, y en segundo lugar, existe en la bibliografía información de dosis respuesta únicamente para una pequeña minoría de los parámetros en cuestión y tan solo para algunos efectos.

- **Transferencia de Resultados**

A nivel nacional no se han elaborado estudios de valoración de servicios ambientales de cuerpos de agua que permitan aproximarnos al VET. Existen variados estudios internacionales los cuales permiten dar tan solo una aproximación, puesto que el valor depende significativamente de muchos factores que complejizan o imposibilitan su transferencia.

- **Agregación de Resultados**

El valor económico total puede ser una medida incompleta de los beneficios de la protección en caso de no reconocer los beneficios indirectos del ecosistema, por lo general imposibles de valorizarlos con la información existente (datos y/o metodología). Por este motivo, este indicador tiende a subestimar el verdadero valor del cuerpo de agua.

Es importante hacer notar que las dificultades para la valoración de beneficios imposibilita un ACB estándar. Del mismo modo, los vacíos de información impiden realizar un análisis de beneficios con mayor profundidad. Este estudio concluye que para un mejor análisis se requiere al menos:

- Monitorear parámetros relevantes (Coliformes, DBO, transparencia y parámetros nuevos a normar)
- Establecer protocolos de monitoreo y validación de resultados oficiales para mejorar la confiabilidad de los datos
- Realizar estudios nacionales de valoración de servicios ambientales proporcionados por cuerpos de agua superficiales.
- Georeferenciación de todas las fuentes emisoras que norma el D.S.90
- Se requiere fluidez en la información entre los organismos involucrados (SISS y MMA) que permita tener series de tiempo con datos actualizados y validados.



7. Análisis de Costos

El capítulo consta de 4 secciones: información considerada para el análisis, metodología aplicada, resultados obtenidos y conclusiones, los que se presentan a continuación. Este análisis se basa en la comparación de dos situaciones definidas como:

- *Caso Base:* Se refiere a la situación actual y asume un 100% de cumplimiento del DS 90/2000. Este punto es importante ya que actualmente algunas empresas no cumplen con la normativa actual, por lo tanto existen beneficios y costos asociados a lograr el nivel de norma actual. Estos no deben ser atribuidos al actual AGIES pues trata únicamente de los beneficios y costos de la revisión de norma.
- *Caso con proyecto (CP):* Se asume 100% de cumplimiento de los límites propuestos en la revisión del DS 90/2000.

7.1 Información

Este capítulo presenta la información utilizada en el presente análisis en términos de descripción y distribución de los puntos de descarga (PD), descripción y distribución de caudales, emisiones, tablas que aplican según punto de descarga y eficiencias y costos de tecnologías.

7.1.1 Puntos de descarga

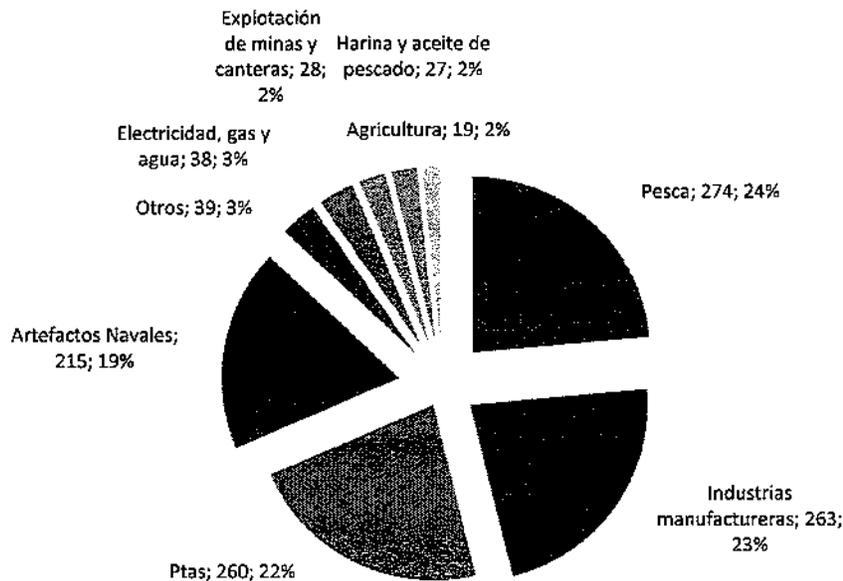
i. Situación Actual

El presente análisis considera 1194 puntos de descarga, 949 en la Situación Base (SB) y 1163 en la situación Con proyecto (CP). Esta diferencia se debe a la incorporación de artefactos navales (245 PD) y a la salida de 31 puntos de descarga debido a la modificación "Q<5 y Otros" (ver sección nº 2 donde se definen las modificaciones). La información sobre los puntos de descarga se recolectó a partir de (Kristal 2009), (INGESA 2007), SISS, RETC y DIRECTEMAR, y representa los puntos vigentes al año 2009 para RILes y al año 2010 para PTAS.

Las siguientes figuras representan la distribución de los PD según rubro y zona²² para la situación CP, es decir, incluye los artefactos navales y deja fuera las FE que no califican según la modificación Q<5 y Otros.

²² Zona Norte desde la XV a la IV Región y Zona Sur desde la VIII hasta la XII Región

Figura 7-1 Puntos de descarga por rubro. Situación CP.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Otros rubros considera servicios comunales, sociales y personales, transporte, almacenamiento y comunicaciones y establecimientos financieros, de seguros, bienes inmuebles y servicios.

De la figura anterior se desprende que la mayoría de los puntos de descarga (~90%) clasifica dentro de una de las siguientes categorías: Industrias Manufactureras, Artefactos Navales, PTAS y Pesca. El cambio más importante respecto a la situación base es la incorporación de los artefactos navales, que representar cerca del el 19% del universo de la situación Con Proyecto.

La distribución zonal de los puntos de descarga para la situación Con Proyecto se presenta en la Figura 7-2 y se resume en la Tabla 7-1.

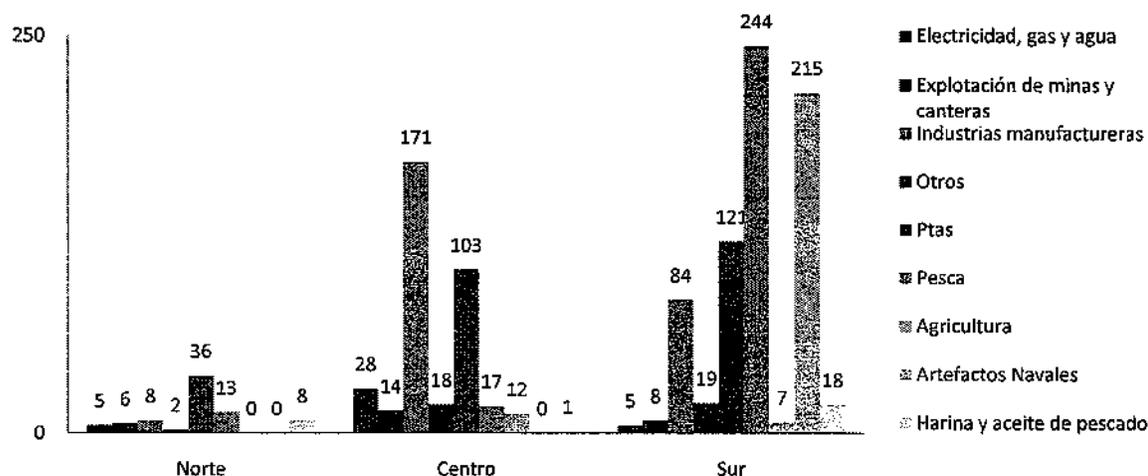
Tabla 7-1 Distribución de puntos de descarga por zona. Situación CP.

Zona	Nº Pd	% Pd
Norte	74	6%
Centro	351	30%
Sur	732	63%
Total	1.163	100%

Fuente: Elaboración propia

Nota: Zona Norte desde la XV a la IV Región y Zona Sur desde la VIII hasta la XII Región

Figura 7-2 Distribución de puntos de descarga por zona y rubro. Situación CP.



Fuente: Elaboración propia

Nota:

- Otros rubros considera servicios comunales, sociales y personales, transporte, almacenamiento y comunicaciones y establecimientos financieros, de seguros, bienes inmuebles y servicios
- Zona Norte desde la XV a la IV Región y Zona Sur desde la VIII hasta la XII Región

A partir de la figura y tabla anteriores se observa que el 63% de los puntos de descarga se ubican en la zona Sur, lo que se debe principalmente al aporte de los rubros Pesca y Artefactos Navales (469 puntos de descarga en conjunto). La zona Centro aporta con el 30% de los puntos de descarga, donde destacan Industrias manufactureras y PTAS, mientras que la zona norte aporta el restante 6%, compuesto principalmente por PTAS (36 puntos de descarga).

iii. Proyección

Debido a que la revisión de norma distingue entre fuentes emisoras existentes y nuevas se hizo necesario proyectar el ingreso de estas últimas. Para simular el aumento de emisiones se estimaron los costos asociados a la revisión de norma para un año de referencia (2011), y se proyectaron según la tasa anual de crecimiento del PIB, la que se asume de un 5%²³. El aumento anual de costos corresponde a los gastos de las fuentes emisoras nuevas.

El eventual ingreso de nuevas FE al calificar como tal, debido a la inclusión de nuevos parámetros, se asume despreciable frente al total de puntos de descarga.

7.1.2 Tablas norma

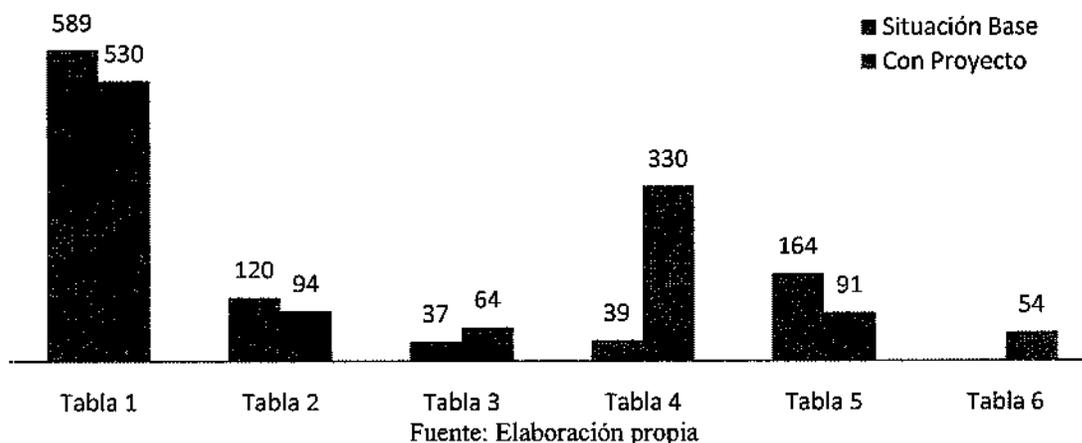
Se contó con información para asignar las tablas de norma para un 74% de los puntos de descarga. Esta información provino de (Kristal 2009), (INGESA 2007), SISS, RETC y DIRECTEMAR, y se refiere a los puntos de descarga descritos en la sección 7.1.1. Para

²³ En base a las proyecciones de crecimiento para el año 2011 del Banco Central

aquellos puntos de descarga sin este tipo de información se optó por la postura más conservadora, según lo descrito posteriormente.

La siguiente figura muestra la distribución de los puntos de descarga según tabla y situación (Base o Con Proyecto):

Figura 7-3 Distribución de puntos de descarga según tabla y situación (Base y Con Proyecto).



Se observa un notable aumento de los puntos de descarga asociados a la tabla 4, debido a la incorporación de artefactos navales y a que se asume que todas las fuentes emisoras al Sur de Punta Puga deben registrarse por la Tabla 4 (postura conservadora). La disminución de PD en las tablas 1 y 2 con respecto a la situación Base se reparte entre las tablas 3 y 6 en la situación Con Proyecto.

Las siguientes tablas detallan el número de puntos de descarga según rubro que perciben cambio de tabla:



Tabla 7-2 : N° de PD que cambian a tabla 3 debido a la modificación Afluentes Lagos, según rubro.

Rubro	N° Pd
Pesca	20
PTAS	4
Otros	2
Industrias manufactureras	1
Total	27

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-3 : N° de PD que cambian a tabla 4 debido a la modificación ZPL, según rubro.

Rubro	N° Pd
Artefactos Navales	206
Pesca	56
Industrias manufactureras	8
PTAS	4
Otros	4
Harina y aceite de pescado	1
Explotación de minas y canteras	1
Total	280

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-4 : N° de PD que cambian a tabla 6 debido a la modificación Estuarios, según rubro.

Rubro	N° Pd
PTAS	28
Pesca	19
Otros	4
Industrias manufactureras	2
Agricultura	1
Total	54

Fuente: Elaboración propia

7.1.3 Caudal

Se cuenta con información mensual de caudal medio para 812 Pd (69% del total de puntos de descarga). Estos valores provienen de reportes mensuales de autocontrol o fiscalización,

provistos por la SISS y DIRECTEMAR y corresponden al año 2009 en el caso de RILes y al año 2010 en el caso de las PTAS.

Para estimar un caudal anual característico por punto de descarga se calculó la mediana de los valores mensuales para cada punto. En el caso de aquellos PD sin información, se les asignó la mediana de caudales anuales característicos del mismo rubro. Para el caso específico de artefactos navales no se utilizó la mediana calculada para este tipo de fuentes emisoras (1,5 m³/día), ya que con este valor de caudal y las emisiones asignadas a este tipo de FE (ver capítulo 7.1.4), la mayoría de los PD quedarían exentos de la normativa según la modificación Q y Otros. Por lo tanto, a modo conservador, se utilizó un valor de 5 m³/día de manera que estos PD sigan calificando como FE.

La Tabla 7-5 presenta los valores de mediana considerados y los caudales máximos por rubro.

Tabla 7-5 Mediana y máximo de caudal por rubro a nivel país (m³/día)

Rubro	Mediana	Máximo
Pesca	2.852	223.690
Harina y aceite de pescado	2.407	10.163
Explotación de minas y canteras	1.750	137.203
PTAS	1.557	759.354
Electricidad, gas y agua	301	58.736
Agricultura	98	2.194
Industrias manufactureras	87	283.990
Otros	45	343
Artefactos Navales	5*	170

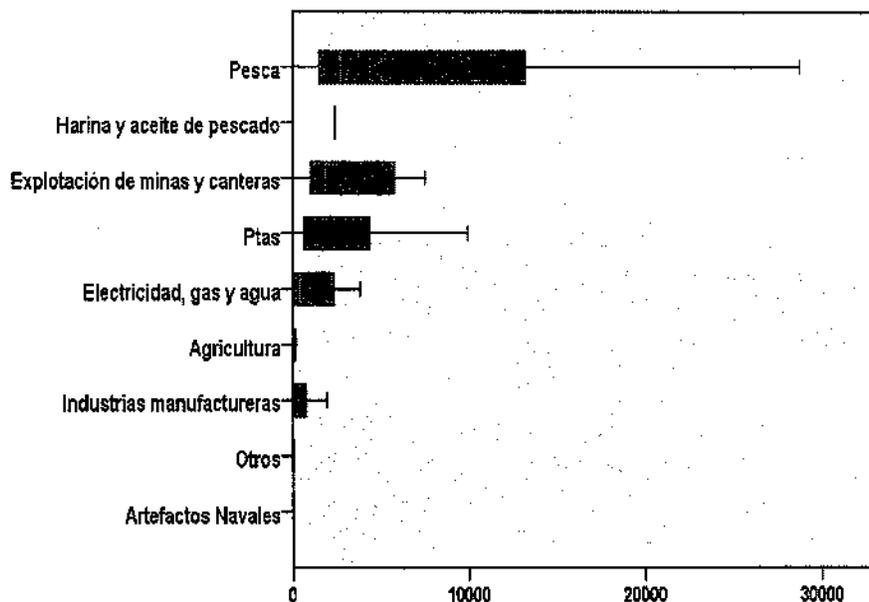
Fuente: Elaboración propia.

Notas: El valor para artefactos navales no corresponde a la mediana sino a un valor asignado.

La Figura 7-4 presenta el gráfico de caja que describe la distribución de caudales según rubro.

De la Figura 7-4 y de la Tabla 7-5 se desprende que los caudales más altos corresponden a los rubros PTAS, Industrias manufactureras y Pesca. Este último presenta la mayor dispersión de datos, con un amplio rango de caudales.

Figura 7-4 Gráfico de caja caudal por rubro (m3/día)



Fuente: Elaboración propia

Notas:

- Se presentan únicamente percentiles 5, 25, 50, 75 y 95.
- Considera los 1194 puntos de descarga

En cuanto a los totales a nivel nacional, la Tabla 7-6 presenta estos valores en términos absolutos y porcentuales según rubro, mientras que la Figura 7-5 muestra los totales por zona.

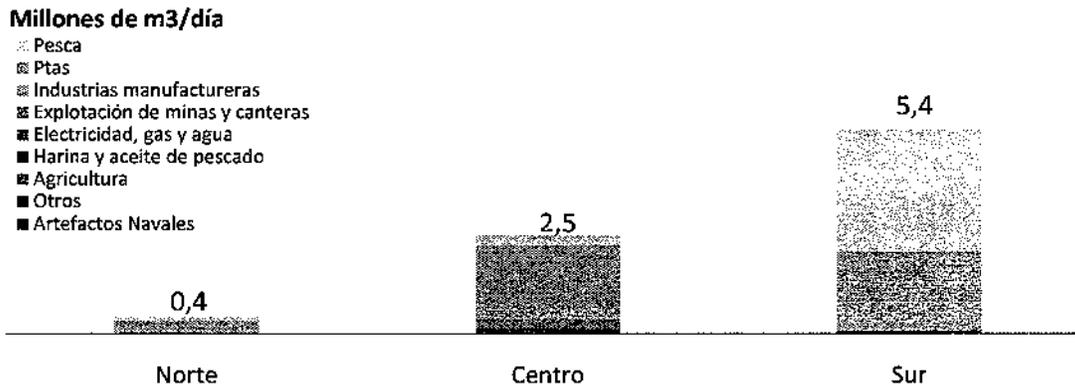
Tabla 7-6 Total y participación de caudal por rubro a nivel país

Rubro	Total (Miles m3/día)	% Total
Pesca	3.530	43
PTAS	2.690	33
Industrias manufactureras	1.530	19
Explotación de minas y canteras	248	3
Electricidad, gas y agua	118	1
Harina y aceite de pescado	74	1
Agricultura	7	~0
Otros	3	~0
Artefactos Navales	1	~0
Total	8.200	100

Fuente: Elaboración propia

Nota: Valores de Total con 3 cifras significativas.

Figura 7-5 Distribución de caudal total país por zona



Fuente: Elaboración propia

Nota: Zona Norte desde la XV a la IV Región y Zona Sur desde la VIII hasta la XII Región

A partir de la Figura 7-5 y de la Tabla 7-6 se observa la dominancia del rubro Pesca en términos de volumen de caudal, con cerca del 43% del total de 8,2 millones de m³/día a nivel nacional, seguido del aporte del rubro PTAS con un 33% del total y de Industrias manufactureras con un 19%. La agrupación del resto de los rubros representa cerca del 5% del total.

7.1.4 Concentraciones, pH y temperaturas

Se cuenta con información para 676 PD (57% del total de puntos de descarga). Estos valores provienen de reportes mensuales de autocontrol o fiscalización, provistos por la SISS, RETC y DIRECTEMAR y corresponden al año 2009 en el caso de RILes y al año 2010 en el caso de las PTAS.

Para estimar valores anuales característicos por punto de descarga y parámetro normado se calculó el percentil 90 de los valores mensuales. Se escogió este estadístico ya que se considera como representativo del nivel de emisiones que debe estar bajo norma y deja fuera posibles valores escapados u *outliers*.

Ahora, para los PD donde no se cuenta con información de ciertos parámetros por no exigírseles actualmente monitoreo, no es posible utilizar directamente la información del nivel de emisiones de PD del mismo rubro, ya que estos niveles de emisión son probablemente fruto de algún proceso de tratamiento (de eficiencia desconocida). Por lo tanto, no es posible estimar las emisiones de parámetros no normados directamente a partir de la información de PD que deben abatir dichos parámetros. La metodología de estimación finalmente utilizada fue la siguiente:

1. Se caracterizaron emisiones según rubro, que se asumen post tratamiento, calculando el percentil 50 de las emisiones anuales de los PD (estas emisiones anuales corresponden al percentil 90 de las emisiones mensuales, tal como se explicó anteriormente)
2. Se consideran las eficiencias de las tecnologías de tratamiento más frecuentemente utilizadas según rubro:
 - a. PTAS: Lodos Activados



- b. Pesca Harina y Aceite: Flotación por Aire Disuelto (DAF)
 - c. Otros rubros: Para cada parámetro se escogió, a modo conservador, la eficiencia más alta del conjunto de tecnologías consideradas en este estudio (ver capítulo 7.1.5).
3. A partir de las emisiones post tratamiento del paso 1 y de las eficiencias del paso 2 se obtienen emisiones pre tratamiento que representan las emisiones de parámetros que no son monitoreados, a partir de la siguiente ecuación:

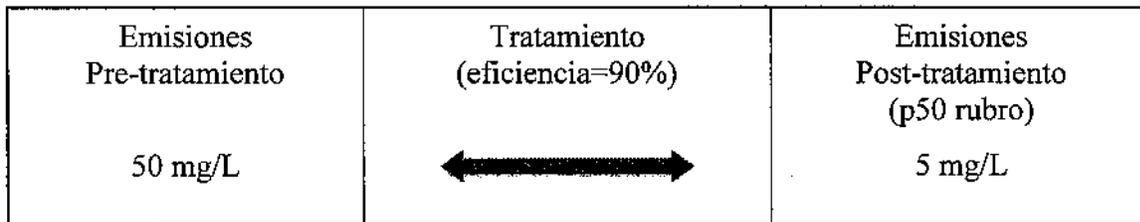
$$E_{pre,p,r} = \frac{E_{post,p,r}}{(1 - e_{f,p,r})} \tag{Ecuación 7-1}$$

Donde:

- $E_{pre,p,r}$: Emisión pre-tratamiento del parámetro p asociada al rubro r.
- $E_{post,p,r}$: Emisión post-tratamiento del parámetro p asociada al rubro r.
- $e_{f,p,r}$: Eficiencia de tratamiento del parámetro p asociada al rubro r.

El siguiente ejemplo ilustra el proceso:

Figura 7-6 Diagrama tratamiento para estimación de emisiones pre tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Para el caso específico de Nitrógeno total se realizó una estimación un poco más precisa debido a la importancia de este parámetro en los costos finales (las modificaciones de Estuario y Afluentes Lagos implican el abatimiento de este parámetro). La metodología seguida fue la siguiente:

1. Se calculó el percentil 50 de los valores característicos anuales por rubro para este parámetro (igual que el paso 1 general anteriormente explicado).
2. Si algún rubro no tenía información de Nitrógeno total se asumió igual al nivel de NKT.
3. Se asumen eficiencias de tecnologías de tratamiento aplicadas tipo según rubro:
 - a. Pesca todos: 20% (según consulta a expertos)
 - b. Otros rubros: 80% (eficiencia más alta del conjunto de tecnologías)

Para el caso de PTAS se contó con información de concentraciones pre-tratamiento de Nitrógeno total, por lo que no fue necesario estimar indirectamente las emisiones según la metodología anterior.

i. THMs y CLR

Para las concentraciones de CLR se contó con información de emisión del rubro PTAS e Industrias Manufactureras, asignándose para los puntos de descarga sin información la mediana de estos valores (0,5 mg/l para PTAS y 0 mg/l para Industria manufactureras).

Para el rubro "Pesca otros" se asignó 2 mg/l de CLR ya que este valor es el máximo permitido por Sernapesca según la Resolución 1882 (2008). Para el sector matanza de animales y faenadoras del rubro Industrias manufactureras se consideró, a modo conservador, el valor máximo informado por representante de APA-ASPROCER de un valor de 0,8 mg/l. Respecto a los rubros restantes (Kristal 2009) no considera relevante las concentraciones de CLR, por lo que se asume están dentro de norma.

En cuanto a los THMs, como se señala en el estudio de INGESA (2008) estos son compuestos organoclorados que se forman generalmente al reaccionar el cloro con la materia orgánica en presencia de precursores específicos, por lo que la formación de THMs depende mayormente de la presencia de CLR. Se asumirá entonces que al aplicar tecnologías de tratamiento de CLR se evita la formación de THMs. Por otro lado, es posible asumir una dosificación adecuada de reactantes de THMs para evitar que se supere norma. Según consultas a expertos esto es posible a un costo no relevante.

7.1.5 Tecnologías de control de emisiones

Para el presente estudio se consideraron 47 opciones de tecnologías de control de emisiones líquidas, constituyendo el estudio (FundacionChile 2010) la principal referencia en cuanto a eficiencia y costos de las tecnologías. Esta referencia fue complementada con información de la SISS respecto a costos y vida útil de las tecnologías de tratamiento más frecuentemente implementadas por las PTAS.

La siguiente tabla presenta las tecnologías de abatimiento consideradas. Cabe mencionar que para PTAS sólo se consideraron lodos activados como tratamientos biológicos, ya que según la SISS las demás tecnologías biológicas no son muy utilizadas como nuevas opciones de tratamiento.



Tabla 7-7. Tecnologías de abatimiento consideradas

Tipo Tratamiento	Tecnología	Versión/Insumo
Biológico	Biofiltro	
	Lagunas Aireadas	
	Lodos Activados	Estándar Con complemento para N total
	Lombrifiltro	
	Reactor Aeróbico de Lecho Fijo Sumergible (RALFS)	
	Reactor Anaeróbico	Crecimiento libre UASB (flujo ascendente)
	Reactores Biológicos Secuenciales (SBR)	
	Wetlands	
Físico	Arrastre por Aire (Air Stripping)	
	Bekosplit	
	Coalescencia	
	Destilación	
	Electrodialisis	
	Filtros AMLAD	Filtro 4" con malla 2 micrones Filtro 4" con malla 7 micrones
	Flotación por Aire Disuelto (DAF)	
	Nanofiltración	
	Osmosis Inversa	
	Pre filtración	Reja Tamiz parabólico Tamiz rotatorio
	Separadores por Gravedad y Sedimentación	Acelerada Natural
	Skimmer	
	Ultrafiltración	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-8. Tecnologías de abatimiento consideradas (Continuación)

Tipo Tratamiento	Tecnología	Versión/Insumo
Fisicoquímico	Adsorción con Carbón Activado	Carbón domestico
		Carbón farmacéutico
		Carbón industrial
	Adsorción con diferentes materiales	Arena-Arcilla
		Ceniza
		Turba
		Zeolita Modificada
		Zeolita Natural
	Clarificación	
	Coagulación y/o Floculación	
	Decloración	Dióxido de azufre
		Sulfito de Sodio
	Electrolización	
	Extracción por Solvente	
	Intercambio Iónico	
Oxidación Avanzada Catalítica (POAs)	Ozono	
	Sin ozono	
Oxidación con Agua Supercrítica		
Oxidación con Aire Húmedo		
Precipitación química		
Transferencia de calor	Intercambiador de Calor	
	Torres de Enfriamiento	

Fuente: Elaboración propia

La información recopilada sobre eficiencias entrega valores mínimos y máximos por tecnología y parámetro abatido. El promedio aritmético entre el máximo y el mínimo se asumió como el valor de eficiencia más probable.

En cuanto a costos, se cuenta con curvas según caudal medio tratado o según concentración de cierto parámetro. Por tecnología, se tiene una curva para inversión y otra para mantención y operación. En la sección 7.2.2 del capítulo se explica la formulación de las curvas de costos.

En lo referido a la vida útil de los equipos la información recopilada entrega valores mínimos y máximos por tecnología. El promedio aritmético entre el máximo y el mínimo se asumió como el valor más probable.



7.1.6 Nivel de actividad emisiones

Debido a la necesidad de convertir a unidades comunes la información de distintas fuentes de caudal y emisiones, se debió estimar un nivel de actividad para las fuentes emisoras. Para ello, se asumieron valores de 24 hrs/día, 30 días/mes y 12 meses/año para las PTAS y 16 hrs/día, 20 días/mes y 12 meses/año para los demás rubros. Estos valores son consistentes con los utilizados en el estudio (FundacionChile 2010) en la estimación de las curvas de costos.

7.1.7 Autocontrol

Para calcular el costo de monitoreo para el emisor se asumió un valor de 12 UF por autocontrol, el que incluye el muestreo y análisis de todos los parámetros. Este valor proviene del estudio (Kristal 2009).

7.2 Metodología

Se consideran como los costos más relevantes para el presente AGIES los referentes a tratamiento y monitoreo de efluentes, ambos percibidos por el emisor. En lo referido al Estado, se asume que las modificaciones propuestas no implican diferencias importantes en términos de costos.

7.2.1 Tratamiento

Este costo es el más relevante de todos, tanto en magnitud como en complejidad de estimación. La metodología seguida asume que el establecimiento industrial (EI) asociado al punto de descarga buscará *cumplir la norma al menor costo posible*, es decir, instalará el set de tecnologías que le permitan cumplir la norma vigente en dicho punto a menor costo. En definitiva, el análisis de costos se basa en la minimización de la función de costos para cada punto de descarga sujeto al cumplimiento de la normativa en dicho punto.

Para el tratamiento de emisiones se consideran tanto los costos de inversión como los costos de operación y mantención.

i. Simplificaciones, supuestos y definiciones

La aplicación de la metodología se basó en las siguientes simplificaciones, supuestos y definiciones

- *No existen impedimentos para instalar las tecnologías requeridas:* Establece que la solución óptima fruto del modelo de optimización es factible de instalar por parte del establecimiento. Esto claramente corresponde a una postura no conservadora ya que no considera impedimentos físicos u otros de instalación de las tecnologías de control. Sin embargo, dado que el resultado final es la diferencia de costos de dos situaciones optimizadas (situación Base y Con proyecto) se espera que la diferencia calculada

compense en cierta medida esta situación. Dado que cada punto de descarga presenta particularidades, el análisis debiera hacerse caso a caso, pero para el presente reporte dicho formato es impracticable.

- **Escalamiento:** Dado que a veces es necesario instalar más de una vez una misma tecnología para alcanzar valores de norma se asume posible “escalar” las tecnologías. Este término puede entenderse como las veces que es necesario instalar en serie una misma tecnología para alcanzar valores de norma, o como el tamaño relativo de la tecnología que se requiere v/s la tecnología estándar. El escalamiento se usa tanto para el cálculo de emisiones como para la estimación de costos tal como se expone en la siguiente sección de Formulación, y permite relacionar costos con diferentes eficiencias de remoción de contaminantes. En el capítulo 11.9 de anexos se presenta un ejemplo numérico del uso del factor de escalamiento.

El escalamiento se fundamenta en la necesidad de cumplir con la norma y en la existencia de cierta flexibilidad en cuanto a eficiencias de remoción de las tecnologías instaladas por los EI. El factor de escalamiento puede no ser entero, lo que implica ser conservador para la emisiones reducidas ya que la empresa reduce no más allá de la norma, pero no para los costos incurridos, pues se asume que la empresa posee total flexibilidad para instalar tecnologías de control según sus requerimientos de eficiencias, lo cual no es siempre verdadero. Se decidió finalmente no trabajar con números enteros (lo que implicaría ser conservador en costos) ya que la modelación pierde notablemente sensibilidad frente a cambios en los valores de norma, ya que finalmente lo que se busca es comparar las diferencias entre las dos situaciones (Base y Con proyecto) y no estimar con exactitud sus valores absolutos.

- **pH:** se asume que los costos de control son despreciables.
- **Emisarios:** dado que no se cuenta con información suficiente para estimar la longitud de la ZPL asociada a cada PD y dado el supuesto conservador de que todos los que descargan al mar han de cumplir con Tabla 4, no se consideran costos asociados a instalación o alargamiento de emisarios.

7.2.2 Formulación

Como se explicó al comienzo de la sección, para cada punto de descarga la función objetivo a minimizar es:

$$\text{Min } \sum_i C_i \quad \text{Ecuación 7-2}$$

Sujeto a:

$$E_p = E_{0p} \times \prod_i (1 - ef_{p,i})^{x_i} \leq N_p \quad \text{Ecuación 7-3}$$

Donde:



- C_i : Costo tecnología i
- E_p : Emisiones finales parámetro p
- E_{op} : Emisiones actuales parámetro p²⁴
- x_i : Factor de escalamiento asociado a tecnología i
- $ef_{p,i}$: Eficiencia tecnología i sobre parámetro p
- N_p : Norma parámetro p

Tal como se mencionó en el capítulo 7.1.5 sobre Tecnologías la formulación de costos varía según input (caudal o concentración de cierto parámetro), tal como se presenta a continuación:

i. Caudal:
$$C_i = a_i \times Q^{b_i} \times x_i$$
 Ecuación 7-4

ii. Concentración:
$$C_i = (d_i \times c + e_i) \times x_i$$
 Ecuación 7-5

Donde:

- C_i : Costo escalado tecnologías i
- a_i, b_i, d_i : Constantes específicas tecnología i
- Q : Caudal (m³/día)
- c : Concentración parámetro
- x_i : Factor escalamiento asociada a tecnología i

Las ecuaciones asumen linealidad, es decir, si es necesario instalar 2 veces una misma tecnología (factor de escalamiento igual a 2), el costo final dobla el costo estándar.

i. Incertidumbre

La incertidumbre se incorporó asignándole una distribución de probabilidad triangular a las eficiencias de las tecnologías de control. La moda de esta distribución se calculó en base al promedio aritmético entre el valor mínimo y el máximo.

7.2.3 Autocontrol

Para la estimación del número de monitoreos y análisis anuales realizados por el emisor se asume que es el mínimo estipulado en las tablas Tabla 2-1 y Tabla 2-2, según requerimientos de tratamiento. Dado que se asume un único valor para este costo (12 UF por muestreo) la inclusión de los parámetros THMs y CLR no tiene efectos en el costo final por concepto de autocontrol.

Cabe señalar que no se considera remuestreo.

²⁴ Se consideran como emisiones actuales las emisiones descritas en el capítulo 7.1.4

i. Incertidumbre

En este ámbito de los costos, la incertidumbre se incorporó asignándole una distribución de probabilidad triangular al costo de muestreo y análisis. Para estimar un valor mínimo y máximo se varió el precio inicial en $\pm 35\%$, calculándose la moda en base al promedio aritmético entre estos dos valores.

7.3 Resultados

Este capítulo contiene resultados agregados de la revisión del D.S. 90/00 para costos a nivel nacional en términos de valores anuales, anualizados y valor presente. Además, presenta un análisis por rubro y tipo de modificación propuesta, y un análisis de sensibilidad según años de desfase para ciertas modificaciones y según niveles de emisión para parámetros no sin información.

Cabe mencionar que a menos que se explicita otra cosa los resultados presentados en este capítulo representan el diferencial de costos entre la situación Base y la situación Con Proyecto. Por lo tanto, un valor cercano a cero no implica necesariamente que no existan costos para las fuentes emisoras, sólo refleja diferencias mínimas de costos entre ambas situaciones (Base y Con Proyecto).

7.3.1 Por tipo

El flujo anualizado (FA) y valor presente (VP) del diferencial de costos (CP-SB) se muestran en la Tabla 7-9 según tipo de costos (Tratamiento y Autocontrol). Se incluye el intervalo de confianza al 90%²⁵.

Tabla 7-9. Flujo anualizado y Valor presente diferencial de costos según tipo. Medias y percentiles 5 y 95.
CP- SB.

Tipo Costo	EA (MMUSD/año)			VP (MMUSD)		
	Media	p5	p95	Media	p5	p95
Tratamiento	30	26	34	235	206	263
Autocontrol	1,5	1,1	1,9	12	9	15
Total	32	28	36	247	215	278

Fuente: Elaboración propia

Nota: 1USD=\$500, Tasa descuento: 6%, Período: 10 años y valores con 3 cifras significativas.

Las tablas anteriores evidencian que la revisión de norma implica un aumento de costos en 32 MMUSD/año, lo que en valor presente equivale a 247 MMUSD. Los gastos anuales en tratamiento de efluentes son cercanos a los 30 MMUSD anuales, mientras que por concepto de autocontrol existe un costo esperado de 1,5 MMUSD anuales.

Se observa además que los intervalos de confianza sugieren diferencias significativas entre la situación Base y la situación Con Proyecto para gastos en tratamiento y autocontrol.

²⁵ Existe un 90% de probabilidad de que el valor esté dentro del intervalo



La siguiente tabla exhibe el comportamiento temporal del diferencial de costos (CP-SB) según tipo:

Tabla 7-10. Flujo anual diferencial de costos según tipo (MMUSD/año).CP-SB.

Tipo Costo	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tratamiento	-3	-1	18	34	35	37	39	41	43	45
Autocontrol	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7
Total	-2	0	20	35	37	38	40	42	45	47

Fuente: Elaboración propia

Nota: 1USD=\$500 y valores con 3 cifras significativas

La tabla anterior muestra un constante aumento de los costos debido al crecimiento anual de las emisiones. Destaca el aumento de los costos de tratamiento a partir del año 2013, explicado por la entrada en vigencia de la modificación ZPL para las FE existentes, mientras que el aumento de costos del año 2014 se explica por la entrada en vigencia de las modificaciones Afluentes Lagos y Estuario, también para las FE existentes. En la Tabla 7-12 presentada más adelante se muestra el desglose de costos según tipo de modificación.

7.3.2 Por rubro

El análisis del costo anualizado por rubro se presenta a continuación:

Tabla 7-11. Flujo anualizado (FA) costos por rubro (MMUSD/año)

Rubro	Tratamiento	Autocontrol	Total
Pesca	14,1	0,7	14,8
Industrias manufactureras	9,3	0,1	9,5
PTAS	5,70	0,45	6,2
Otros	0,9	-0,1	0,9
Artefactos Navales	0,0	0,2	0,2
Explotación de minas y canteras	0,1	0,1	0,1
Harina y aceite de pescado	0,05	0,02	0,1
Agricultura	~0	~0	~0
Electricidad, gas y agua	-0,2	0,1	-0,1
Total	30	1,5	32

Fuente: Elaboración propia

Notas: 1USD=\$500, Tasa descuento: 6%, Período: 10 años y valores con 3 cifras significativas

Según la tabla anterior Pesca, Industrias manufactureras y PTAS perciben cerca del 95% de los costos totales, siendo el rubro Electricidad, gas y agua el único que percibiría ahorros. Los rubros restantes no incurrirían en gastos relevantes c/r a los gastos totales. La participación de estos rubros en el costo se explica por el alto nivel de descarga que presentan estos rubros, ya que según lo expuesto en el capítulo 7.1.3 estos rubros representan cerca del 95% del total de las descargas a nivel nacional.

El rubro Artefactos Navales no percibe costos de tratamiento debido a que la mayoría de los PD cumplen con los límites de norma, según la información de emisiones con que se contó para el presente estudio.

7.3.3 Efectos de cambios en revisión de norma

Esta sección tiene como objetivo mostrar el efecto en costos de las propuestas más importantes de modificación a la norma. La primera columna de la Tabla 7-12 exhibe los costos de la situación Con Proyecto si la modificación quedara sin efecto, mientras que la segunda columna se refiere al costo adicional a la situación Con Proyecto que genera esta modificación. Por ejemplo, si se deja fuera la modificación asociada a Afluentes Lagos el costo total anual de la revisión de norma pasa de 32 a 29 MMUSD/año.

Cabe recordar que debido a la interacción entre las modificaciones (por ejemplo, la inclusión de artefactos navales tiene un costo diferente si existen o no límites de emisión para los parámetros THMs y CLR) los costos individuales no son sumables directamente. La inclusión de todas las modificaciones se muestra en la fila "Todas".

Tabla 7-12. Flujo anualizado costos según modificaciones a la norma (MMUSD/año)

Modificación	Costo CP sin Medida	Costo Adicional a CP
Todas	-	32
ZPL	11	20
Estuario	20	11
Afluentes Lagos	29	2,3
Artefactos Navales	31	0,2
THMs y CLR	32	0,1
Q<5 y Otros	32	-0,02
Monitoreo	32	-0,3
NKT y P	37	-5,4

Fuente: Elaboración propia

Notas: 1USD=\$500, Tasa descuento: 6%, Período: 10 años, Valores con 3 cifras significativas, Todas: Todas las medidas, Afluentes Lagos: Cambio de tabla para pd que descargan en afluentes de lagos, Artefactos Navales: Inclusión de artefactos Navales, Estuario: Inclusión de tabla asociada a estuarios, Q<5 y Otros: Exclusión de PD con Q< 5 m³/día y valores de Temp, Ssed, poder espumógeno y coliformes fecales superiores a norma, THMs y CLR: Inclusión de THMs y CLR, ZPL: Modifica la definición de ZPL, NKT y P: Cambio en el nivel de norma de estos parámetros, Monitoreo: Cambio en frecuencia de monitoreo.

De la tabla anterior se desprende que los mayores incrementos de costos están asociados a la inclusión de las modificaciones ZPL, Estuario y en menor medida Afluentes Lagos (20, 11 y 2,3 MMUSD/año respectivamente). Por otro lado, existen ahorros anuales en costos por las modificaciones NKT y P, Monitoreo y Q<5 y Otros de 5,4 MMUSD, 300 mil USD y 20 mil USD respectivamente.



Es importante recalcar que los valores de costos de la Tabla 7-12 se estimaron anulando cada modificación en condiciones *ceteris paribus*, es decir, se mantienen todas las demás modificaciones.

Las siguientes tablas presentan información relevante para observar el efecto en costos de las modificaciones para los rubros impactados.

Tabla 7-13 : Costo Anualizado (CA) por rubro debido a la modificación Afluentes Lagos. MMUSD/año.

Rubro	CA
Pesca	1,8
PTAS	0,5
Industrias manufactureras	0,1
Otros	0,1
Total	2,6

Notas: 1USD=\$500, Tasa descuento: 6%, Periodo: 10 años y valores con 3 cifras significativas

Tabla 7-14: Costo Anualizado (CA) por rubro debido a la modificación ZPL. MMUSD/año.

Rubro	CA
Pesca	11,8
Industrias manufactureras	6,2
PTAS	2,0
Explotación de minas y canteras	0,1
Otros	0,1
Total	20,2

Fuente: Elaboración propia

Notas: 1USD=\$500, Tasa descuento: 6%, Periodo: 10 años y valores con 3 cifras significativas

Tabla 7-15 : Costo Anualizado (CA) por rubro debido a la modificación Estuario. MMUSD/año.

Rubro	CA
PTAS	6,0
Industrias manufactureras	3,2
Pesca	1,3
Otros	0,7
Agricultura	0,1
Total	11,3

Fuente: Elaboración propia

Notas: 1USD=\$500, Tasa descuento: 6%, Período: 10 años y valores con 3 cifras significativas

Tabla 7-16 : Costo Anualizado (CA) por rubro debido a la modificación NKT y P. MMUSD/año.

Rubro	CA
Explotación de minas y canteras	-0,1
Electricidad, gas y agua	-0,2
Industrias manufactureras	-0,3
Pesca	-0,3
PTAS	-4,6
Total	-5,4

Fuente: Elaboración propia

Notas: 1USD=\$500, Tasa descuento: 6%, Período: 10 años y valores con 3 cifras significativas

En cuanto a las tablas anteriores, las 3 primeras dan luces para explicar los valores de las Tabla 7-11 (mayores costos para PTAS, Industrias manufactureras y Pesca) y Tabla 7-12 (mayores costos para ZPL, Estuario y Afluentes Lagos).

Para Pesca los costos se deben principalmente a la modificación ZPL ya que 56 PD de este rubro se ven afectados al cambio desde Tabla 5 a Tabla 4 (ver Tabla 7-3). En menor medida, este rubro se ve impactado por las modificaciones Estuario y Afluentes Lagos.

Los costos de las PTAS provienen principalmente de la modificación Estuarios, al contar con 28 PD (ver Tabla 7-4) que cambian a Tabla 6. En menor medida este rubro se ve afectado por las modificaciones ZPL y Afluentes Lagos.

Las Industrias manufactureras se ven impactadas por la modificación ZPL (8 PD se ven afectas al cambio de tabla) y por la modificación de Estuarios (2 PD deberían cumplir con Tabla 6). Este rubro no percibiría costos importantes por la modificación Afluentes Lagos.



Respecto a la Tabla 7-16 se observa que dicha modificación implicaría ahorros para varios rubros, destacando el rubro PTAS con ahorros cercanos a los 4,6 MMUSD/año.

7.3.4 Análisis de sensibilidad

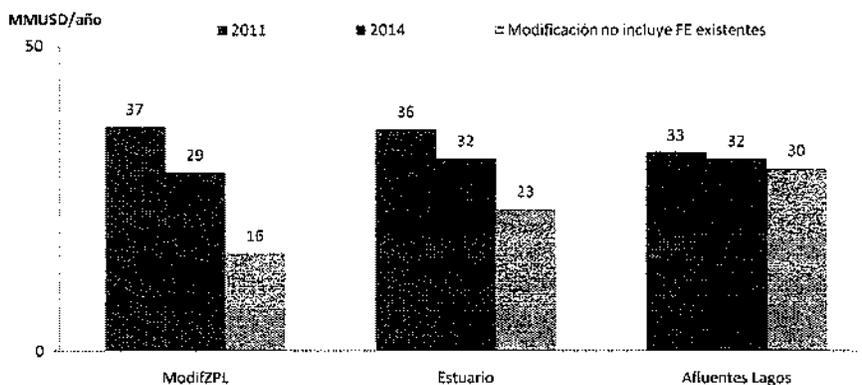
Las siguientes secciones presentan los dos análisis de sensibilidad de costos totales asociados a la revisión de norma. El primero varía el desfase de implementación de algunas modificaciones para FE existentes, mientras el segundo analiza el efecto de diferentes estimaciones de emisiones sin información.

i. Desfase Implementación Medidas para FE existentes

Se analizaron tres escenarios para las modificaciones que presentan gradualidad de aplicación para las fuentes emisoras existentes, correspondientes a las descritas en los puntos 2.4, 2.7 y 2.8 (Estuarios, ZPL y Afluentes Lagos respectivamente). El primer escenario asume que las modificaciones comienzan a regir a partir del año 2011, el segundo asume que estas modificaciones aplican a partir de 2014, mientras que el último considera la exención de este tipo de fuentes. El año 2014 corresponde al año de aplicación de norma para las FE existentes propuesto en el anteproyecto (para ZPL corresponde al 2013), por lo que el escenario 2014 corresponde, en el caso de Afluentes Lagos y Estuario, al escenario de anteproyecto.

Los resultados se presentan en términos de diferencial de costos (situación Base versus situación Con Proyecto) y se grafican a continuación:

Figura 7-7 Flujo anualizado de costos totales de la revisión de norma según de aplicación de modificaciones para FE existentes. CP- SB.



Fuente: Elaboración propia

Notas: 1USD=\$500, Tasa descuento: 6%, Período: 10 años, SMFE: Sin Medida para Fuentes Existentes.

Se observa que la exención de las FE de la modificación ZPL es la que presentaría el menor costo total de revisión de norma de todos los escenarios graficados, obteniéndose un costo de 16 MMUSD/año versus los 32 MMUSD/año según lo propuesto en el anteproyecto

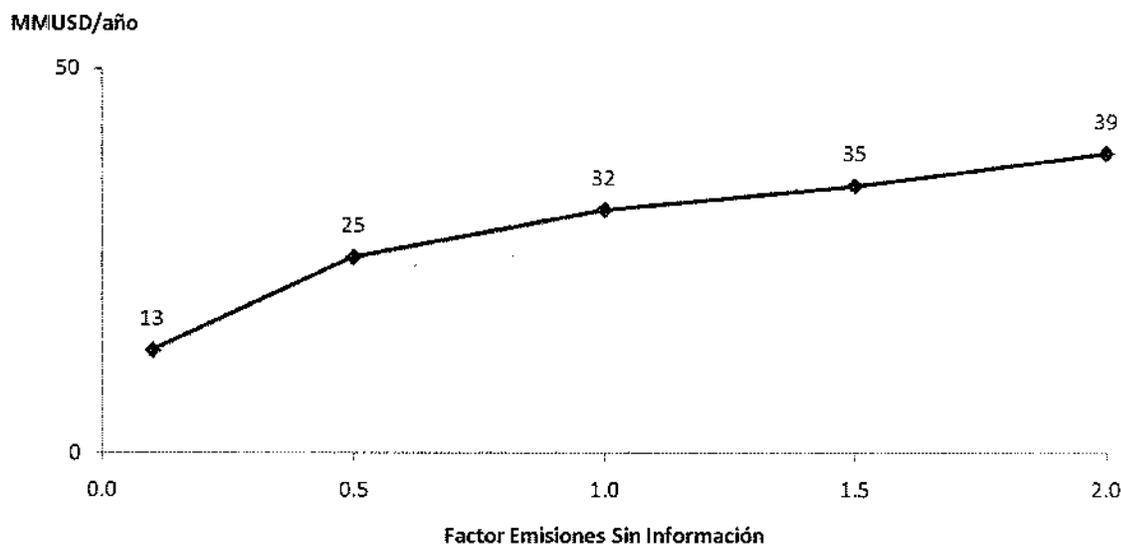
(modificación a regir a partir del año 2013 para FE existentes). A su vez, una eximición de las FE existentes para la modificación Afluentes Lagos implicaría una disminución de los costos totales de la revisión de norma en 2 MMUSD/año, redundando esto en un costo 30 MMUSD/año. Para estuarios esta diferencia es de unos 9 MMUSD/año.

ii. Estimación emisiones sin información

Se decidió realizar un análisis de sensibilidad de costos frente a variaciones de la estimación de emisiones sin información, explicada en el capítulo 7.1.4. Para ello se calcularon los costos para diferentes escenarios según variaciones porcentuales de dichas estimaciones.

La siguiente figura presenta el costo total anualizado asociado a la revisión de norma según variaciones porcentuales de la estimación referencial de emisiones sin información realizada en el presente reporte. Cabe recordar que el flujo anualizado corresponde a la diferencia entre la situación Con Proyecto y la situación Base.

Figura 7-8 Sensibilidad flujo anualizado de costos frente a variaciones porcentuales de estimación de la estimación inicial de emisiones para parámetros sin información. CP- SB. Costos totales.



Fuente: Elaboración propia

Notas: 1USD=\$500, Tasa descuento: 6%, Período: 10 años.

A partir de la Figura 7-8 se observa que los costos totales de la revisión de norma son sensibles a la estimación de emisiones para las cuales actualmente no se cuenta con información. Por ejemplo, si la estimación inicial es un 50% más alta respecto a lo inicialmente estimado (según la metodología expuesta en el capítulo 7.1.4), el diferencial de costos totales aumenta en 3 MMUSD/año, pasando de 32 a 35 MMUSD/año.

De lo anterior se desprende la importancia de conocer de la mejor forma posible las emisiones de los parámetros no monitoreados y de los cuales no se dispone información



8. Reducciones de carga atribuible a la modificación

El modelo de optimización de costo detallado en el acápite anterior, implica en la implementación de tecnologías que cada empresa debe instalar para lograr reducir la concentración de los parámetros provenientes de las descargas (normalmente en mg/l) con el objetivo de cumplir con el Anteproyecto del D.S.90.

En términos ambientales, aparte de las concentraciones, existe un especial interés en la carga de contaminantes (masa por unidad de tiempo) que se emite a un medio acuático. Dos empresas pueden poseer la misma concentración, pero cargas completamente diferentes dependiendo del caudal de operación. A continuación se detalla las reducciones de carga en ton/año para cada parámetro normado tanto para el caso base²⁶ (D.S.90/00) y el caso con proyecto. Estas dos variables se relacionan como se señala en la Ecuación 8-1.

Ecuación 8-1

$$Emisión_{BASE} = Emisión_{CON PROYECTO} + Reducción$$

Ecuación 8-2

$$Red(\%) = 100 \cdot \frac{Emisión_{BASE} - Emisión_{CON PROYECTO}}{Emisión_{BASE}} = 100 \cdot \frac{Reducción}{Emisión_{BASE}}$$

A continuación se detalla las reducciones de carga para las principales modificaciones realizadas al D.S.90/00 con el fin de determinar la efectividad del Anteproyecto de norma.

8.1 Lagos

Tal como ya fue señalado, esta modificación implica que algunas empresas que descargaban según Tabla 1 ó 2 en el caso base, descarguen con el Anteproyecto según Tabla 3 si están ubicadas en un cuerpo de agua que es afluente a un lago.

La Tabla 8-1 detalla la carga emitida con modificación de norma (con proyecto) y la reducción lograda, junto al porcentaje de reducción que representa para todos los parámetros normados²⁷. Existen reducciones significativas tales como el fósforo, DBO₅, y levemente nitrógeno (4%), parámetros directamente relacionados con el nivel de oxigenación del agua y que, entre otros, son los fundamentos de aplicar esta modificación.

Sin embargo, según el modelo de costos, algunos parámetros aumentarían sus emisiones, lo que puede deberse a una de las siguientes causas:

²⁶ El caso base implica un cumplimiento de la normativa vigente, es decir, las emisiones reales podrían ser mayores si las empresas actualmente no la están cumpliendo.

²⁷ Como se señala en la Ecuación 8-1, la suma de las dos primeras variables corresponde a la carga emitida en el caso base.

- a) Los siguientes parámetros poseen límites más laxos en la Tabla 3 que en la Tabla 1 y 2: Boro, Cianuro, Cloruros, Hidrocarburos Fijos, Nitrogeno Kjeldahl, Pentaclorofenol, Poder Espumógeno, Tetracloroetano, Tolueno, Triclorometano y Xileno. El modelo de costos optimiza según este nuevo set de restricciones más laxas lo que provoca un aumento de emisiones dado que se estaría cumpliendo con la normativa.
- b) Las tecnologías de abatimiento reducen más de un parámetro simultáneamente. Por este motivo, la variación de un parámetro en la norma puede producir cambios en emisiones de varios de ellos al elegir una tecnología vs otra. Dichos cambios pueden implicar aumento o reducciones de emisiones, aunque siempre cumpliendo con la norma.

Tabla 8-1. Reducción de emisiones por cambio de Tabla 1 y 2 a Tabla 3 (ton/año)

Paramsel	ConProyecto	Reducción	Red%	Paramsel	ConProyecto	Reducción	Red%
Xileno	3E-05	2E-03	99%	S2-	53	-2	-4%
Tolueno	3E-05	1E-03	98%	Hg	0	0,0	-12%
Tetracloroetano	3E-03	0,03	91%	HCF	58	-7,4	-15%
Triclorometano	0,02	0,13	87%	Al	14	-4	-37%
PCF	2E-04	9E-04	80%	CN-	0	0	-47%
P	205	206	50%	Pb	0,12	-0,04	-52%
SAAM	1.737	1.579	48%	Mo	1	0	-58%
SST	930	572	38%	Se	0	0	-65%
HCV	0	0	30%	Cd	0,03	-0,01	-65%
HCT	46,24	17,01	27%	Mn	0,40	-0,16	-67%
DBO5	440	128	23%	Cr+6	0	0	-68%
AyG	1.369	215	14%	CrT	0,11	-0,04	-68%
NKT	383	28	7%	Ni	0,28	-0,11	-69%
N	1.198	56	4%	B	32,1	-13,2	-70%
Fenoles	21	1	3%	Fluoruro	4,1	-1,72	-71%
SO4	29.641	82	0%	As	0,0	-0,02	-71%
Cl-	70.976	-651	-1%	Fe	1,8	-0,7	-72%
Cu	8	0	-2%	Sn	0	0	-114%
Zn	20	0	-2%				

Fuente: Elaboración propia

Considerando que no se cuenta con la información de la georeferenciación de los puntos de descarga para las fuentes emisoras, no es posible asociar directamente la carga de contaminantes emitida con la cuenca impactada. A falta de esta importante información se asoció la comuna donde está ubicada a un lago en particular, considerando no tan solo las empresas adyacentes, sino todas las que están en la cuenca aportante al mismo. Si bien el impacto que una descarga genera en el lago depende de su cercanía²⁸, es una medida de cuantificar las emisiones que potencialmente afectan al cuerpo de agua.

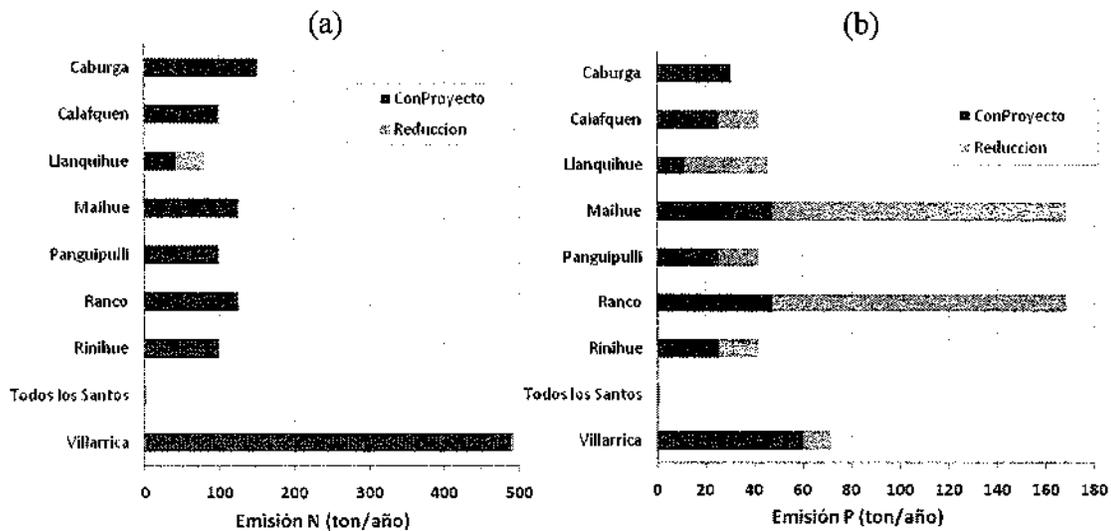
A través del modelo de minimización de costos, se estiman las reducciones de carga de los contaminantes asociados a eutrofización (N y P). La Figura 8-1 indica las reducciones con

²⁸ Para estimar el impacto en la calidad esto se requeriría un modelo de dispersión para todas las cuencas involucradas.



respecto a la línea base de cada uno de los parámetros para algunos lagos seleccionados, donde existen disminuciones importantes para los lagos analizados, principalmente de fósforo. Sin embargo es necesario recalcar que el efecto en calidad del agua dependerá, entre otras cosas, de la preponderancia que las fuentes puntuales tenga en el lago respectivo²⁹.

Figura 8-1. Reducción anual de emisiones atribuibles a la modificación de la normativa (ton/año). (a) Nitrógeno, (b) Fósforo.



Fuente: Elaboración propia

8.2 ZPL

Se seleccionaron las empresas que actualmente son normadas en tabla 5 y que por efectos de la modificación quedarían regidas por la Tabla 4 (dentro de ZPL), las cuales corresponden a las ubicadas desde Punta Puga al sur.

Como se señala en la Figura 8-2, esta modificación implica reducciones porcentuales importantes en prácticamente todos los parámetros y atiende al espíritu preventivo de la norma, reguardando una gran extensión del territorio nacional, que comprende zonas de interés biológico y de biodiversidad, así como zonas de explotación de recursos marinos a través de actividades de extracción, investigación y turismo.

²⁹ Estimaciones en el lago Villarrica calculan un 30% y 5% de aporte de fuentes puntuales para nitrógeno y fósforo respectivamente (UACH, 2009).

Figura 8-2. Reducción de emisiones por cambios en la ZPL

Paramsel	ConProyecto	Reducción	Red%	Paramsel	ConProyecto	Reducción	Red%
DBO5	1.019	175.105	99%	B	106,3	118,4	53%
Tetracloroetano	0,3	13	97%	Cd	0	0	52%
P	420	13.338	97%	HCT	260,5	259,0	50%
SST	529	12.205	96%	Al	29	26	47%
NKT	135	2.015	94%	Ni	1	1	45%
Sn	1	12	91%	CrT	0	0	44%
AyG	510	3.930	89%	Mo	1,6	1,2	44%
HCV	5	26	83%	Fe	5	4	42%
HCF	949	4.271	82%	Se	0	0	41%
Tolueno	0,03	0,1	77%	Fluoruro	11,49	8,10	41%
Xileno	0,03	0,1	77%	N	2.331	1.442	38%
Hg	0	0	74%	Zn	6	3	38%
Triclorometano	15,5	41,8	73%	S2-	20	12	36%
CN-	1	1	67%	Cu	2	1	29%
Pb	1	1	64%	SAAM	341	136	29%
Mn	2	2	56%	PCF	0	0	0%
Fenoles	5	6	53%	Cl-	101.946,8	0E+00	0%
As	0	0	53%	SO4	203.303	0E+00	0%
Cr+6	0,4	0,4	53%				

Fuente: Elaboración propia

8.3 Estuarios

Las modificaciones consideradas en la propuesta de norma para el ecosistema estuarios, se analizan en cuanto a reducción de emisiones alcanzables por incorporación de Tabla 6. Para esto, se consideran los nuevos límites de emisión a los que deberán acogerse las empresas que cambian según la SISS deben reportar por esta tabla.

La reducción de emisiones logradas por esta modificación se presenta en la Figura 8-3.

Se observa que existe una reducción significativa en nitrógeno (76%) y fósforo (85%), parámetros que son considerados de relevancia en la determinación del nivel de trofia cuerpos de agua y principal razón para la incorporación de esta tabla. Específicamente para estuarios, esta reducción es importante, considerando los antecedentes presentados en el estudio "Aplicación piloto del estudio Protección y manejo sustentable de Humedales integrados a la cuenca hidrográfica: humedales costeros" (CONAMA-CENMA 2010), en donde se concluye que gran parte de los estuarios del país poseen una carga de nutrientes que no favorece el desarrollo de las especies que los habitan.



Figura 8-3. Reducción de emisiones por Tabla 6 de estuarios

Paramsel	ConProyecto	Reducción	Red%	Paramsel	ConProyecto	Reducción	Red%
Sn	2E-03	0,2	99%	As	0,07	3E-02	27%
Triclorometano	0,04	1	97%	Cr+6	0,2	0,1	25%
Tetracloroetano	0,01	0,4	97%	Hg	0,0	0,0	24%
PCF	1E-03	0,01	93%	Mn	0,87	3E-01	22%
SAAM	461	4.950	91%	Cd	0	0,0	20%
Xileno	4E-03	0,04	91%	Pb	0,4	0,08	19%
Tolueno	4E-03	0,03	88%	CN-	0,3	0,1	17%
DBO5	223	1.445	87%	Ni	1,0	0,2	15%
P	84	471	85%	S2-	17	2,9	15%
NKT	258	1.086	81%	Zn	5	1	11%
SST	513	1.945	79%	Cu	2	0	10%
N	630	2.036	76%	Cl-	9.739	578,5	6%
Mo	1	0	40%	SO4	17.882	130	1%
CrT	0	0,1	36%	Fenoles	6	0	0%
Fe	2,1	1,1	35%	HCT	422	-2	-1%
B	39	21	35%	AyG	829	-2E+01	-3%
Fluoruro	5	3	33%	HCF	21	-1	-7%
Al	14	6	30%	HCV	1	0	-19%
Se	0	0	28%				

Fuente: Elaboración propia.

8.4 Aumento de nivel de norma de NKT y P

Las empresas que descarga por Tabla 1 ó 2 se les permite emitir más de nitrógeno y fósforo, por lo que existiría un aumento de las toneladas anuales con respecto al caso base, como se señala en la Tabla 8-2, con aumentos del 2% y 10% respectivamente. Para la toma de decisiones se requiere contrapesar este aumento de parámetros vs el ahorro en costos que esta medida implicaría.

Tabla 8-2. Emisiones anteproyecto y aumento de emisiones con respecto al caso base para N y P (ton/año)

Paramsel	Anteproyecto	Delta	Red%
NKT	25.585	-388	-2%
P	9.356	-973	-10%

Fuente: Elaboración propia.

8.5 Cloro libre residual

La reducción de emisiones de cloro libre residual corresponde a un 55% a nivel nacional. Si bien los daños efectivos dependen de las concentraciones que se alcancen, estas reducciones reducen la generación de compuestos organoclorados cancerígenos.

Figura 8-4. Emisiones anteproyecto y reducción de emisiones con respecto al caso base para N y P (ton/año)

Paramsel	Anteproyecto	Delta	Red%
CLR	924	1.126	55%

Fuente: Elaboración propia.

8.6 Nacionales

Finalmente, se realizaron los cálculos de reducción de emisiones a nivel nacional emulando el efecto de la aplicación del anteproyecto del D.S.90. El efecto ambiental de la normativa, si bien no es posible determinarlo con certeza a partir de este análisis dado que influyen muchos factores, las reducciones de carga en términos porcentuales son significativas comparando los dos escenarios.

Tabla 8-3. Reducción de emisiones nacionales por el proceso de revisión de norma.

Parámetro	ConProyecto	Reducción	Red %	Parámetro	ConProyecto	Reducción	Red %
HCV	19	26	58%	CrT	6	0,3	5%
CLR	924	1.116	55%	Mn	47	2,0	4%
DBO5	256.987	175.485	41%	Al	645	28	4%
HCF	10.493	4.263	29%	Cr+6	11	0	4%
P	37.942	12.869	25%	Ni	19	0,7	3%
SAAM	23.811	7.270	23%	Fluoruro	264	9	3%
Hg	2	0,5	17%	HCT	8.482	274	3%
SST	71.885	14.166	16%	N	77.797	2.482	3%
AyG	27.983	4.095	13%	Mo	47	2	3%
Sn	80	11	12%	S2-	470	12	3%
Tetracloroetano	83	11	12%	Zn	143	4	2%
As	3	0,4	10%	Se	1	0	2%
Triclorometano	363	36	9%	Fe	356	4	1%
NKT	32.231	2.712	8%	Tolueno	14	0	1%
Pb	20	1	6%	Cu	48	0,4	1%
Fenoles	157	9	6%	Xileno	27	0,1	0%
CN-	21	1	5%	PCF	5	0,0	0%
B	2.314	123	5%	SO4	1.288.587	212,40	0%
Cd	3	0	5%	Cl-	888.301	-72	0%

Fuente: Elaboración propia.

Si bien se puede dar situaciones particulares donde exista aumento de carga para algunos parámetros en lugares específicos como se detalló con anterioridad, esto no se ve en términos de agregado nacional pues es de recordar que los análisis detallados arriba corresponden únicamente a las empresas que participaban del cambio de tabla y que no representaban el total de descargas que son emitidas a un cuerpo de agua. Por lo tanto, es posible concluir que, en general, el anteproyecto reduce las emisiones en carga para prácticamente todos los parámetros involucrados.



9. Conclusiones

La revisión del D.S. 90/00 implica un aumento de costos de aproximadamente 32 MMUSD/año, lo que en valor presente se traduce en un aumento de 247 MMUSD. La exclusión del valor cero en los intervalos de confianza sugiere diferencias significativas para los costos de tratamiento y monitoreo.

Al desglosar los costos según tipo de modificación destaca el aporte de las modificaciones ZPL y Estuarios, con un aporte cercano a los 20 y 11 MMUSD al año, es decir, sin estas modificaciones se esperaría que los costos totales anuales sean del orden de 11 y 20 MMUSD/año respectivamente.

El análisis de sensibilidad muestra que los costos son altamente sensibles a la estimación de las emisiones sin información por lo que se **recomienda recabar mayor información al respecto**.

El análisis por rubro revela que Pesca, Industrias manufactureras y PTAS son los rubros que perciben los mayores costos, debido a su alto volumen de descarga y a las modificaciones ZPL, Estuarios y Afluentes Lagos principalmente.

Al analizar la gradualidad de algunas modificaciones se observó que las fuentes existentes perciben los costos más altos gracias a la modificación ZPL, y en menor medida por la modificación Estuarios.

Es importante mencionar que los resultados representan el diferencial de costos entre la situación Con Proyecto y la situación Base, por lo que valores cercanos a cero no significan necesariamente costos despreciables para la situación Con Proyecto.

Por otra parte, urge la necesidad de recabar información en tema de valoración de servicios ambientales a nivel nacional, principal dificultad para la valoración de beneficios en normas asociadas a reducciones de contaminantes en cuerpos de agua.

En reducciones de emisiones por lo general el anteproyecto alcanza reducciones importantes en los parámetros que generan más dificultades en los respectivos cuerpos de aguas (principalmente nutrientes), tanto a nivel local como en el agregado nacional.

Sin embargo, para el caso de la medida de afluentes de lagos, preocupa el hecho de que el cambio de empresas a Tabla 3 implique que algunos parámetros sean más laxos que la normativa original considerando que los lagos son cuerpos de agua muchos más susceptibles de ser contaminados que los ríos (caso del boro, tolueno, entre otros). Este hecho da pie para que una segunda revisión del D.S.90 se intente recopilar antecedentes para estos parámetros y fundamente este hecho con antecedentes técnicos.

Al presentar los principales resultados del ejercicio de estimación de COSTOS e identificación de BENEFICIOS, es importante tener en consideración:

9. Conclusiones

-
- a. Los valores estimados como beneficios **no corresponden a la evaluación del cambio marginal**, por parámetro, generado por las modificaciones específicas propuestas para la norma de emisión D.S.90.
 - b. Los valores presentados en los beneficios corresponden un análisis que en algunos casos incorpora metodología de VET. Ésta considera el escenario más desfavorable, **en donde el servicio ambiental impactado se pierde completamente.**
 - c. Los valores presentados en la estimación de costos, a diferencia, consideran las variaciones para cada parámetro modificado e igualmente asumen la incertidumbre de sus supuestos.

En consecuencia, no es posible presentar los resultados como una metodología ACB convencional, es decir, dado el nivel de incertidumbre, no es correcto restar de los beneficios los costos estimados.



10. Referencias

CONAMA-CENMA (2010). Aplicación piloto del estudio Protección y manejo sustentable de Humedales integrados a la cuenca hidrográfica: humedales costeros, Centro Nacional del Medioambiente.

Chesapeake, C. F. d. L. p. l. B. d. C. O. d. P. d. l. B. d. (2010). "Estrategia para la Protección y Restauración de la Cuenca de la Bahía de Chesapeake. Fiscal Year 2011 Action Plan."

De La Maza, C., L. Rizzi, et al. (2009). "Disentangling willingness in the valuation of visibility and risk reduction due to improvements in air quality in Santiago de Chile." Draft paper.

DICTUC (2009). Evaluación ambiental del Transantiago. Santiago, Chile, PNUMA.

EPA (2009). National Recommended Water Quality Criteria, Environmental Protection Agency.

FundacionChile (2010). Estimación de Costos de Abatimiento de contaminantes en Residuos Líquidos. Santiago de Chile.

INGESA (2007). Estudio para la implementación de medidas para el control de la contaminación hídrica: antecedentes para la revision del decreto supremo 90/2000. Santiago de Chile.

Johnston, R., E. Besedin, et al. (2005). "Systematic Variation in Willingness to Pay for Aquatic Resource Improvements and Implications for Benefit Transfer: A Meta Analysis." Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie 53(2 3): 221-248.

Kristal (2009). Antecedentes para la elaboracion del AGIES institucional del proceso de modificacion del ds 90/00. Santiago de Chile.

Lewandowski, J. (2000). "Planning and Management of Lakes and Reservoirs: An Integrated Approach to Eutrophication."

Pendleton, L. H. (2008). The Economic and Market Value of Coasts and Estuaries: What's At Stake? , Restore America's Estuaries.

Rast, W. and G. F. Lee (1978). "Summary Analysis Of The North American (US Portion) OCED Eutrophication Project: Nutrient Loading-Lake Response Relationships And Trophic State Indices."

SERNAPESCA (2009). Anuario estadístico de pesca.

SERNATUR (2007). Indicadores de sostenibilidad en ZOIT Villarrica - Pucón.

Van Houtven, G., J. Powers, et al. (2007). "Valuing water quality improvements in the United States using meta-analysis: Is the glass half-full or half-empty for national policy analysis?" Resource and Energy Economics **29**(3): 206-228.



11. Anexos

11.1 Análisis de Riesgo Relativo³⁰

Este análisis vincula la información sobre calidad del agua y la información existente sobre los niveles de concentración de parámetros que causan efectos nocivos en salud y ecosistemas.

Estudios internacionales intentan determinar las dosis de contaminantes que potencialmente pueden provocar problemas en la salud de las personas. Estos valores umbrales, normalmente se establecen en mg/kg/día, es decir, la dosis diaria que un ser humano puede incorporar, en función de su peso corporal, sin tener ningún riesgo a la salud o bien un riesgo que la sociedad respectiva determine como “aceptable”.

Análogo a ello, y en particular para el caso del medio acuático, diversas organizaciones e instituciones, sugieren valores umbrales de concentración de contaminantes en los cuerpos de agua, generalmente en mg/l.

El análisis realizado a nivel nacional utiliza la fórmula detallada en la Ecuación 11-1 que indica el número de veces que un contaminante *i* se encuentra por sobre o por debajo del valor recomendado en la literatura internacional, donde se deduce que el valor de 1 corresponde a la frontera entre estos grupos.

Ecuación 11-1

$$RR_{i,j} = \frac{\text{Concetración monitoreada}_{i,j,k}}{\text{Concetración recomendada}_i} = \frac{C(DGA)_{i,j,k}}{WQC_i}$$

{i: parámetro, j: cuenca, k:año}

Si bien existen varias recomendaciones a nivel internacional de valores umbrales, este análisis utiliza el *Water Quality Criteria* (WQC) de la (EPA 2009) debido a que considera impacto en la salud agudo y crónico, además de efectos en el ecosistema en mg/l de cada contaminante. El análisis no incorpora la variable de exposición (efectivamente cuánta población está en contacto con el medio contaminado), pero permite estimar un aumento en el riesgo de ocurrencia de algún efecto.

Se establecieron criterios de selección de cuencas de acuerdo a los datos de monitoreo de calidad de la DGA. A partir de ellos se consideraron los años 2001 y 2006, que cuentan con un número de datos relativamente mayor. Se seleccionaron las cuencas con el mayor número de datos para ambos años simultáneamente y donde existen descargas de empresas. En cuanto a los parámetros, se eliminaron los que tenían baja representatividad (Sflice,

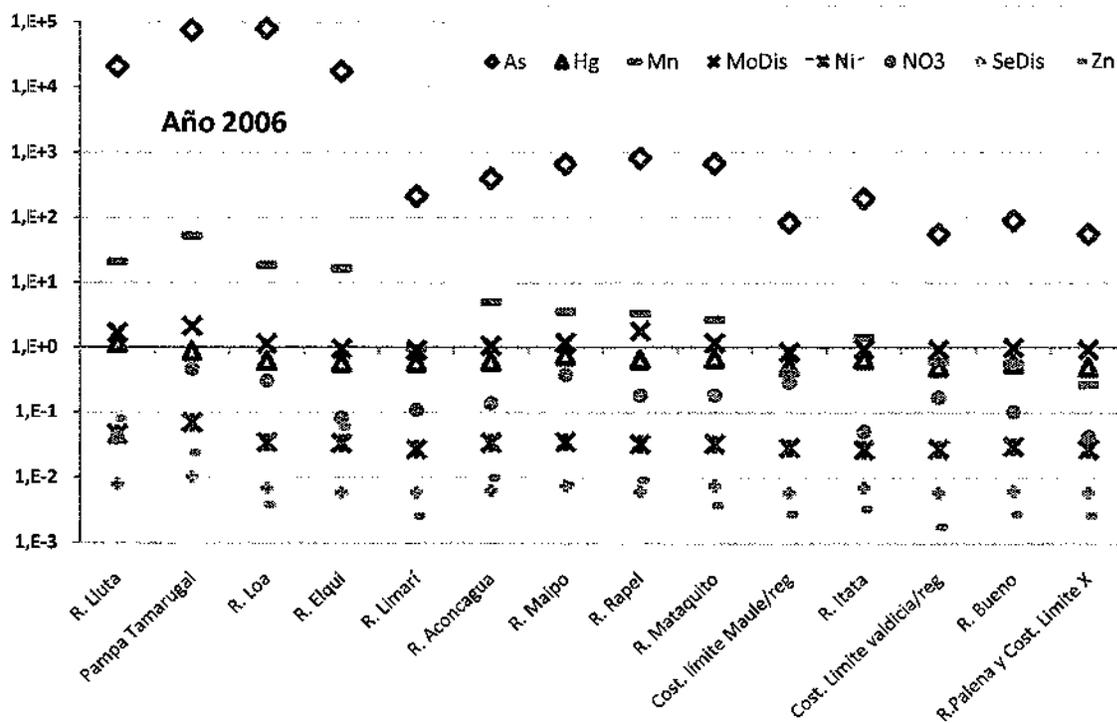
³⁰ Este análisis se enfoca en la calidad de los cuerpos de agua y se relaciona con los efectos del D.S.90, en la medida en que el carácter preventivo de ésta norma de emisión intenta evitar alteraciones y/o degradaciones de la calidad de las aguas superficiales nacionales.

Nitrito, Nitrógeno Amoniacal, DBO, Cianuro y Selenio Total). Además, se utiliza como indicador el promedio anual por contaminante³¹.

La Figura 11-1 y Figura 11-2 muestra los resultados del indicador señalado, separado por cuenca, contaminante y efectos crónicos en salud y en ecosistemas respectivamente. Es necesario recalcar que los gráficos fueron construidos en escala logarítmica, lo que implica que cada segmento del gráfico en el eje vertical corresponde a un incremento de 10 veces. En este contexto, destaca el arsénico principalmente en la zona norte, con concentraciones de hasta 10,000 veces las recomendadas. Se utilizaron valores promedio para este indicador, por lo que para algunas zonas monitoreadas acontecen casos más extremos.

La diferenciación entre las contribuciones por causa natural y antrópica escapa de los objetivos del análisis (caso arsénico en la zona norte del país), pero como se menciona, el indicador permite concentrarse en contaminantes y cuencas donde se requiere de estudios más detallados.

Figura 11-1 Índice de Riesgo de cuencas seleccionadas. Efectos Crónicos en Adultos para el 2006

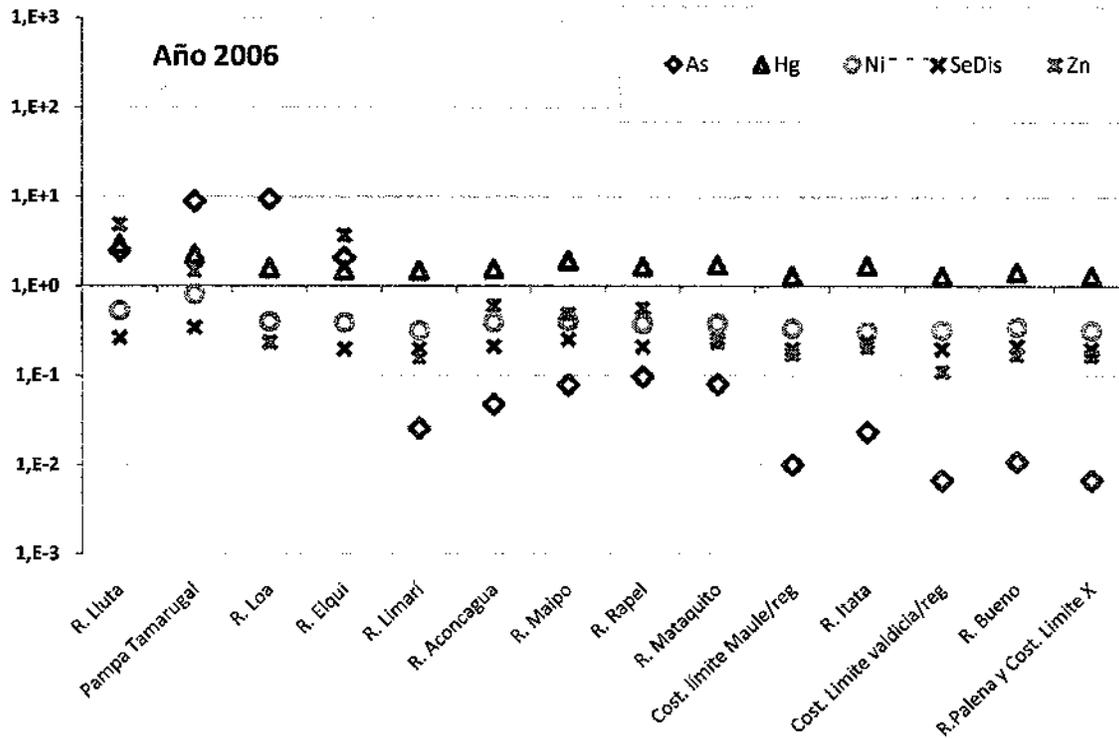


Fuente: Elaboración propia

³¹ Esto implica que aún existan zonas con riesgo relativo aún mayores que los aquí reportados.



Figura 11-2 Índice de Riesgo de cuencas seleccionadas. Efectos crónicos en ecosistemas para el 2006



Fuente: Elaboración propia

11.2 Efectos en Salud de Parámetros Normados en el D.S.90

Parámetro en D.S.90	Efectos en Salud
Aceites y Grasas	Se regulan por propiedades organolépticas y efectos sobre ecosistema. No tiene expresión en la salud de la población. Si indica que podría existir otra contaminación presente como la por Coliformes (es un "proxi".)
Aluminio	Daño al sistema nervioso central, demencia, pérdida de la memoria, temblores severos
Arsénico	Promotor de cáncer. Lo que quiere decir que asociado a un cancerígeno (tabaco muy prevalente en Chile) eleva la probabilidad de cánceres del aparato genitourinario. Irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel, e irritación de los pulmones, infertilidad y abortos en mujeres, perturbación de la piel, pérdida de la resistencia a infecciones, perturbación en el corazón y daño del cerebro.
Boro	No se le ha encontrado efectos claros sobre la salud de las personas. Genera infecciones intestinales que atacan el estómago, hígado, riñones y hasta el cerebro; en los seres vivos; humanos y/o animales se puede distinguir una irritación en la nariz, garganta y ojos.
Cadmio	Diarreas, dolor de estómago y vómitos severos, fractura de huesos, fallos en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad, daño al sistema nervioso central, daño al sistema inmune, desordenes psicológicos, posible daño en el ADN o desarrollo de cáncer.
Cianuro	Lesiones en el nervio óptico, ataxia, hipertensión, desmielinización, neuropatía óptica de Leber, bocio y bajas en la función tiroidea.

Cloro Libre Residual	Generación de compuestos organoclorados cancerígenos.
Cloruros	Efectos no conocidos en la salud humana. Solamente altera el sabor del agua.
Cobre	Efectos gastrointestinales perceptibles a altas dosis. Afecciones en hígado y riñones. La enfermedad de Wilson no es atribuible pues solo ocurre en personas con defecto genético en el metabolismo de cobre.
Coliformes Fecales o Termotolerantes	Infecciones al sistema digestivo.
Cromo Hexavalente	Efectos por inhalación, diversos tipos de cáncer al tracto intestinal. Erupciones cutáneas, malestar de estómago y úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune, daño en los riñones e hígado, alteración del material genético, cáncer de pulmón.
DBO ₅	No tiene efecto sobre la salud humana. Indicador de salud del ecosistema. Los organismos oxígeno dependientes (peces, crustáceos, etc.), requieren de adecuados niveles de oxígeno disuelto en el agua.
Estaño	Efectos agudos como irritaciones de ojos y piel, dolores de cabeza, dolores de estómago, vómitos y mareos, sudoración severa, falta de aliento, problemas para orinar. Efectos crónicos como depresiones, daños hepáticos, disfunción del sistema inmunitario, daños cromosómicos, escasez de glóbulos rojos, daños cerebrales (provocando ira, trastornos del sueño, olvidos y dolores de cabeza).
Fluoruro	Puede provocar caries, osteoporosis y daños a los riñones, huesos, nervios y músculos.
Fosforo	Daño a los riñones y osteoporosis, daños el hígado, corazón y riñones.
Hidrocarburos Totales	Puede causar cánceres e incrementos de la mutagenicidad y la teratogenicidad.
Hidrocarburos Fijos	Igual efecto que los hidrocarburos totales.
Hidrocarburos Volátiles	Igual efecto que los hidrocarburos totales. La exposición aumenta pues puede ser vía inhalatoria, dérmica y digestiva.
Hierro Disuelto	Puede provocar conjuntivitis, coriorretinitis, y retinitis si contacta con los tejidos y permanece en ellos.
Índice de Fenol	Gente cuya piel fue expuesta a altos niveles de fenol sufrió daño al hígado, diarrea, oscurecimiento de la orina y anemia hemolítica.
Manganeso	Enfermedades al tracto respiratorio y cerebro. Parkinson, bronquitis, embolia pulmonar.
Mercurio	Ataque al sistema nervioso central.
Níquel	Principales efectos por inhalación, cáncer de pulmón, nariz, laringe, próstata, diversas afecciones al aparato respiratorio.
Nitrógeno Kjeldahl	No es causa de efectos en salud.
Nitrógeno Total	No se ha comprobado que causa de efectos en salud.
Pentaclorofenol	Compuesto orgánico persistente, tiene gran impacto ecosistémico, extremadamente fitotóxico por contacto. Exposición crónica causa mutaciones en células vivas, y puede dañar el feto en desarrollo. La exposición repetida puede dañar el hígado, riñones, sangre y sistema nervioso; puede también causar bronquitis y erupción cutánea. Probable carcinógeno humano.
Plomo	Ataque al sistema nervioso central, encefalopatías.
Selenio	Acumulación de líquido en los pulmones, mal aliento, bronquitis, neumonía, asma bronquítica, náuseas, escalofríos, fiebre, dolor de cabeza, dolor de garganta, falta de aliento, conjuntivitis, vómitos, dolores abdominales, diarrea y agrandamiento del hígado.
Sólidos Sedimentables	No tienen efecto directo. Depende de la composición química de los sólidos.
S. Suspendidos Totales	No tienen efecto directo. Depende de la composición química de los sólidos.
Sulfatos	Efecto laxante con concentraciones de 1000 a 1200 mg/l, pero sin aumento de la



	diarrea, la deshidratación o la pérdida de peso.
Sulfuros	Efectos neurológicos, alteración de la circulación sanguínea, daños cardíacos, efectos en los ojos y en la vista, fallos reproductores, daños al sistema inmunitario, desórdenes estomacales y gastrointestinales, daños en las funciones del hígado y los riñones, defectos en la audición, alteraciones del metabolismo hormonal, efectos dermatológicos, asfixia y embolia pulmonar.
Tetracloroetano	Depresión del sistema nervioso central.
Tolueno	Puede afectar los riñones, el sistema nervioso, el hígado, el cerebro y el corazón. La ingestión de tolueno puede ocasionar vómito, diarrea y dificultad respiratoria.
Trihalometanos	Cáncer vejiga, colonrectal y efectos reproductivos.
Xileno	Irritación gastrointestinal, fatiga, pérdida de consciencia, náusea y vómito. Efectos al hígado y riñones: Se han reportado daños al riñón, pero no se han concluido los estudios.
Zinc	Niveles alto de Zinc pueden dañar el páncreas y disturbar el metabolismo de las proteínas, y causar arterioesclerosis.

Fuente: Elaboración Propia basada en antecedentes expediente D.S. 90 y <http://www.atsdr.cdc.gov/>

11.3 Encuesta de tratamientos para enfermedades de origen biológico seleccionadas

Completar para cada una de las enfermedades, la información solicitada. Considerar los siguientes aspectos:

- Los datos solicitados corresponden a un paciente promedio (no un caso extremo) que padece la enfermedad especificada.
- Los pacientes están en un estado de gravedad que requirieron ser hospitalizados por las causas descritas.
- Indicar si en las observaciones hay alguna diferencia significativa entre niños y adultos o cualquier otro comentario adicional relevante.
- Considerar que los pacientes egresaron vivos del hospital.
- En cada una de las enfermedades se señala tanto su nombre como la sigla CIE10.

Las enfermedades corresponden a las descritas en la Tabla 1-3 con una ficha correspondiente en cada página. Existe falta de información en algunas (“especificada” y “sin especificar”), por lo que se le asignará en primera instancia la de mayor probabilidad de ocurrencia, según las BD, a menos que se sugiera lo contrario.

I. Enfermedad: Tifus abdominal (fiebre tifoidea) (A01.0)

a) Días Cama:

Indicar si requiere de atención normal o bien de tratamientos intensivos UCI-UTI (el costo varía significativamente en estos dos casos). Indicar, si es posible, una probabilidad de ocurrencia (p. ej: 1 de cada 10, 1 de cada 100, etc.) y un promedio de los días (3 días de los 10 de hospitalización).

R.

b) Exámenes:

Escribir exámenes que se requiere para un paciente que padece la enfermedad especificada y la frecuencia (veces por día o semana) si corresponde

R.

Examen	Frecuencia	Observaciones
Hemograma VHS	1 x sem x 4 veces	1 ó 2 hospitalizados y el resto ambulatorio
Pruebas hepáticas	1 x sem x 4 semanas	1 ó 2 hospitalizados y el resto ambulatorio
Hemocultivos (1 set de 2 frascos)	1 vez	
Ex orina completo	1 vez	
Urocultivo	1 vez	
Electrolitos plasmáticos	1 día por medio x 3 veces	
Creatininemia	1 día por medio por 2 veces	
Rx tórax	1 vez	

En general la F. tifoidea se trata en forma ambulatoria. Si se hospitaliza es porque no se había diagnosticado a momento del ingreso y en ese caso la hospitalización es corta 3-5 días. Si ya se había diagnosticado en forma ambulatoria se podría hospitalizar por complicaciones, que en general son graves y en ese caso podría requerir UTI o cirugías. Pero la incidencia actualmente es tan baja que el Hospital UC vemos unas 2 ó 3 al año y en general es porque no se había hecho el diagnostico ambulatorio y no por complicaciones.

c) Tratamientos

Indicar qué tratamientos requiere el paciente promedio si padece la enfermedad consultada. Esto incluye procedimientos, intervenciones o cualquier otro ítem relacionado. Por favor indicar la frecuencia y el tiempo que requiere durante la hospitalización y posterior a ella si aplica.

R.

Nombre tratamiento	Periodicidad/dosis	Tiempo de tratamiento	Observaciones
En general no requiere cirugías, ni pre neta necesidad de otro tipo de estudios o procedimientos			

d) Medicamentos

Indicar el medicamento genérico que se requiere (no asociado a una marca en específico) tanto durante como después de la hospitalización si aplica, dosis y tiempo de tratamiento.

Nombre medicamento	Periodicidad/dosis	Tiempo de tratamiento	Observaciones
Ciprofloxacino	1 tab de 500 mg cada 12 horas	por 15 días	
Paracetamol	1 tab cada 6 horas	por 5 días	
Sueros Glucosado o Fisiológico	2 litros al día	por 3 días	

e) Licencia

Indicar los días de licencia que un paciente promedio requiere posterior a la hospitalización y los días adicionales que necesita para recuperarse completamente



R. El tiempo de reposo que requiere licencia varia de 10 a 20 días.

II. Shigelosis³²

a) Días Cama:

Indicar si requiere de atención normal o bien de tratamientos intensivos UCI-UTI (el costo varía significativamente en estos dos casos). Indicar, si es posible, una probabilidad de ocurrencia (p. ej.: 1 de cada 10, 1 de cada 100, etc.) y un promedio de los días (3 días de los 10 de hospitalización).

R.

b) Exámenes:

Escribir exámenes que se requiere para un paciente que padece la enfermedad especificada y la frecuencia (veces por día o semana) si corresponde

R.

Examen	Frecuencia	Observaciones
En general todas las infecciones por los distintos tipos de Shigella tienen los mismos cuadros clínicos y las mismas necesidades de tratamiento. Por lo que llenando un formulario es aplicable a todos		
Hemograma VHS	1 x sem x 2 veces	1 hospitalizado y 1 ambulatorio
Pruebas hepáticas	1 vez	
Hemocultivos (1 set de 2 frascos)	1 vez	
Leucocitos fecales	1 vez	
Coprocultivo	1 vez	
Parasitológico de deposiciones	1 vez	
Ex orina completo	1 vez	
Urocultivo	1 vez	
Electrolitos plasmáticos	1 diario x 3 veces	
Creatininemia	1 diario x 2 veces	
Rx tórax	1 vez	

c) Tratamientos

Indicar qué tratamientos requiere el paciente promedio si padece la enfermedad consultada. Esto incluye procedimientos, intervenciones o cualquier otro ítem relacionado. Por favor indicar la frecuencia y el tiempo que requiere durante la hospitalización y posterior a ella si aplica.

R.

Nombre tratamiento	Periodicidad/dosis	Tiempo de tratamiento	Observaciones
No requiere procedimientos especiales			

³² Todos los tipos de Shigelosis con el mismo tratamiento.

d) Medicamentos

Indicar el medicamento genérico que se requiere (no asociado a una marca en específico) tanto durante como después de la hospitalización si aplica, dosis y tiempo de tratamiento.

Nombre medicamento	Periodicidad/dosis	Tiempo de tratamiento	Observaciones
Suero Glucosado o Fisiológico	2-3 litros la día	Por 3 días	
Ciprofloxacino	1 tab de 500 mg cada 12 horas	por 5 días	
Paracetamol	1 tab cada 6 horas	por 2 días	

e) Licencia

Indicar los días de licencia que un paciente promedio requiere posterior a la hospitalización y los días adicionales que necesita para recuperarse completamente

R. Requiere licencia médica por 7 días si requirió hospitalización

11.4 Base de datos de costos unitarios de enfermedad

Tabla 11-1. Costos unitarios de enfermedad

Enfermedad	Clasificación	Subclasificación	Costo Unitario (\$/caso)	Observaciones
Tifus abdominal	Urgencia	Atención de Urgencia	9.840	6450 en Consulta médica integral en servicio de urgencia (Hosp. tipo 2 y 3)
	Días cama	Día cama Medicina	28.910	
	Control	Control Medico	3.660	
	Examen	Hemograma VHS	1.950	
	Examen	Pruebas hepáticas	6.910	
	Examen	Hemocultivos (1 set de 2 frascos)	2.740	
	Examen	Hemocultivos (1 set de 2 frascos)	4.460	
	Examen	Ex orina completo	1.220	
	Examen	Urocultivo	2.380	
	Examen	Electrolitos plasmáticos	960	
	Examen	Creatininemia	960	
	Examen	Rx tórax	6.530	
	Medicamento	Ciprofloxacino	5.350	500mg caja 10 comp. en lab Bayer Chile \$10700. Supuesto, valor social 0.5x
	Medicamento	Paracetamol	64	Valor Holtz de \$300
Medicamento	Sueros	4.250	5 Litros (5%, con 40 amp. De Na y 20 de K)	



	Glucosado o Fisiológico		
Licencia	Licencia	7.008	
Acti. Restringida	Acti. Restringida	1.402	Criterio 1,5 UF/día UF=21000 (fuente MODEC)
Urgencia	Atención de Urgencia	9.840	6450 en Consulta médica integral en servicio de urgencia (Hosp. tipo 2 y 3)
Días cama	Día cama Medicina	28.910	26610, 22190 Día cama hospitalización integral medicina, cirugía, pediatría, obstetricia-ginecología y especialidades (sala 3 camas o más) Hospitales tipo 2, 3 y 4. Percentil 50 de Días de hospitalización
Control	Control Medico	3.660	
Examen	Hemograma VHS	1.950	1 hospitalizado y 1 ambulatorio
Examen	Pruebas hepáticas	6.910	
Examen	Hemocultivos (1 set de 2 frascos)	2.740	
Examen	Hemocultivos (1 set de 2 frascos)	4.460	
Examen	Leucocitos fecales	750	
Examen	Coprocultivo	2.710	
Examen	Parasitológico de deposiciones	2.020	
Examen	Ex orina completo	1.220	
Examen	Urocultivo	2.380	
Examen	Electrolitos plasmáticos	960	
Examen	Creatininemia	960	
Examen	Rx tórax	6.530	
Medicamento	Sueros Glucosado o Fisiológico	4.250	5 Litros (5%, con 40 amp. De Na y 20 de K)
Medicamento	Ciprofloxacino	5.350	500mg caja 10 comp. en lab Bayer Chile \$10700
Medicamento	Paracetamol	64	
Licencia	Licencia	7.008	
Acti. Restringida	Acti. Restringida	1.402	Criterio 1,5 UF/día UF=21000 (fuente MODEC)

Shigelosis

Fuente: Elaboración propia en base a información FONASA.

11.5 Anexo. Literatura relacionada a la valoración de estuarios

Tabla 11-2. Resumen de la literatura encontrada

Study	Water Body	Variables Considered	Base Price	Value Added ³
Bin <i>et al.</i> (2006)	Atlantic Ocean NC (Carteret county)	Flood zone	Median price	<7.3%> or <\$11,598>
Bourassa, Hoesh and Sun (2004)	New Zealand	Water views	Median price	% value is increased, greatest increase where supply of properties is low
Braden <i>et al.</i> (2004)	Lake Michigan (Waukegan Harbor)	Restoration and Clean-up harbor (Superfund site)	Median price	Willingness to pay 16-19% of property values
Epp and Al-Ani (1979)	Pennsylvania	Water quality of streams	Mean price	pH levels affected housing prices
Frech and Lafferty (1984)	California	Coastal preservation	Median price	0-0.5 miles inland: 7.6%-13.4% or \$2,882-\$5,040
Garrod and Willis (1992)	UK: Gloucestershire	Natural open space	Median price	Canal: 4.9% Woodland cover: 7.1% Open water: 0% Marshland: negative
Kniesel (1979)	California	Coastal preservation	Median price	0-4.5 miles inland: 7%-21%
Knogge <i>et al.</i> (2004)	Estuaries	Protection from coastal impacts of climate change	Median price	\$3M-\$13M/km
Leggett and Bockstael (2000)	Chesapeake Bay (Western Shore)	Water quality improvement	Median price	\$12.15 million on 494 homes
Major and Luscht (2004)	New Jersey	Proximity to ocean vs. bay	Values from sales transactions	Beachfront 207% higher than two blocks from ocean Bayfront 73.2% higher than two blocks from bay
Nelson <i>et al.</i> (2005) Literature survey	Lake Erie	Proximity to water	Median price	Ranges from 90% direct frontage (single family) to 4%-11% lake view (condo)
Nelson <i>et al.</i> (2005)	Arlington, TX	Inland waterways and canals	Premium on sales price	\$175 per frontage ft.
Parsons (1992)	Chesapeake Bay	Proximity to water	Median price	With water frontage: 46-62% Without water frontage: 14-27%
Polis Project (2001)	Chesapeake Bay	Proximity to water	Median price	3 miles away: 4-11%
Pompe and Rhinehart (1995)	South Carolina	Quality of beaches	Real estate values	Not specific
Poor <i>et al.</i> (2007)	St. Mary's River (Chesapeake Bay)	Water quality: total suspended solids: Water Quality: dissolved inorganic	Median price	TSS: <\$1,086> N: <\$17,642>

Fuente: Pendleton, 2008



11.6 Resumen modificaciones a la norma no consideradas en el análisis

Este anexo contiene las principales modificaciones (M) propuestas al D.S. 90/00 no consideradas en el análisis y la razón de su exclusión (RE). Cabe destacar que algunas de ellas no aparecen en la versión publicada en el diario oficial en marzo de 2010, no obstante, al momento de la elaboración del presente AGIES está vigente la discusión de su incorporación por lo que se incluyen como modificaciones.

Es importante considerar que un AGIES por definición corresponde a un análisis general, por lo que algunas modificaciones deberán obligadamente quedar fuera de análisis por requerir mayor dedicación que lo demandado a un AGIES.

11.6.1 Exclusiones a la aplicación de la norma

M: Se propone excluir de la aplicación de norma las siguientes descargas:

- Descargas de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias
- Descargas de vertederos de tormenta de sistemas de recolección y/o tratamiento de aguas servidas, en los eventos en que se incorpore aguas lluvias que excedan su capacidad máxima de diseño.
- Descargas de camiones limpiafosas
- Descargas de fuentes móviles y difusas
- A las aguas de contacto

RE: No se cuenta con información suficiente y corresponden en general a descargas ocasionales. En el caso de fuentes móviles aplican otras normas.

11.6.2 Facultad de negar solicitud de autorización de descarga

M: La Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante podrá negar una solicitud de autorización de descarga en áreas con características particulares o fragilidad ambiental, independiente de la concentración final del efluente, por el impacto sobre la biota, las personas, los usos o la calidad estética del lugar.

RE: Se asume de bajo impacto en términos de emisiones, por lo que los costos y beneficios se estiman despreciables.

11.6.3 Modifica y ajusta definiciones de la norma

M: Se modifica y/o ajustan las siguientes definiciones:

1. Contenido Natural, Cuerpo de agua receptor y Residuos Líquidos, aguas residuales o efluentes
2. Fuente emisora: Se adicionan criterios para definición de fuente emisora:

- a. Deberán sumarse todas las descargas de residuos líquidos que genere un establecimiento, incluidas las aguas servidas que sean parte integrante del proceso.
- b. La caracterización de los residuos líquidos de una fuente emisora, debe realizarse antes de someterlos a cualquier sistema de tratamiento y en momentos de máxima producción.
- c. Sólo se considerarán los parámetros regulados en la tabla de descarga correspondiente, aplicando los valores establecidos en las tablas de fuente emisora.

RE:

1. Sin impacto en costos y beneficios
2. Según criterio adicionado:
 - a. No hay antecedentes de cuántas empresas calificarían como fuente emisora por este concepto. Se asume que no habría un incremento significativo de nuevos puntos de descarga.
 - b. Se asume que no habría un incremento significativo de nuevos puntos de descarga pues actualmente las autoridades fiscalizadoras lo exigen.
 - c. Se asume que son pocas las empresas que no calificarían como fuente emisora por este concepto.

11.6.4 Agrega y modifica consideraciones generales a los límites máximos permitidos en la norma

M: Con el propósito de lograr una efectiva reducción de los contaminantes provenientes de la fuente emisora, no se debe usar la dilución de los residuos líquidos con aguas ajenas al proceso industrial, incorporadas sólo con el fin de reducir las concentraciones. Para estos efectos, no se consideran aguas ajenas al proceso industrial las aguas servidas provenientes de la fuente emisora.

RE: No se cuenta con suficiente información para estimar el número de empresas que realizan esta práctica ni de la magnitud de las diluciones. Se asume en el presente informe que el aporte de esta consideración no es significativo en término de costos o beneficios.

11.6.5 Evaluación del cumplimiento de la norma

M: Se diferencia entre los parámetros que se miden por dilución, de los parámetros que tienen valor característico.

RE: Se estima que su impacto es nulo en términos de costos y beneficios.

11.6.6 Se elimina punto 4.1.4 de la norma

M: Se elimina la obligación de cumplimiento de norma para los establecimientos de servicios sanitarios que atiendan una población menor o igual a 30.000 habitantes y que reciban descargas de residuos industriales líquidos provenientes de establecimientos industriales.

RE: Se estima que son pocos los establecimientos de servicios sanitarios acogidos a esta excepción, por lo que no habría efectos importantes en términos de costos o beneficios.

11.7 Límites Normas

Las siguientes tablas presentan los límites máximos de norma según parámetro, situación (base y con proyecto) y características del cuerpo de agua receptor.

Tabla 11-3 Límites máximos de norma por parámetro, situación (base y con proyecto) y características del cuerpo de agua receptor.

Parámetro	Tabla 1		Tabla 2		Tabla 3		Tabla 4		Tabla 5		Tabla 6a		Tabla 6b	
	Base	Con Proyecto	Base	Con Proyecto	Base	Con Proyecto								
Al	5	5	10	10	1	1	1	1	10	10	5	5	10	10
As	0,5	0,5	1	1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1
AyG	20	20	50	50	20	20	20	20	150	150	20	20	50	50
B	0,75	0,75	3	3	SN	SN	SN	SN	SN	SN	0,75	0,75	3	3
Cd	0,01	0,01	0,3	0,3	0,02	0,01	0,02	0,02	0,5	0,5	0,01	0,01	0,3	0,3
Cl-	400	400	2000	2000	SN	SN	SN	SN	SN	SN	400	400	2000	2000
CLR	SN	0,5	SN	0,5	SN	0,5	SN	1	SN	2	0,5	0,5	0,5	0,5
CN-	0,2	0,2	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0,2	0,2	1	1
Coli/100ml	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	SN	SN	1000	1000	1000	1000
C ₁ +6	0,05	0,05	0,2	0,2	0,2	0,05	0,2	0,2	0,5	0,5	0,05	0,05	0,2	0,2
C _T	SN	SN	SN	SN	2,5	2,5	2,5	2,5	10	10	SN	SN	SN	SN
Cu	1	2	3	3	0,1	0,1	1	1	3	3	0,1	0,1	3	3
DBO5	35	35	300	300	35	35	60	60	SN	SN	35	35	35	35
Fe	5	5	10	10	2	2	10	10	SN	SN	5	5	10	10
Fenoles	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	1	1
Fluoruro	1,5	1,5	5	5	1	1	1,5	1,5	6	6	1,5	1,5	5	5
HCF	10	10	50	50	SN	SN	SN	SN	SN	SN	10	10	50	50
HCT	SN	SN	SN	SN	5	5	10	10	20	20	SN	SN	SN	SN
HCV	SN	SN	SN	SN	SN	SN	1	1	2	2	SN	SN	SN	SN

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-4 Límites máximos de norma por parámetro, situación (base y con proyecto) y características del cuerpo de agua receptor (Continuación).

Parámetro	Tabla 1		Tabla 2		Tabla 3		Tabla 4		Tabla 5		Tabla 6a		Tabla 6b	
	Base	Con Proyecto	Base	Con Proyecto	Base	Con Proyecto								
Mn	0,3	0,3	3	3	0,5	0,3	2	2	4	4	0,3	0,3	3	3
Mo	1	1	2,5	2,5	0,07	0,07	0,1	0,1	0,5	0,5	1	1	2,5	2,5
N	SN	SN	SN	SN	10	10	SN	SN	SN	SN	10	10	20	20
Ni	0,2	0,2	3	3	0,5	0,2	2	2	4	4	0,2	0,2	3	3
NKPT	50	80	75	80	SN	SN	50	50	SN	SN	SN	SN	SN	SN
P	10	15	15	15	2	2	5	5	SN	SN	2	2	4	4
Pb	0,05	0,05	0,5	0,5	0,2	0,05	0,2	0,2	1	1	0,05	0,05	0,5	0,5
PCF	0,009	0,009	0,01	0,01	SN	SN	SN	SN	SN	SN	0,009	0,009	0,009	0,009
PE	7	7	7	7	SN	SN	SN	SN	SN	SN	7	7	7	7
pH	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	9	9	9	9	8,5	8,5	8,5	8,5
S2-	1	1	10	10	1	1	1	1	5	5	1	1	10	10
SAAM	SN	SN	SN	SN	10	10	10	10	15	15	10	10	10	10
Se	0,01	0,01	0,1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,1	0,1
Sn	SN	SN	SN	SN	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	SN	SN	SN	SN
SO4	1000	1000	2000	2000	1000	1000	SN	SN	SN	SN	1000	1000	2000	2000
SSed	SN	SN	SN	SN	5	5	5	5	20	20	5	5	5	5
SST	80	80	300	300	80	80	100	100	300	300	80	80	80	80
Temp	35	35	40	40	30	30	30	30	SN	SN	30	30	30	30
Tetracloroetano	0,04	0,04	0,4	0,4	SN	SN	SN	SN	SN	SN	0,04	0,04	0,4	0,4
THMs	SN	SN	0,1	0,1	0,1	0,1								
Tolueno	0,7	0,7	7	7	SN	SN	SN	SN	SN	SN	0,7	0,7	7	7
Triclorometano	0,2	0,2	0,5	0,5	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN
Xileno	0,5	0,5	5	5	SN	SN	SN	SN	SN	SN	0,5	0,5	0,5	0,5
Zn	3	3	20	20	5	3	5	5	5	5	3	3	20	20

Fuente: Elaboración propia

Respecto a las tablas anteriores cabe aclarar lo siguiente:

- pH: Para este parámetro también se norman valores mínimos
- SN: Sin norma

11.8 Descripción Designación de Tablas

El siguiente apartado describe la metodología seguida cuando no se contó con información sobre la tabla a aplicar a los puntos de descarga.

Lo primero que se hizo fue intentar localizar la ubicación de los puntos de descarga en el mapa, optando en el caso Base por lo siguiente:

- Descargas en quebrada, arroyo, acequia y canales: Tabla 1.
- Descarga en ríos y esteros: Tabla 2.
- Descargas en lago, laguna, humedal: Tabla 3.
- Dentro de ZPL: Tabla 4.
- Descargas fuera de ZPL: Tabla 5.

Para la situación Con Proyecto:

- Descargas en quebrada, arroyo, acequia y canales: Tabla 1.
- Descarga en ríos: Tabla 2.
- Descargas en lago, laguna, humedal: Tabla 3.
- Dentro de ZPL: Tabla 4.
- Descargas fuera de ZPL: Tabla 5.
- Descargas en estuarios: Tabla 6.

En general se optó por la elección más estricta (conservadora en términos de costos), en detalle:

- Para aquellas fuentes emisoras que se conoce descargan a estuario, pero no se cuenta con información sobre la capacidad de dilución de éstos, se asume que el estuario no posee capacidad de dilución.
- Cuando es dudoso si el punto de descarga se encuentra al sur de Punta Puga se asume que sí lo está.
- Se asumió que todas las fuentes emisoras que descargan al mar y se encuentran al sur de Punta Puga deben registrarse según Tabla 4 en la situación Con Proyecto.
- Se asumió que todas las fuentes emisoras que descargan al mar por tabla 5 y se encuentran al norte de Punta Puga siguen descargando por Tabla 5 (postura no conservadora, pero se estima que el cambio de fórmula de ZPL no implicará cambio de tabla).

11.9 Factor escalamiento: ejemplo

Si el modelo de optimización señala que para cumplir con la norma un punto de descarga debe aplicar 1 vez la tecnología de tratamiento con Reactores Biológicos Secuenciales y 1,8 veces la tecnología biológica de lombrifiltro, el costo de tratamiento es el siguiente:

Tecnologías:

- 1: Tratamiento Reactores Biológicos Secuenciales.
- 2: Tratamiento biológico lombrifiltro

Factor de Escalamiento:

$$x_1 = 1$$

$$x_2 = 1,8$$

Parámetros:

$$a_1 = 24,04$$

$$b_1 = 0,6$$

$$a_2 = 20.432$$

$$b_2 = 0,33$$

$$Q = 300m^3 / día$$

Donde:

- a_1, b_1, a_2, b_2 : Constantes específicas tecnologías 1 y 2
- Q : Caudal ($m^3/día$)

Costos:

$$C_1 = a_1 \times Q^{b_1} \times x_1 = 24,04 \times 300^{0,6} \times 1 = 737 \text{ USD/año}$$

$$C_2 = a_2 \times Q^{b_2} \times x_2 = 20.432 \times 300^{0,33} \times 1,8 = 241.840 \text{ USD/año}$$

$$\text{Costo} = C_1 + C_2 = 242577 \text{ USD/año}$$

Donde:

- C_1, C_2 : Costo escalado tecnologías 1 y 2.



004570

Ministerio del Medio Ambiente
División de Política y Regulación Ambiental
Departamento de Asuntos Hídricos

MEMORÁNDUM N° 199/2011

De : MARIELA AREVALO H.
Jefa (S) División de Políticas y Regulación Ambiental
Ministerio de Medio Ambiente

A : RODRIGO BENITEZ URETA
Jefe División Jurídica
Ministerio de Medio Ambiente

Mat. : Solicita interpretación y procedimiento respecto a entrada en vigencia de límites estipulados en tabla 5 del D.S. N°90/00 y aclaraciones relacionadas.

Fecha: 25-05-2011

Mediante la presente, solicito a usted, tenga a bien interpretar jurídicamente el procedimiento que las Fuentes Emisoras deberán seguir para informar el cumplimiento de los límites estipulados en la tabla 5 del D.S. N°90/00 (aceites y grasas, sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables), al 10° año de vigencia de la norma, el cual se cumple el 3 de septiembre del año 2011, y que no tendrá modificaciones en el actual proceso de revisión en curso.

Asimismo, durante el actual proceso de revisión de esta norma de emisión, se ha evidenciado que no todas las descargas de los rubros que pueden presentar incumplimientos de los parámetros de la Tabla N° 5, cuentan con resoluciones de monitoreo (RM) y otros que sí poseen RM, no se les ha exigido los autocontroles correspondientes. Para efectos de la evaluación, control y seguimiento de la norma, se requiere que las entidades fiscalizadoras de la norma exijan en forma obligada estos parámetros dentro de las resoluciones de monitoreo, en particular, en los rubros:

- Pesca (con énfasis en harina y aceite)
- Sanitarias
- Alimentos en general

Además, se solicita aclarar la interpretación que puede darse respecto al punto 5.3. de la norma vigente, que menciona *"Las fuentes emisoras existentes deberán cumplir con los límites máximos permitidos, a contar del quinto año de la entrada en vigencia del presente decreto, salvo aquellas que a la fecha de entrada en vigencia del mismo, tengan aprobado por la autoridad competente y conforme a la legislación vigente, un cronograma de inversiones para la*



004571

Ministerio del Medio Ambiente
División de Política y Regulación Ambiental
Departamento de Asuntos Hídricos

construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales, en cuyo caso el plazo de cumplimiento de esta norma será el que se encuentre previsto para el término de dicha construcción. En cualquier caso, las fuentes emisoras podrán ajustarse a los límites máximos establecidos en este decreto desde su entrada en vigencia”.

Del punto anterior, se entiende que sólo aplicó a las empresas existentes al momento de entrada en vigencia de la norma en el año 2001, sin embargo, podría interpretarse inadecuadamente a la modificación actual de la misma, por lo cual, se solicita derogar este punto en el proyecto definitivo.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

MARIELA AREVALO H.
Jefa (S) División de Políticas y Regulación Ambiental
Ministerio de Medio Ambiente

CGC/jra

c.c:

- Conrado Ravanal, División Jurídica.
- Expediente proceso de revisión del DS90/00



andesschile

Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios



Santiago, 26 de Mayo 2011

Sra. Maria Ignacia Benitez
Ministra de Medio Ambiente
Presente

De nuestra consideración

Mediante la presente, vengo a manifestar a usted nuestra inquietud respecto a los impactos en la industria sanitaria y por consiguiente en los hogares de Chile, que las modificaciones al Decreto Supremo N°90 que regula las descargas de los sistemas de tratamiento de aguas servidas a los diferentes cuerpos de aguas del país, podrían provocar, de mantenerse la versión informada el pasado 20 de abril de 2011 y que en varios puntos importantes, no corresponde a la versión puesta en consulta pública en febrero de 2010.

En dicha reunión, convocada por el equipo técnico que ha gestionado el proceso de modificación normativo en el Ministerio de Medio Ambiente, se dieron a conocer los principales resultados del estudio "Análisis general del impacto económico y social" AGIES de las modificaciones de la norma de emisión, en el cual no habrían sido consideradas variables como el impacto tarifario de dichas modificaciones en el sector.

Si bien a la fecha no ha sido posible revisar el estudio AGIES, así como tampoco conocer la versión actual del anteproyecto de norma de emisión, dado que los expedientes no han sido puestos a disposición pública, a continuación se resumen aquellos aspectos que, de la presentación efectuada por la autoridad, revisten mayor relevancia para la industria sanitaria. Cabe destacar que la versión comentada en la reunión hace caso omiso de mas de dos años de estudio y





discusión, volviendo a foja cero, bajo el argumento que el criterio imperante para establecer las modificaciones propuestas para la norma, correspondió a un criterio de protección ambiental, es decir que las modificaciones de la norma buscan la protección de los ecosistemas y la biodiversidad.

I.- Caso Emisarios submarinos de empresas sanitarias:

- Independiente de los estudios presentados por la industria que demuestran que los emisarios submarinos sanitarios han cumplido con el objetivo de sanear el borde costero, la versión actual incorpora restricciones tales a los emisarios a emplazar desde la zona de Punta Puga al sur, que cuatro de ellos, Puerto Montt, Achao, Porvenir, Punta Arenas, deberán desaparecer ante las nuevas exigencias, debiendo cambiar de tecnología al menos a lodos activados. De esta forma, se desconoce las variables y estudios que fueron considerados para la localización de dichas instalaciones, los cuales consideraron en su momento, las características particulares del borde costero en aquellas zonas del país.

A modo de referencia, solo para el caso de Puerto Montt y Achao, el reemplazo del emisario submarino por un sistema de tratamiento biológico con sus obras anexas, requeriría de inversiones superiores a los MM US\$40, con costos operacionales hasta 50 veces mayores a los de un emisario submarino.

En el caso de Porvenir, primeras estimaciones sobre la inversión en una planta de tratamiento biológico indican que serían superiores a MM US\$3.

II.- Caso Estuarios (Tabla nº6) y descargas afluentes a lagos (Tabla nº3): Plantas de tratamiento de aguas servidas que descargan a Estuarios y afluentes a lagos.

- Se menciona un listado de mas de 30 sistemas de tratamiento de aguas servidas que no podrían cumplir con la nueva exigencias (pese a cumplir





andesschile

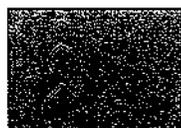
Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios A.G.

con las normas actuales y planes de vigilancia ambiental) por lo que deben cambiar de tecnología. Plantean como solución "lodos activados" aunque se ha explicado en reiteradas ocasiones que dichos sistemas no están diseñados para abatir nutrientes por lo tanto no garantizan alcanzar el estándar exigido por la autoridad debiendo incorporar tecnología adicional (terciaria).

- Existen casos para sistemas de tratamientos de las empresas Essal, Esvál y Aguas del Valle, donde se les aplica el nuevo estándar por estar emplazados en zona de estuarios, sin embargo en opinión de las compañías y de acuerdo a la definición del Anteproyecto estarían mal tipificadas.
- Primeros cálculos del grupo ESSBIO/NuevoSur estiman en más de MM US\$40 la inversión en infraestructura sanitaria para cumplir con el nuevo estándar.
- En el caso de Aguas Araucanía, se mencionan dos sistemas de tratamiento en base a lagunas aireadas que no pueden cumplir con el nuevo estándar. Tomando como referencia sistemas de tamaños similares, considerando solo inversión, ambas obras de mejoramiento podrían superar los MM US\$ 3.
- Existen una serie de pequeñas localidades con sistemas de tratamiento que deberán ser acondicionados para el cumplimiento. Como dato de referencia, durante el proceso de revisión de la norma, Essal aportó estudios que indicaban que solo la ampliación de las plantas de Ancud y Calbuco para la remoción de nutrientes superaría los MM US\$5

En suma, solo por efecto de las nuevas exigencias de Punta Puga al sur, estuarios y sistemas que descargan en afluentes a lagos, tomando como referencia estimaciones y montos de inversión reales, sin considerar mitigaciones ambientales, costos de operación y otras externalidades, ANDESS estima que estas



**andesschile**

Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios A.G.

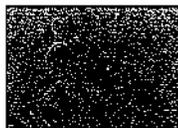
modificaciones podrían significar para la industria en su conjunto, inversiones superiores a los MM US\$100 solo por concepto de infraestructura. Lo anterior, con un impacto tarifario no cuantificado en la AGIES, y sin presentar un beneficio ambiental adicional a nuestro parecer.

Sin embargo, según el equipo técnico del Ministerio de Medio Ambiente, todas estas modificaciones para la industria sanitaria no costarían mas de MM US\$6 por año (incluyendo operación en un horizonte de 10 años). Respecto al tema tarifario, argumentan que no es competencia de su estudio, por lo tanto no esta evaluado ni su efecto indirecto sobre los subsidios de agua potable.

Por lo tanto, considerando las diferencias detectadas en la estimación de la inversión del estudio AGIES para la industria sanitaria así como la no inclusión en el mismo del efecto tarifario sobre la comunidad consideramos necesario se reevalúe determinando con precisión los sistemas de tratamiento que serían afectados a la nueva exigencia, determinación mas realista de la inversión requerida para su cumplimiento e incluir el impacto tarifario sobre la comunidad en relación con el beneficio ambiental y social de la modificación.

III.- Abatimiento de nutrientes, el caso del Nitrógeno y Fósforo.

- Existe un consenso general en la industria que en plantas de lodos activados el abatimiento del Fósforo es posible alcanzarlo mediante la incorporación de inversiones menores y ajustes operacionales. En igual medida, se ha reiterado en todas las instancias que si bien los sistemas de tratamiento en base a lodos activados no están diseñados para abatir Nitrógeno, son capaces de remover cierto porcentaje durante el proceso de tratamiento de



la carga orgánica, sin embargo ello no garantiza el cumplimiento del estándar informado en la reunión. El riesgo de incumplimiento es aun más evidente en las lagunas de estabilización que no remueven Nitrógeno ni Fósforo.

- Durante el proceso de revisión de la norma, a través de la participación en el Comité Ampliado, ANDESS sostuvo permanentemente la necesidad de revisar los límites de los parámetros Nitrógeno y Fósforo, basado en extensa data de caracterización de aguas servidas en el país y en el resultado ambiental observado en los cauces receptores, de tal forma de no imponer límites mas restrictivos de los necesarios, evitando afectar injustificadamente a la comunidad con mayores tarifas. Así fue entendido durante el proceso de revisión por el Comité Operativo, quedando en el texto del Anteproyecto de norma que fue sometido a consulta pública. Sin embargo, en la presentación del AGIES, se informó que no era posible aumentar los límites máximos permisibles para Nitrógeno y Fósforo, y que por no ser esta una situación nueva en la norma, tampoco se consideraría la evaluación de su impacto. En este sentido, es importante señalar que la SISS no ha considerado incumplimiento de la norma la excedencia de estos parámetros, cuando su contenido, exento de Riles, es superior al establecido en el punto 3.7 de la norma. Sin embargo, ante este nuevo escenario, si la SISS cambia de interpretación se deberán realizar importantes inversiones, con su consiguiente traspaso a tarifas. Ninguno de estos efectos está considerado en el AGIES.
- Hoy en Chile, existen mas de 62 lagunas que no cumplirán la exigencia de Nitrógeno y Fósforo arriesgando sanciones.
- Las plantas de tratamiento de las principales ciudades de Chile son en base a lodos activados y no consideran instalaciones para abatimiento de Nitrógeno.

Necesitamos certidumbre dado que si bien estos parámetros existen en la norma desde 2001, no han sido fiscalizados ni incluidos en las exigencias de la empresa modelo para tarificación, por lo tanto las empresas no han ejecutado inversiones para su abatimiento .

Dado que es sabido que las lagunas no abaten nutrientes y los sistemas de lodos activados no garantizan el cumplimiento de dichos estándares, se propone abordar el tema mediante un Plan de Desarrollo, donde se programen las inversiones para transformar los actuales sistemas de tratamiento considerando su calce y activación en los próximos procesos tarifarios.

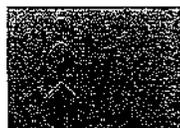
IV.- Otras modificaciones

Es urgente conocer finalmente la definición en temas como:

- No se tomó en cuenta la argumentación respecto a la necesidad de revisar el límite de 300 ppm para la descarga de SST por lo que diversos sistemas arriesgan incumplimientos pese que durante toda la historia de su funcionamiento han cumplido con sus planes de vigilancia ambiental, demostrando que no ha habido daño ambiental al medio marino. El valor de la norma actual es 700 ppm, la industria pidió se considerara un valor entorno a 450 ppm que permitiera su cumplimiento mediante ajustes operacionales.
- Bypass de plantas de tratamiento de aguas servidas en caso de lluvias
- Concentración de Cloro residual en las descarga de las plantas de tratamiento de aguas servidas

Finalmente destacar que durante el proceso de revisión de la normativa, se presentaron todos los estudios que disponía la industria en las materias en



**andess**chile

Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios A.G.

discusión, cuyos resultados demostraron que los diferentes sistemas de tratamientos (emisarios, plantas de tratamiento, entre otros) han cumplido con el objetivo de descontaminar los diferentes cuerpos de agua en el país y no causar daño ambiental. Muchas de las mayores exigencias que se vienen imponiendo en la última versión de la normativa no tienen respaldo técnico o científico y pese a ello, de ser implementadas se traducirán en inversiones que finalmente deberán ser traspasadas a tarifa, por lo tanto financiada por todos los usuarios.

Quedo a su disposición para sus comentarios o dudas.

Saluda atentamente a Ud.

Guillermo Pickering De La Fuente
Presidente Ejecutivo Andess