



**FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DE NUEVOS CONTAMINANTES A  
LA NORMATIVA AMBIENTAL CHILENA DE CALIDAD SECUNDARIA Y  
EMISIÓN EN AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TITULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**ALUMNAS: MARÍA GABRIELA DÍAZ BARRERA.  
JESSICA ANDREA MORAGA IBARRA.**

**PROFESOR GUÍA: Mg (c) JULIO NEULING HERRERA.**

**VALPARAÍSO, ENERO 2008.**

*A mi familia en especial a mi madre, Mauricio y abuelas, por su apoyo, cariño  
y confianza en todo momento.*

*A mis amigas, por el cariño y momentos de felicidad que me brindaron en esta  
etapa de mi vida.*

*Y por sobre todo a mi hijo Francisco por ser mi fuente de inspiración y fortaleza.  
Jessica.*

*A mi familia, mis padres, abuelos, tía y hermanas, por su amor y confianza en todo  
momento.*

*A mis compañeras y amigas que por su cariño y amistad siempre ocuparán un lugar  
en mi corazón.*

*M<sup>a</sup>. Gabriela.*

*Agradecemos a nuestro profesor guía el Mg (c) Julio Neuling Herrera, por su orientación  
y entrega de conocimientos.*

*Finalmente agradecemos a Pamela Herrera, por su apoyo y amistad incondicional.*

## INDICE

<b>1</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
3.1	Clasificación de las aguas .....	13
3.1.1	Aguas continentales .....	13
3.1.2	Aguas marinas .....	14
3.2	Contaminación del medio acuático .....	15
3.2.1	Definiciones generales .....	16
3.2.2	Contaminación de lagos .....	17
3.2.3	Contaminación de ríos .....	17
3.2.4	Contaminación de aguas subterráneas.....	17
3.2.5	Contaminación marina .....	18
3.3	Clasificación de contaminantes.....	19
3.3.1	Contaminantes físicos .....	19
3.3.2	Contaminantes químicos .....	21
3.3.3	Contaminantes biológicos .....	26
3.4	Características físico-químicas de los contaminantes y su transporte en el medio ambiente.....	27
3.4.1	Características físico-químicas.....	28
3.4.2	Mecanismos de transporte ambiental.....	29
3.5	Efectos de la contaminación acuática .....	31
3.5.1	Impactos en los ecosistemas.....	31
3.5.2	Impactos en la salud humana.....	35
3.6	Fuentes emisoras.....	37
3.6.1	Principales fuentes de contaminación acuática.....	38
3.7	Antecedentes normativos nacionales.....	44
3.7.1	Norma Chilena Oficial (NCh) 1.333.....	44
3.7.2	Normas de calidad primaria.....	45
3.7.3	Normas de calidad secundaria .....	45
3.7.4	Normas de emisión para las descargas de residuos industriales y aguas servidas..	46
3.7.5	Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión.....	49
3.8	Marco institucional nacional para la gestión del agua.....	51
3.8.1	Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) .....	51
3.8.2	Dirección General de Aguas (DGA).....	52
3.8.3	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).....	52
3.8.4	Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)....	52
3.8.5	Servicios de Salud del Ministerio de Salud .....	53
3.8.6	Servicio Agrícola Ganadero (SAG) .....	53
3.9	Normativas Internacionales .....	54
3.9.1	Unión Europea .....	54
3.9.2	Canadá.....	55
3.9.3	United States Environmental Protection Act.....	56

---

<b>4</b>	<b>PROBLEMA.....</b>	<b>57</b>
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>58</b>
5.1	Objetivo general .....	58
5.2	Objetivos específicos.....	58
<b>6</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>59</b>
6.1	Revisión de antecedentes de la normativa nacional e internacional .....	59
6.1.1	Recopilación de información extranjera .....	59
6.1.2	Comparación de parámetros normados nacional e internacionalmente.....	61
6.1.3	Revisión de antecedentes en instituciones nacionales con competencia ambiental..	62
6.2	Clasificación de contaminantes según actividades industriales en Chile actualmente no regulados en normas hídricas. ....	64
6.2.1	Identificación de los parámetros no regulados en normas de calidad y emisión. ....	64
6.2.2	Recopilación de información de parámetros según procedencia y aplicación. ....	65
6.2.3	Selección de tipos de industrias contaminantes en Chile. ....	66
6.3	Análisis de propiedades físico-químicas y perfil ecotoxicológico de los contaminantes. ....	69
6.3.1	Recopilación de propiedades físico-químicas y perfiles ecotoxicológicos. ....	69
6.4	Selección de contaminantes prioritarios.....	70
6.4.1	Establecimiento de un criterio para la asignación de prioridad de inclusión. ....	70
6.4.2	Proposición de contaminantes prioritarios.....	72
<b>7</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>75</b>
7.1	Revisión de parámetros regulados en normativa ambiental hídrica internacional y nacional.....	75
7.1.1	Comparación de parámetros normados en la legislación ambiental hídrica nacional e internacional. ....	75
7.1.2	Revisión de parámetros propuestos por organizaciones con competencia ambiental nacional.....	84
7.2	Clasificación de contaminantes según actividades industriales. ....	85
7.2.1	Identificación de parámetros no regulados en normas ambientales hídricas de calidad secundaria y emisión. ....	85
7.2.2	Información de parámetros de calidad y emisión según procedencia y aplicación. ....	88
7.2.3	Selección de contaminantes producidos por actividades industriales en Chile. ....	106
7.3	Análisis de propiedades físico-químicas y ecotoxicológicas de los contaminantes. ....	112
7.3.1	Características de contaminantes para calidad.....	112
7.3.2	Características de contaminantes para emisión.....	142
7.4	Selección de contaminantes prioritarios.....	146
<b>8</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>153</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>161</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>163</b>
<b>11</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>186</b>

## INDICE DE TABLAS

**Marco Teórico**

<b>Tabla 1:</b> Efectos de los principales contaminantes en organismos acuáticos.....	33
<b>Tabla 2:</b> Actividades agrícolas e impactos en las aguas superficiales.....	43
<b>Tabla 3:</b> Norma Chilena Oficial 1.333.....	188
<b>Tabla 4:</b> Parámetros de calidad primaria para aguas continentales superficiales.....	190
<b>Tabla 5:</b> Parámetros para los usos prioritarios y protección de las comunidades acuáticas.....	191
<b>Tabla 6:</b> Parámetros para la calidad de las aguas lacustres.....	193
<b>Tabla 7:</b> Parámetros para la calidad ambiental en aguas marinas.....	194
<b>Tabla 8:</b> Límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúen.....	195
a redes de alcantarillado que no cuenten con plantas de tratamiento de aguas servidas.	
<b>Tabla 9:</b> Límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúan.....	196
a redes de alcantarillado que cuenten con plantas de tratamiento de aguas servidas.	
<b>Tabla 10:</b> Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos.....	197
a cuerpos de agua fluviales.	
<b>Tabla 11:</b> Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos.....	198
a cuerpos de agua fluviales considerando la capacidad de dilución del receptor.	
<b>Tabla 12:</b> Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos.....	199
a cuerpos de aguas lacustres.	
<b>Tabla 13:</b> Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos.....	200
a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral.	
<b>Tabla 14:</b> Límites máximos de concentración para descarga de residuos líquidos.....	201
a cuerpos de agua marinos fuera de la zona de protección litoral.	
<b>Tabla 15:</b> Límites máximos permitidos para descargar residuos líquidos.....	202
en condiciones de vulnerabilidad media.	
<b>Tabla 16:</b> Límites máximos permitidos para descargar residuos líquidos.....	203
en condiciones de vulnerabilidad baja.	

**Metodología**

<b>Tabla 1:</b> Parámetros para la protección de la vida acuática Canadá.....	205
<b>Tabla 2:</b> Parámetros para la protección del agua de riego Canadá.....	207
<b>Tabla 3:</b> Parámetros de calidad para la protección de aguas superficiales.....	209
y subterráneas Japón.	
<b>Tabla 4:</b> Lista II, parámetros para la fijación de objetivos de calidad UE.....	209
<b>Tabla 5:</b> Sustancias prioritarias y otros contaminantes UE.....	210
<b>Tabla 6:</b> Sustancias prioritarias y no prioritarias para agua dulce y marina USEPA.....	211

<b>Tabla 7:</b> Valores límites de emisión para sustancias de Lista I UE.....	214
<b>Tabla 8:</b> Valores límites para la descarga de RILES UE.....	215
<b>Tabla 9:</b> Estándares de emisión para protección de la salud humana Japón.....	216
<b>Tabla 10:</b> Estándares de emisión para la protección del ambiente vivo Japón.....	216
<b>Tabla 11:</b> Presencia de Parámetros en la normativa de calidad ambiental hídrica.....	61
extranjera y nacional.	
<b>Tabla 12:</b> Presencia de Parámetros en la normativa de emisión hídrica extranjera y nacional.....	61
<b>Tabla 13:</b> Estimación de emisiones en Industria Papelera.....	217
<b>Tabla 14:</b> Resultados de análisis de plaguicidas en aguas superficiales subterráneas.....	217
<b>Tabla 15:</b> Propuesta SAG.....	218
<b>Tabla 16:</b> Parámetros incluidos en distintas normas internacionales.....	220
<b>Tabla 17:</b> Programa de monitoreo de calidad del efluente en Celulosa Arauco.....	222
<b>Tabla 18:</b> Parámetros muestreados por POAL. ....	223
<b>Tabla 19:</b> Clasificación de los contaminantes para normas de emisión o calidad.....	63
<b>Tabla 20:</b> Procedencia y aplicación de los contaminantes.....	65
<b>Tabla 21:</b> Contaminantes producto de actividades industriales en Chile.....	68
<b>Tabla 22:</b> Características físico- químicas y perfil ecotoxicológico.....	69
<b>Tabla 23:</b> Persistencia en el medio acuático.....	71
<b>Tabla 24:</b> Solubilidad en el medio acuático.....	71
<b>Tabla 25:</b> Toxicidad peces, crustáceos y algas.....	72
<b>Tabla 26:</b> Afinidad con biota animal acuática.....	72
<b>Tabla 27:</b> Asignación de puntaje y prioridad para cada contaminante en agua dulce.....	73
<b>Tabla 28:</b> Asignación de puntaje y prioridad para cada contaminante en agua marina.....	74
<b>Resultados</b>	
<b>Tabla 1:</b> Parámetros presentes en normas de calidad para aguas.....	75
superficiales y continentales	
<b>Tabla 2:</b> Parámetros presentes en normas de emisión para aguas superficiales.....	82
y sistemas de alcantarillado.	
<b>Tabla 3:</b> Clasificación de los contaminantes para normas de emisión o calidad.....	84
<b>Tabla 4:</b> Parámetros de calidad seleccionados.....	85
<b>Tabla 5:</b> Parámetros de emisión seleccionados.....	87
<b>Tabla 6:</b> Aplicación de los plaguicidas.....	88
<b>Tabla 7:</b> Procedencia y aplicación de Compuestos Orgánicos Volátiles para calidad.....	91
<b>Tabla 8:</b> Procedencia y aplicación de Metales para calidad.....	96
<b>Tabla 9:</b> Procedencia y aplicación de Nutrientes para calidad.....	100
<b>Tabla 10:</b> Procedencia y aplicación de Otros para calidad.....	100

<b>Tabla 11:</b> Procedencia y aplicación de Plaguicidas para emisión.....	104
<b>Tabla 12:</b> Procedencia y aplicación de Otros para emisión.....	105
<b>Tabla 13:</b> Contaminantes producidos por actividades industriales en Chile.....	108
<b>Tabla 14:</b> Características del Azinfos metil.....	113
<b>Tabla 15:</b> Características del Carbaril.....	114
<b>Tabla 16:</b> Características del Clorpirifos.....	115
<b>Tabla 17:</b> Características del DDD.....	115
<b>Tabla 18:</b> Características del Diazinón.....	116
<b>Tabla 19:</b> Características del Dicamba.....	116
<b>Tabla 20:</b> Características del Dicloran.....	117
<b>Tabla 21:</b> Características del Dicofol.....	117
<b>Tabla 22:</b> Características del Endosulfán.....	118
<b>Tabla 23:</b> Características del Endrín.....	118
<b>Tabla 24:</b> Características del Folpet.....	119
<b>Tabla 25:</b> Características del Heptacloro epóxido.....	119
<b>Tabla 26:</b> Características del Iprodione.....	120
<b>Tabla 27:</b> Características del MCPA.....	120
<b>Tabla 28:</b> Características del Metolacloro.....	121
<b>Tabla 29:</b> Características del Metribuzín.....	121
<b>Tabla 30:</b> Características del Oxifluorfenó.....	122
<b>Tabla 31:</b> Características del Paraquat.....	123
<b>Tabla 32:</b> Características del Procymidone.....	123
<b>Tabla 33:</b> Características del Toxafeno.....	124
<b>Tabla 34:</b> Características del Triadimefón.....	124
<b>Tabla 35:</b> Características del 1,1,1 Tricloroetano.....	126
<b>Tabla 36:</b> Características del 1,2 Diclorobenceno.....	127
<b>Tabla 37:</b> Características del 1, 2 Dicloroetano.....	127
<b>Tabla 38:</b> Características del 1,2 Dicloropropano.....	128
<b>Tabla 39:</b> Características del Benceno.....	129
<b>Tabla 40:</b> Características del Clorobenceno.....	129
<b>Tabla 41:</b> Características del Cloroformo.....	130
<b>Tabla 42:</b> Características del Cloruro de metilo (Clorometano).....	130
<b>Tabla 43:</b> Características del Diclorometano.....	131
<b>Tabla 44:</b> Características del Etilbenceno.....	132
<b>Tabla 45:</b> Características del Hexaclorobenceno.....	132
<b>Tabla 46:</b> Características del Hexaclorobutadieno.....	133
<b>Tabla 47:</b> Características del Tetracloroetileno.....	133

<b>Tabla 48:</b> Características del Tetracloruro de Carbono.....	134
<b>Tabla 49:</b> Características del Tribromometano (Bromoformo).....	134
<b>Tabla 50:</b> Características del Tricloroetileno.....	135
<b>Tabla 51:</b> Características del Bario.....	136
<b>Tabla 52:</b> Características del Berilio.....	136
<b>Tabla 53:</b> Características de la Plata.....	137
<b>Tabla 54:</b> Características de la Vanadio.....	138
<b>Tabla 55:</b> Características de los Ácidos resínicos.....	139
<b>Tabla 56:</b> Características de la Acroleína.....	139
<b>Tabla 57:</b> Características de los Clorofenoles.....	140
<b>Tabla 58:</b> Características del Hexano.....	141
<b>Tabla 59:</b> Características del Nonilfenol.....	141
<b>Tabla 60:</b> Características del Tributiltin.....	142
<b>Tabla 61:</b> Características de los Bifenilos Policlorados.....	144
<b>Tabla 62:</b> Características de los Hidrocarburos aromáticos policíclicos.....	145
<b>Tabla 63:</b> Asignación de puntaje y prioridad para cada contaminante en agua dulce.....	147
<b>Tabla 64:</b> Asignación de puntaje y prioridad para cada contaminante en agua marina.....	150

**INDICE FIGURAS**

**Figura 1.** Mecanismos que influyen en el destino y transporte de sustancias químicas.....30

**Figura 2.** Persistencia de los contaminantes en el medio ambiente acuático.....31

**Figura 3.** Efectos agudos y crónicos de los contaminantes.....35

**Figura 4.** Fuentes emisoras.....37

**Figura 5.** Porcentaje de industrias potencialmente generadoras de RILes v/s cuerpo receptor.....40

## 1 RESUMEN

En la normativa ambiental hídrica chilena existen actualmente como instrumentos de gestión ambiental, normas de emisión y calidad secundaria, que en conjunto establecen límites máximos de concentración de contaminantes en la fuente emisora y en el cuerpo receptor, teniendo como objetivos principales la prevención de la contaminación, el reestablecimiento de los niveles de calidad del agua cuando éstos han sido sobrepasados y la protección de los recursos naturales.

A pesar del establecimiento de estas normas, todavía se producen impactos negativos en el medio acuático sin ningún tipo de control, debido a la existencia de sustancias químicas tóxicas de uso industrial a nivel nacional, que aún no están contempladas en la normativa ambiental hídrica chilena. Por lo anterior, este proyecto busca generar antecedentes que permitan su inclusión, a través de la identificación, caracterización y selección de nuevos contaminantes en base a su utilización, ecotoxicidad, persistencia y bioacumulación.

Para la selección de contaminantes se realizó una recopilación de normas de calidad y emisión de países y organizaciones relevantes a nivel internacional, entre ellos, Canadá, Japón, Unión Europea y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Además se recopilaron datos en organizaciones nacionales con competencia ambiental para así complementar la información internacional y determinar cuales serían los principales contaminantes que hoy se emiten al ambiente acuático producto de las actividades industriales en Chile.

Una vez obtenida una selección de contaminantes no contemplados en la normativa ambiental hídrica nacional, se procedió a caracterizar sus propiedades físico-químicas y ecotoxicológicas, con el fin de conocer el comportamiento, destino e impacto ambiental de cada contaminante en el medio acuático. Finalmente, mediante el establecimiento de un criterio para determinar la inclusión de cada contaminante, se pudo obtener un catastro de sustancias prioritarias, cuya incorporación a la normativa ambiental se recomienda incorporar al más breve plazo.

En síntesis, de las más de setenta sustancias analizadas, los contaminantes que por su alta persistencia, toxicidad y bioacumulación se proponen para contribuir a fortalecer las

normas hídricas ambientales son: Clorpirifos, DDD, Endosulfán, Endrín, Heptacloro epóxido, Oxifluorfenó, Toxafeno, Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno y Tributiltín; candidatos prioritarios de inclusión en normas de calidad secundaria para aguas continentales. Clorpirifos, Endosulfán, Endrín, Heptacloro epóxido, Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno y Tributiltín; candidatos prioritarios para normas de calidad secundaria para aguas marinas.

Finalmente, los contaminantes que se proponen para contribuir a fortalecer las normas de emisión en aguas marinas y continentales son: Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno, Bifenilos policlorados e Hidrocarburos aromáticos policíclicos.

## 2 INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico, la industrialización y la concentración urbana, contribuyen al deterioro del medio ambiente, lo que es una amenaza para el hombre contemporáneo. Desde su origen, los grupos humanos se establecieron en las cercanías de los ríos, lagos o áreas costeras, por su dependencia vital del medio acuático, provocando así los primeros indicios del deterioro de la calidad del agua.

La calidad del medio ambiente ha ido empeorando progresivamente en Chile, llegando a despertar una gran preocupación por compatibilizar los procesos de desarrollo con la protección ambiental. En particular, esta compatibilización requiere conocer el estado de la calidad del agua para determinar el uso que se le puede dar al cauce receptor aguas abajo de las descargas. La definición de la calidad del agua para los diferentes usos, permitirá tomar las medidas de protección correspondientes en los efluentes contaminantes generados por la actividad del hombre [Universidad de Chile, 2005].

El deterioro de la calidad del medio acuático se debe al ingreso masivo de sustancias contaminantes, a través de fuentes puntuales, tales como, aguas residuales urbanas e industriales que aportan mayoritariamente, materia orgánica, aceites y grasas, detergentes, microorganismos, así como concentraciones variables de compuestos tóxicos permanentes o bioacumulables, entre los que destacan los metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos y bifenilos policlorados. Otra fuente que afecta la calidad del medio acuático es la difusa, que resulta de la infiltración, precipitación o escorrentía no controlada, que lava suelos agrícolas tratados con pesticidas.

Todas estas fuentes de entrada de contaminantes al medio acuático, provocan la presencia de concentraciones de estos compuestos que en ciertos niveles, pueden llegar a ser un factor de riesgo para el medio acuático, estimulando la aparición de episodios o procesos locales de eutrofización, contaminación química y/o bacteriológica en las masas de agua afectadas. La persistencia de dichos episodios puede producir un cambio en la composición y estructura de las comunidades acuáticas y, el deterioro de los ecosistemas [Echavarri, 2007].

### **3 MARCO TEÓRICO**

El agua es uno de los elementos fundamentales para la vida de los organismos, además de ser uno de los recursos más utilizados por el ser humano para satisfacer la demanda urbana e industrial. Como consecuencia de la actividad industrial y otros usos en continuo crecimiento, se generan una gran cantidad de residuos, muchos de los cuales alcanzan el medio hídrico causando la contaminación de ríos, lagos, mares, aguas subterráneas y acuíferos.

#### **3.1 Clasificación de las aguas**

Un tipo de clasificación del recurso agua es según su ubicación, estas son las aguas continentales y marinas.

##### **3.1.1 Aguas continentales**

###### a) Aguas superficiales

- Lagos

El término lago incluye una gran variedad de tipos de masa de agua cuyo único punto en común es que tienen una superficie de agua expuesta a la atmósfera sin que exista un tamaño que pueda servir como punto de referencia. Estanques pequeños (generalmente con aguas poco profundas), lagunas, marismas y terrenos pantanosos con agua permanente pueden incluirse dentro de esta categoría [Strahler, 2000].

- Ríos

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. Algunas veces terminan en zonas desérticas, donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación [González, 1998].

b) Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas son aquéllas que se han filtrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo. Las formaciones de suelo y roca que se han saturado de líquido se conocen como depósito de aguas subterráneas o acuíferos [Glynn & Heinke, 1999].

Se forman a partir de las lluvias que logran infiltrarse hacia la profundidad y juntarse con otras que lo hicieron antes, formando cuerpos de agua que corren bajo el suelo.

La importancia del agua subterránea en relación con los recursos hídricos totales es muy variable a lo largo del país. En general, ella es un componente secundario en las zonas de alta pluviosidad, pero en las zonas áridas y semiáridas puede ser una fracción muy significativa del escurrimiento total.

Las formaciones acuíferas conocidas en el país, corresponden básicamente a sedimentos cuaternarios no consolidados de origen fluvial, fluvio-glacial, aluvial, aluvional, laháricos y otros que rellenan los valles delimitados por formaciones impermeables terciarias, mesozoicas y paleozoicas. Estos acuíferos son en general libres o semiconfinados con niveles estáticos relativamente poco profundos [González, 1998].

### **3.1.2 Aguas marinas**

Conforme al reglamento de Conseciones marítimas y la Ley de Navegación, se entiende por medio ambiente marino aquéllas aguas sometidas a jurisdicción nacional, conformadas por las aguas interiores de golfos, bahías, estrechos y canales, cualesquiera sea la distancia que exista entre sus costas, el mar territorial, la zona contigua y la zona económica exclusiva; los lagos de dominio público navegables por buques de más de 100 toneladas y los ríos navegables hasta donde alcanzan los efectos de las mareas.

a) Mar territorial

Parte desde la misma línea de base y se extiende mar adentro hasta doce millas marinas. En él, por ser parte del territorio chileno, rigen las mismas normas que en tierra y normas especiales relacionadas con la navegación.

b) Zona contigua marítima

Su extensión medida desde la costa llega hasta veinticuatro millas marinas; la extensión de este espacio, aisladamente medido, alcanza a doce millas marinas desde el borde exterior de nuestro Mar territorial. En la Zona contigua, Chile ejerce principalmente tareas de fiscalización para prevenir infracciones a las normas aduaneras, fiscales, de inmigración o sanitarias; asimismo Chile puede sancionar en este espacio aquéllas infracciones sobre dichas materias cometidas en el territorio o en el Mar Territorial.

c) Zona Económica Exclusiva

Tiene una extensión de doscientas millas marinas medidas desde la línea de base costera. Al igual que en la Zona Contigua, las naves de todos los países pueden navegar libremente. En ésta y en toda su superficie, Chile ejerce para sí los derechos de exploración y explotación de todos los recursos naturales vivos (pesca) y no vivos (minería) que allí se encuentren, adoptando las medidas de conservación que estime convenientes.

### **3.2 Contaminación del medio acuático**

El problema de la contaminación de las aguas (mares, lagos, ríos, etc.) representa uno de los aspectos más inquietantes de la degradación de la naturaleza por el hombre contemporáneo [Peña, 1998].

El medio acuático ha sido usado tradicionalmente como medio de evacuación de desperdicios no solamente orgánicos, sino también masas concentradas de productos químicos nocivos que destruyen la vida acuática (algas, peces etc.) y anulan la acción de las algas y bacterias en la degradación de los contaminantes.

Los elementos que con más frecuencia se encuentran en el origen de la contaminación de las aguas son: materias orgánicas y bacterias, hidrocarburos, desperdicios industriales, productos plaguicidas y otros usados en la agricultura, productos químicos domésticos y desechos radiactivos. Las industrias y los motores diesel de los barcos contribuyen de forma importante a la contaminación de ríos, lagos y mares [Peña, 1998].

### **3.2.1 Definiciones generales**

Existe una serie de definiciones aplicables al presente trabajo que es necesario establecer:

La Ley General de Bases del Medio Ambiente 19.300 (LGBMA) en su Título I Art. 2, define diversos conceptos que se relacionan directamente con este trabajo, los cuales se describen a continuación [CONAMA, 1994]:

Letra c) define Contaminación como “la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentración o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente”.

Letra d) define Contaminante como “todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental”.

Letra m) define Medio Ambiente Libre de Contaminación como “aquel en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquellos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental”.

### **3.2.2 Contaminación de lagos**

La mayoría de los lagos del mundo y del país, adyacentes a zonas pobladas, tienen o han tenido serios problemas de eutroficación, es decir sus aguas se han deteriorado al punto de dejar de ser aptas para cualquier actividad acuática, debido a la elevada recepción de los nutrientes, principalmente compuestos de fósforo y nitrógeno. Esta superalimentación del ecosistema acuático provoca el crecimiento intenso de organismos vegetales principalmente algas y macrófitas (plantas superiores), que cuando mueren, conducen a una acentuada caída de la concentración de oxígeno, iniciando procesos de mortalidad de los peces y otros organismos acuáticos [Von Sperling, 1991].

### **3.2.3 Contaminación de ríos**

Una de las principales causas de contaminación de los ríos se debe a las descargas realizadas por las industrias ubicadas en sectores aledaños a los cursos de agua, extrayendo de éstos grandes volúmenes de agua con el fin de utilizarlos en sus procesos, devolviéndolos en menor cantidad y calidad, lo que como consecuencia origina un detrimento en el recurso, afectando principalmente a la ictiofauna asociada.

Además, en comunidades donde no existen redes de alcantarillados, la población vierte directamente las aguas servidas a los ríos sin ningún tratamiento previo, lo que genera un aumento de la materia orgánica y una proliferación de coliformes fecales.

### **3.2.4 Contaminación de aguas subterráneas**

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas tiene características que lo diferencian claramente de los procesos de contaminación de las aguas superficiales. Algunas de estas características son: la dificultad de detección; el retardo que se presenta entre la acción de la fuente contaminante y su efecto; la permanencia prolongada de dicho efecto; la reacción retardada frente a las medidas correctivas que se pudieren adoptar; la naturaleza de los procesos físico-químicos e hidrodinámicos involucrados. Debido a estas características, el énfasis con relación al problema de la contaminación del agua subterránea necesariamente debe estar puesto en la prevención, ya que una vez producido el fenómeno de la contaminación, resulta una situación prácticamente irreversible o extraordinariamente costosa.

### 3.2.5 Contaminación marina

Según la definición dada por la GESAMP (Grupo Mixto de Expertos OMI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/OIEA/Naciones Unidas/PNUMA, sobre los aspectos científicos de la contaminación de las aguas de mar), y adoptada por la comunidad internacional en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (Art.1.4), “contaminación del medio marino se entiende la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidas la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento” [Peña, 1998].

Son varias las circunstancias que hacen que cada vez sea mayor la contaminación del mar, a él llegan gran parte de los vertidos urbanos e industriales, ya que es el colector natural de las corrientes hídricas superficiales y subterráneas y, en consecuencia, es el último lugar donde van a depositarse los contaminantes arrastrados por estos sistemas. El creciente desarrollo de los puertos como consecuencia del aumento del transporte marítimo ha dado lugar a la ubicación de industrias altamente contaminantes en las costas; en suma, se ha considerado al mar como un vertedero ideal e inagotable en su capacidad receptora.

Claramente, el mayor impacto potencial de contaminantes desde fuentes con base en tierra, será en las zonas de la costa cercana. Estos contaminantes se encuentran en siete categorías principales que se consideran que tiene efectos adversos reales o percibidos a escala global:

- Basura flotante que sale de buques, botes o desde la costa.
- Aguas servidas, provenientes de descargas excesivas de desperdicios humanos a las áreas costeras.
- Metales pesados, provenientes de variados procesos industriales como la metalurgia, electrónica y pinturas.
- Hidrocarburos, producto de los derrames de petróleo de diversas fuentes (buques tanques, refinerías, instalaciones urbanas y otros desperdicios industriales).

- Sedimentos movilizados antropogénicamente provenientes de prácticas terrestres como la deforestación y la agricultura.
- Compuestos orgánicos sintéticos como Pesticidas, Herbicidas, Bifenilos Policlorados, Dioxinas y Furanos.
- Nutrientes, su aumento se debe a los aportes antropogénicos, por ejemplo, el aumento de nutrientes nitrogenados ligados a cargas cloacales costeras [Windom, 1992].

### **3.3 Clasificación de contaminantes**

Algunos de los tipos de contaminantes que son vertidos y afectan la calidad de las aguas marinas y continentales están clasificados de la siguiente manera:

#### **3.3.1 Contaminantes físicos**

Por sus características, tienen efectos a largo plazo y cuya asociación causa-efecto es difícil de establecer. Por esto, pueden pasar años antes de que se observen los efectos y de que la fuente contaminante se detecte, identifique y se pueda controlar [Albert, 1998].

##### a) Temperatura

El primer tipo de alteración física del agua es la contaminación térmica, que afecta en diversos aspectos a los ecosistemas acuáticos. En primer lugar, la temperatura afecta la cantidad de oxígeno susceptible de permanecer disuelto en la masa acuática, lo que a su vez repercute en las condiciones de vida o las posibilidades de existencia de los seres que lo precisan para la respiración.

En segundo lugar, la temperatura interviene en los procesos biológicos a nivel celular y en consecuencia, en la velocidad de determinadas reacciones bioquímicas. En tercer lugar, condiciona la posibilidad de supervivencia de algunas especies faunísticas que se hallan supeditadas a la existencia de determinados umbrales térmicos para poder desarrollarse [López, 2001].

Debido a la importancia que tiene la temperatura del agua, debemos identificar y controlar las causas que puedan modificarla significativamente. En este sentido, juegan un papel importante los vertidos industriales que llevan aguas utilizadas en intercambios de calor,

en diferentes etapas de los procesos industriales y que son eliminadas directamente, provocando grandes desequilibrios en los ecosistemas [Meruane & Naranjo, 1994].

b) Radioactividad

A raíz del inicio de pruebas nucleares, la radioactividad ha experimentado un cierto incremento a través de la presencia de partículas radiactivas que se incorpora al agua, arrastradas por la atmósfera o procedentes de circuitos de refrigeración de las centrales nucleares. En efecto, estos circuitos son sometidos periódicamente a operaciones de depuración para extraer los productos de fisión y corrosión, que pasan a desmineralizadores y que posteriormente son tratados como residuos radiactivos [López, 2001].

A pesar que las operaciones relacionadas con productos radiactivos se encuentran bajo un estricto control y las cantidades de partículas radioactivas evacuadas son mínimas, existe el peligro de su acumulación en los lodos del fondo de ríos y embalses.

Las impurezas radiactivas ocasionan problemas graves, por una parte a causa de su elevada peligrosidad tanto para el hombre como para las demás formas de vida, y por otra parte, por su persistencia; pues la vida media de la mayoría de los compuestos radiactivos es muy elevada [Seoánez, 1998].

c) Partículas en suspensión

Las corrientes de agua transportan en su masa materiales de muy diverso origen: productos procedentes de la erosión, de actividades industriales o urbanas, etc. Las partículas, bien sea de naturaleza orgánica o inorgánica; constituyen un obstáculo físico frente al paso de la luz solar, con lo que influyen en la fotosíntesis, o dificultan la respiración de los peces y el desarrollo de los microorganismos que viven en el agua [Meruane & Naranjo, 1994].

### 3.3.2 Contaminantes químicos

La contaminación química es provocada por la adición de sustancias de la más diversa composición, que en su conjunto alteran las propiedades que debe tener el agua para los distintos usos.

#### a) Concentración del ión pH

Las aguas procedentes de un sustrato ácido, como puede ser el granito, tienen un grado de acidez alto, puesto que el pH puede ser inferior a 5,5; sin embargo, esta acidez de origen se corrige con cierta rapidez a partir de procesos internos, hasta alcanzar los valores normales, muy próximos al valor medio que, como es sabido, es 7. Inversamente, existen caudales con un grado de acidez bajo, por proceder de materiales ultra básicos o por la existencia de una fuerte actividad fotosintética en su interior.

El control del pH en el agua es muy importante, especialmente porque existen microorganismos y organismos que sólo pueden desarrollarse en un medio cuyo pH está comprendido en un intervalo determinado [Seoáñez, 1998].

#### b) Cloruros

La presencia en el agua del ión  $\text{Cl}^-$  puede ser debida a causas naturales, como sucede en áreas con predominio de materiales salinos; pero si no existen estas causas, el contenido anormalmente elevado de cloruros tiene su origen en los vertidos industriales o domésticos, o en la intrusión marina cuando se trata de pozos situados en zonas costeras [López, 2001].

#### c) Sulfatos

Los sulfatos se encuentran en casi todas las aguas naturales. La mayor parte de los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, (mineral con impurezas) la presencia de esquistos, y la existencia de residuos industriales provenientes de la oxidación de la pirita y del uso del ácido sulfúrico.

Elevados niveles de sulfato pueden causar serios daños en la salud de las personas y en animales, tales como diarrea crónica y en algunos casos, la muerte.

d) Fosfatos

En la actualidad es relativamente frecuente hallar niveles de fósforo en las aguas superficiales y en lagunas subterráneas, como consecuencia del gran uso de detergentes domésticos e industriales y abonos que lo incorporan en su composición.

En la medida que aumentan los desechos de fertilizantes y detergentes en las aguas, la concentración de fosfatos se incrementa de tal manera, que se produce un desarrollo exagerado de especies biológicas. Esto implica un aumento en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). El nivel de oxígeno del agua disminuye drásticamente, aumentando los procesos de degradación anaeróbica [Meruane & Naranjo, 1994].

e) Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en el agua, procede del aire y entra a formar parte de la masa acuática a partir del intercambio atmósfera-agua, en una relación directamente proporcional a la superficie del agua e inversamente al volumen. Normalmente, en las corrientes contaminadas los valores se encuentran próximos a la saturación, por lo que la determinación de la proporción existente en un punto dado es uno de los indicadores del grado de la contaminación del río [López, 2001].

f) Compuestos nitrogenados

Los compuestos nitrogenados que se encuentran en el agua proceden de la descomposición de los restos de animales y plantas, tanto acuáticas como terrestres, que se incorporan a la masa acuática, donde son degradados por microorganismos. Actualmente el uso de abonos nitrogenados, provoca un incremento del contenido de nitritos o radicales amonio en el agua, responsables conjuntamente con el fósforo de la eutrofización de lagos y embalses.

El efecto más importante se realiza al pasar los compuestos nitrogenados utilizados por la agricultura a las aguas subálveas, originando una contaminación de los acuíferos.

g) Metales Pesados

Los metales pesados son todos aquellos elementos metálicos con densidad igual o superior a 5 g/cc. El concepto abarca 60 elementos muy diversos y algunos de síntesis artificial, de casi todos los grupos del sistema periódico.

Los metales pesados son constituyentes naturales de la corteza terrestre, pero las actividades humanas como centros industriales y mineros, han alterado drásticamente los ciclos biogeoquímicos y el balance de estos elementos [Escobar, 2002].

El ingreso de metales pesados al medio acuático puede ocurrir por fuentes naturales o antropogénicas. Los RILes, por ejemplo, aportan al medio hídrico metales pesados tóxicos, tales como Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo, Cobre, Zinc, Berilio, Cobalto, Níquel, Selenio, Cromo y Molibdeno [Congress of the Unites States, 1987]. Una vez en el agua, algunos de estos metales se mantienen en solución en la columna líquida, mientras que otros se depositan en los sedimentos del fondo o se incorporan a plantas y animales acuáticos formando parte de la cadena alimentaria [Montaño, 1993].

Por ejemplo el zooplancton, que representa uno de los alimentos más importantes para los peces, tiende acumular metales pesados por combinación de éstos con proteínas tales como las metalotioneínas [Ober, 1986].

h) Plaguicidas

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación) define a los plaguicidas como cualquier sustancia o mezcla de ellas estudiada para prevenir o controlar cualquier especie de plantas o animales indeseables, incluyendo también cualquier otra sustancia o mezcla de ellas destinadas a utilizarse como regulador de crecimiento de las plantas, o defoliantes o desecantes. [Estrela. et al, 2000]. Dentro de la clasificación de los plaguicidas están los herbicidas, insecticidas, raticidas y fungicidas, los cuales a su vez se pueden clasificar en:

- Organoclorados (OCI): Altamente tóxicos y persistentes en el suelo y los vegetales, se caracterizan por un importante efecto residual (persistencia) y por su baja solubilidad y movilidad. Algunos de éstos son el DDT, Aldrín, Dieldrín, Heptacloro y Lindano.

- Organofosforados: Tóxico pero con alta movilidad y moderada persistencia. Los más utilizados son: Malatión, Paratión, Fentión y Dimetoato.
- Carbamatos: Son los más solubles y se comportan de manera similar a los organofosforados, tanto en movilidad como en persistencia. El más empleado es el Carbaril [Auge, 2006].

La mayoría de los plaguicidas actúan interfiriendo los procesos bioquímicos y fisiológicos de las especies que forman la plaga. Al ser estos procesos comunes a un amplio rango de organismos, los plaguicidas son también potencialmente dañinos para otros organismos que no son el objeto de su aplicación y pueden ser contaminantes muy serios, incluso en concentraciones bajas.

i) Compuestos orgánicos volátiles

Los compuestos orgánicos volátiles son sustancias químicas de baja presión de vapor, que contienen carbono y se encuentran en todos los elementos vivos. Los compuestos orgánicos volátiles, a veces llamados COVs, se convierten fácilmente en vapores o gases. Junto con el carbono, contienen elementos como el hidrógeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno.

Los COVs son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas, pegantes y otros productos empleados.

Algunos ejemplos de compuestos orgánicos volátiles son gasolina, benceno, formaldehído, disolventes como tolueno y xileno y percloroetileno (o tetracloroetileno), el principal disolvente usado en la industria de lavado en seco.

Muchos compuestos orgánicos volátiles se usan comúnmente en disolventes de pintura y de laca, repelentes de polillas, aromatizantes del aire, materiales empleados en pasatiempos, preservativos de madera, sustancias en aerosol, disolventes de grasa, productos de uso automotor y líquidos para la industria de lavado en seco.

j) Hidrocarburos

Los hidrocarburos son moléculas orgánicas que constituyen la parte fundamental del petróleo. En función a su estructura química se los divide en: Hidrocarburos alifáticos, Hidrocarburos aromáticos, Hidrocarburos polinucleares, cada uno de los grupos mencionados tienen características particulares y comportamientos diferentes, altamente relacionados con sus características físico-químicas.

En el ambiente marino los hidrocarburos derivan de fuentes naturales, por ejemplo, de los organismos o de filtraciones submarinas normalmente ligadas a la utilización de combustibles fósiles.

Los hidrocarburos que componen el petróleo, pueden permanecer en los océanos, en concentraciones muy pequeñas a través de los procesos: por emulsiones dispersas en agua de mar, disueltos, absorbidos en los sedimentos, o incorporados por los organismos. La contaminación por hidrocarburos es una consecuencia casi inevitable del crecimiento poblacional y del aumento del uso de la tecnología basada en el petróleo.

Los efectos de los derrames de petróleo en el ambiente marino, particularmente aquellos resultantes de accidentes de buques tanques, al ser altamente visibles, han dado como resultado una percepción pública de que los derrames de petróleo son mucho más dañinos para el ambiente marino de lo que realmente son. Aunque la importancia de los derrames de petróleo a escala global es limitada, claramente justifican el ser prevenidos, para así conservar las fuentes marinas en áreas específicas de riesgo.

De gran preocupación en los últimos años es el derrame de petróleo desde otras fuentes con base en tierra, tales como los municipios, refinerías, otros desperdicios industriales y desde instalaciones urbanas. Estas formas de derrames de petróleo dan como resultado un nivel crónico y estable de contaminación de las aguas costeras, cuyos efectos no están bien documentados. Preocupan los efectos de hidrocarburos tóxicos en organismos vivos y en consumidores humanos de alimentos marinos, especialmente a niveles de exposición crónicos. De acuerdo con esto, hay una necesidad de mejorar el conocimiento científico de las fuentes terrestres de hidrocarburos tóxicos y sus efectos, para idear la intervención apropiada [Windom, 1992].

k) Bifenilos Policlorados (PCBs)

Estos compuestos se producen industrialmente en grandes cantidades, dado que por su estabilidad química y sus excelentes propiedades dieléctricas, son ampliamente utilizados como intercambiadores de calor, aditivos de lubricantes hidráulicos, pinturas, adhesivos, etc.

El principal problema ambiental de estos compuestos, es que son prácticamente indestructibles, y son metabolizados por algunos organismos en forma lenta, tales metabolitos poseen a veces mayor toxicidad que los compuestos originales. Es por lo anteriormente descrito, que estos compuestos están considerados en los grupos contaminantes más ampliamente difundidos en el mundo, con mayor peligrosidad latente, y con mayor posibilidades de producir una contaminación global difícilmente controlable [Windom, 1992].

Debido al gran riesgo que representan para el medio ambiente, los bifenilos policlorados están considerados dentro de los doce compuestos orgánicos persistentes (aldrín, clordano, DDT, dieldrín, endrín, heptacloro, mirex, toxafeno, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados, dioxinas y furanos) propuestos por el Convenio de Estocolmo, el cual persigue garantizar la eliminación segura y la disminución de la producción y el uso de estas sustancias nocivas para la salud humana y el medio ambiente [CONAMA, 2004].

### 3.3.3 Contaminantes biológicos

a) Materia orgánica

Los contaminantes de naturaleza orgánica se encuentran en número muy abundante en las aguas superficiales y en menor cuantía en las subterráneas. Proceden de la materia en descomposición que se origina o se incorpora al caudal mediante vertidos urbanos, actividades ganaderas, agrícolas o industriales con manipulación de compuestos orgánicos, experimentando transformaciones al fermentar y desintegrarse [Owen, 2007].

La biodegradación de la materia orgánica consume en el agua el oxígeno disuelto, pudiendo provocar una disminución tal que impide la supervivencia de los organismos aeróbicos, de la flora y la fauna acuática, proceso también conocido como eutroficación.

b) Microorganismos

En la masa acuática proliferan bacterias, virus y microorganismos de diversa índole, muchos de los cuales ejercen una función positiva al contribuir a la potabilización del agua. Sin embargo, muchos de ellos son patógenos como los colis y estreptococos [López, 2001].

Probablemente una de las bacterias patogénicas más importantes transmitidas por vía acuática es la *Salmonella typhi*, responsable de la fiebre tifoidea y *Vibrio cholerae*, causal del cólera. Los virus transmitidos por el agua incluyen el virus de la poliomielitis y otros virus del grupo de los enterovirus, así como los virus causantes de la hepatitis. Las bacterias, virus y hongos patogénicos humanos alcanzan los sistemas acuáticos marinos principalmente mediante los desechos orgánicos.

El tiempo de supervivencia para la mayoría de las bacterias patógenas es mayor en ríos y en lagos que en el mar, considerando que el agua de mar es en cierta forma bactericida para aquellos microorganismos no marinos [Miranda, 1994].

**3.4 Características físico-químicas de los contaminantes y su transporte en el medio ambiente.**

Con la gran complejidad y cantidad de datos requeridos, los científicos no siempre pueden predecir exactamente lo que ocurrirá con una partícula de contaminante cuando ésta ha entrado en el ambiente. A este problema, se suma el hecho de que los datos de las investigaciones son obtenidos bajo condiciones controladas de laboratorio y con cantidades conocidas de la sustancia química, lo cual no ocurre en la naturaleza.

A pesar de lo complejo del problema, los científicos han logrado determinar ciertas características físico-químicas cuantificables para ciertas sustancias químicas.

Con esta información se puede predecir el lugar donde pudiera encontrarse una sustancia química contaminante en altas concentraciones [INE, 1998].

### 3.4.1 Características físico-químicas.

**Volatilización:** La volatilidad representa la tendencia del plaguicida a pasar a la fase gaseosa. Todas las sustancias orgánicas son volátiles en algún grado, dependiendo de su presión de vapor, del estado físico en que se encuentren y de la temperatura ambiente. La volatilidad se mide a partir de la constante de Henry, que depende de la presión de vapor en estado líquido y de la solubilidad en agua [INE, 1998].

**Solubilidad en agua:** Es la posible concentración máxima de un compuesto químico disuelto en agua. Los compuestos muy solubles en agua se adsorben con baja afinidad a los suelos. Por lo tanto, son rápidamente transportados desde el suelo contaminado hasta los cuerpos de agua superficial y/o profunda. La solubilidad también afecta la volatilidad desde el agua. Por ejemplo, los compuestos muy solubles en agua tienden a ser menos volátiles y también muy biodegradables.

Las sustancias con solubilidad superior a 500 ppm son muy móviles en los suelos y en los otros elementos del ecosistema, su mayor concentración se encuentra en los ecosistemas acuáticos. Las sustancias con solubilidad mayor de 25 ppm no son persistentes en los organismos vivos, y aquellas con una solubilidad inferior, tienden a inmovilizarse en los suelos y a concentrarse en los organismos vivos [Loomis, 1982].

**Presión de vapor:** Es una medida de la volatilidad de una sustancia química y es un determinante importante de la velocidad de volatilización al aire desde suelos o cuerpos de agua superficiales contaminados.

Las sustancias con presión de vapor mayor a  $10^{-3}$  [mmHg] a 25 °C son muy volátiles, por lo tanto, tienen gran movilidad y se dispersan hacia la atmósfera. Existen sustancias ligeramente volátiles, menos móviles, con presiones entre  $10^{-4}$  a  $10^{-6}$  [mmHg] a 25°C, y las no volátiles, que son persistentes en suelos y agua, con presión de vapor muy bajas, menores a  $10^{-7}$  [mmHg] [Loomis, 1982].

#### **Coeficiente de Adsorción de carbono orgánico (Koc).**

A este valor también se le conoce como Coeficiente de adsorción suelo/agua o el Coeficiente de adsorción. Es una medida de la tendencia de un compuesto orgánico a ser adsorbido (retenido) por los suelos o sedimentos [INE, 1998].

**Coefficiente de Partición Octanol-Agua (K<sub>ow</sub>):** El coeficiente de partición octanol-agua K<sub>ow</sub> se define como la razón de la concentración de la sustancia química en dos líquidos no mezclados, el octanol y el agua. Los compuestos con un valor de K<sub>ow</sub> alto, es decir, fácilmente solubles en octanol y menos solubles en agua, se acumulan en los tejidos de organismos [FAO, 2000].

### **3.4.2 Mecanismos de transporte ambiental.**

Es la forma en que se mueven los contaminantes en el medio ambiente, desde la fuente emisora hasta los puntos donde existe exposición para el ser humano o biota.

Los mecanismos que influyen en el destino y transporte (Fig 1) son:

#### **Degradación**

Con el tiempo, casi todos los contaminantes se descomponen o se degradan como resultado de distintas reacciones químicas y microbiológicas en el suelo. Algunos se descomponen a causa de la acción de la luz solar. Estos procesos tienen como resultado la degradación final del compuesto en los compuestos minerales CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, HCl, SO<sub>2</sub>, etc. Cuando se degradan, algunos químicos producen sustancias intermedias (metabolitos) cuya actividad biológica puede tener también repercusiones ambientales.

Los compuestos cuyo período de degradación es extremadamente largo se consideran persistentes. Los compuestos persistentes se dispersan en el medio ambiente sin experimentar cambios [FAO, 2000].

#### **Biodegradación**

La biodegradación es la transformación de una sustancia por la acción de microorganismos. En condiciones ambientales, la degradación puede verse afectada por varios factores, entre ellas la presencia de oxígeno (condiciones aerobias y anaerobias) y nutrientes, el tamaño de la población de los microorganismos necesarios y la adaptación de estos microorganismos [FAO, 2000].

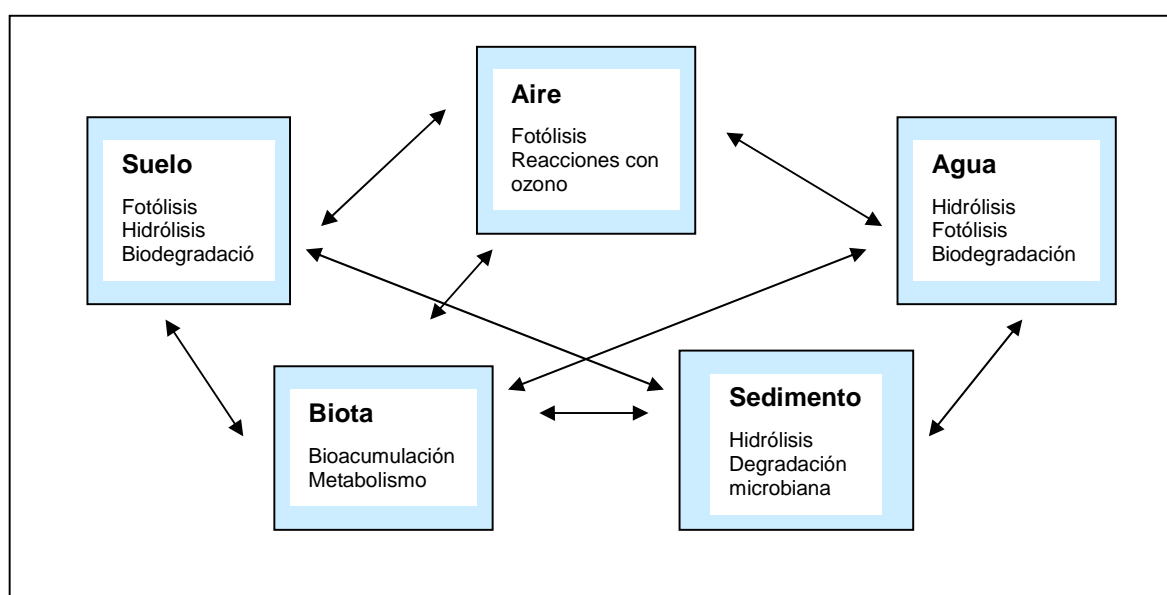
#### **Hidrólisis**

Durante la hidrólisis un compuesto se escinde por contacto con el agua, sufriendo una reacción química en la que una parte de la molécula de la sustancia que reacciona es

reemplazada por un grupo OH. La acidez del medio ambiente (pH) influye considerablemente en este proceso [FAO, 2000].

### Fotólisis

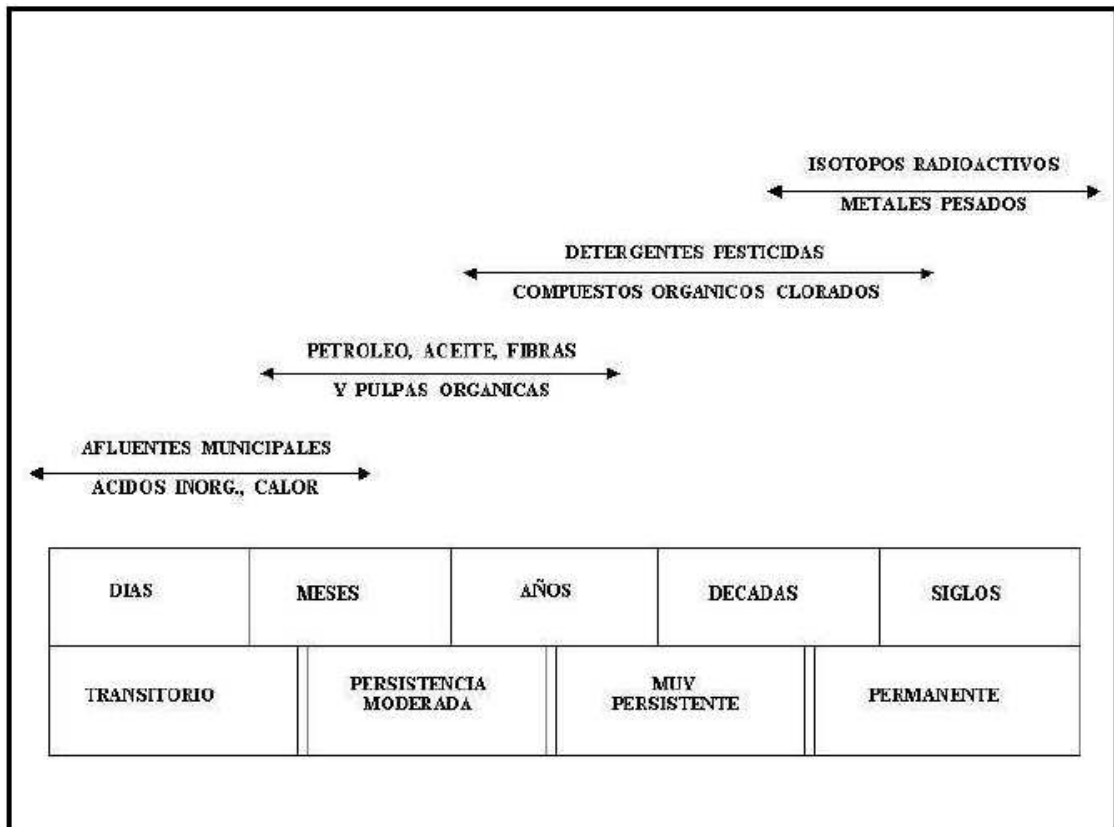
Fotólisis es la descomposición de un compuesto químico como resultado directo de una irradiación [FAO, 2000].



**Figura 1:** Mecanismos que influyen en el destino y transporte de sustancias químicas [INE, 1998].

### Persistencia

Es la capacidad de cualquier contaminante para retener sus características físicas, químicas y funcionales en el medio en el cual es transportado o distribuido, durante un período limitado después de su emisión (Fig 2). Los plaguicidas que persisten más tiempo en el ambiente, tienen mayor probabilidad de interactuar con los diversos elementos que conforman los ecosistemas. Si su vida media y su persistencia es mayor a la frecuencia con la que se aplican, los plaguicidas tienden a acumularse tanto en los suelos como en la biota y con el tiempo, la mayoría de los plaguicidas sufren una degradación como resultado de reacciones químicas y microbiológicas en suelo o agua [INE, 1998].



**Figura 2:** Persistencia de los contaminantes en el medio ambiente acuático [Kennish, 1997].

### 3.5 Efectos de la contaminación acuática

El incremento de la producción y uso de sustancias potencialmente tóxicas y la utilización del medio acuático como sumidero de muchas de ellas han hecho que cada vez sea más necesario valorar los efectos de tales productos, no sólo sobre el hombre, sino también sobre los organismos.

#### 3.5.1 Impactos en los ecosistemas

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), estima que existe un registro con más de 100000 nuevos compuestos químicos que son usados en la industria, por lo que no sería una sorpresa que gran parte de estos compuestos tenga como destino final los sistemas acuáticos, causando así efectos nocivos a la salud de los organismos, a la industria pesquera y a la ecología de los sistemas costeros [Gold & Zapata, 2004].

Los efectos inmediatos de los contaminantes se producen en los organismos individuales por toxicidad directa o alterando el ambiente, pero el significado ecológico, reside en el impacto indirecto sobre las poblaciones. El hecho de que un contaminante elimine la mitad de los individuos en una población puede tener un significado ecológico pequeño o nulo, mientras que un contaminante que no mate ningún organismo pero retrase su desarrollo puede tener un considerable impacto ecológico [Moriarty, 1985].

a) Ecotoxicología

La ciencia que trata del estudio y análisis de los efectos de distintos productos tóxicos sobre los ecosistemas es la ecotoxicología. La ecotoxicología es un campo de investigación reciente, ya que surge hace sólo unas décadas a raíz, precisamente, de la preocupación por los problemas de contaminación o polución de las masas de agua epicontinentales.

El objetivo principal de los estudios ecotoxicológicos se transforma en valorar el efecto de los contaminantes en organismos acuáticos (tabla 1) y así determinar que niveles son admisibles y que niveles causarían daños a los recursos vivos. Esto conduce a la generación de estándares de calidad de agua para la prevención de la contaminación.

Aunque en principio los planteamientos toxicológicos en el medio marino, como medio acuático, no han de ser muy diferentes de los de las aguas dulces, los ecotoxicológicos marinos se han encontrado con serios problemas a la hora de establecer estándares y los avances han sido inferiores a los de la ecotoxicología de las aguas dulces.

Los contaminantes tóxicos pueden ejercer sus efectos sobre los seres vivos a distintos niveles de organización, desde el subcelular a la comunidad o el ecosistema pasando por el celular, tejidos, órganos u organismos [Pérez, 1999].

**Tabla 1:** Efectos de los principales contaminantes en organismos acuáticos.

Contaminante	Efecto
Metales pesados	Fuerte contaminación y toxicidad local, especialmente de sedimentos, posibilidad de bioacumulación en biota, biomagnificación a través de eslabones de la trama trófica, mortandad en biota por toxicidad aguda o enfermedades por efectos subletales, posibilidad de formación de organometales que aumentan la ecotoxicidad del metal puro [Kennish, 1998].
Plaguicidas	Provoca muerte de organismos, lesiones en peces y animales, inhibición o fracaso reproductivo, supresión del sistema inmunitario, efectos teratogénicos (deformidades físicas, como las que se observan en el pico de algunas aves), problemas de salud en los peces, revelados por el bajo coeficiente entre células rojas y blancas, otros efectos fisiológicos; como disminución del grosor de la cáscara de los huevos, etc [García, 2005].
Hidrocarburos	Efectos de disminución de la población (mortalidad) y efectos subletales, tales como inhibición en el crecimiento, desarrollo celular anormal, prevalencia de enfermedades crónicas, debilitación en la reproducción, y disminución en la esperanza de vida [Kennish, 1998].
Bifenilos policlorados	Son contaminantes muy tóxicos para los organismos acuáticos, debido a su alta bioacumulación. Entre algunos efectos adversos que provocan los bifenilos policlorados en peces se encuentran disminución del crecimiento y efectos en la reproducción, además de efectos letales [Canadian, 1996].

Los estudios toxicológicos tratan, en definitiva, de determinar y cuantificar las relaciones entre la cantidad de tóxico a que el organismo está expuesto y la naturaleza e intensidad de la reacción que se produce en el mismo [Gold & Zapata, 2004]. Para poder entender el efecto de los contaminantes en los organismos, éstos pueden ser estudiados desde los siguientes puntos de vista:

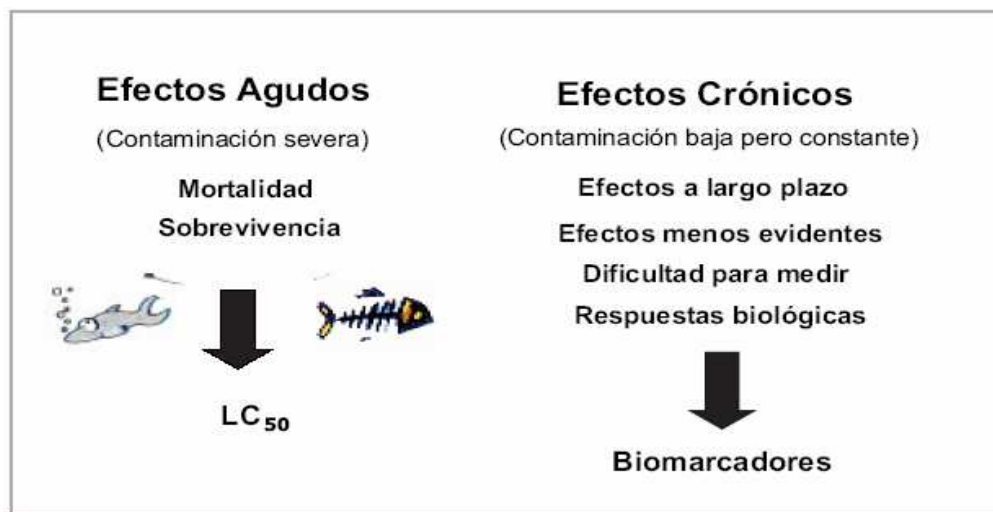
**Toxicidad Aguda:** Efectos agudos que resultan de una sola dosis, o exposición a una sustancia. Normalmente usado para describir los efectos en animales de laboratorio. Usualmente, el punto final del estudio es la muerte del animal y la toxicidad aguda se expresa por la dosis letal 50, que viene a representar la dosis de la sustancia que produce la muerte en el 50% de los animales.

**Efecto Agudo:** Efecto negativo en el humano o en animales, el cual tiene síntomas severos que se desarrollan rápidamente convirtiéndose pronto en una crisis (Figura 3).

**Toxicidad Crónica:** Efectos adversos (crónicos) que resultan de dosis repetidas o exposición a una sustancia sobre un período de tiempo relativamente prolongado. Normalmente usado para denotar los efectos en animales experimentales. Existen Parámetros para medir la toxicidad crónica estos son:

- LOEC: Concentración mínima en la cual ya se observó algún tipo de efecto.
- LOAEL: Dosis mínima en la cual ya se observó algún tipo de efecto adverso.
- LOAEC: Concentración mínima en la cual ya se observó algún tipo de efecto adverso.
- NOEC: Concentración máxima en la que no se ha observado efecto alguno.
- NOAEL: Dosis máxima en la que no se ha observado efecto adverso alguno.
- NOAEC: Concentración máxima en la que no se ha observado efecto adverso alguno.

**Efecto Crónico:** Cualquier efecto adverso en el cuerpo humano o en animales, con síntomas que se desarrollan lentamente sobre un período de tiempo largo o que recurren con frecuencia (Figura 3).



**Figura 3:** Efectos agudos y crónicos de los contaminantes [Gold & Zapata, 2004].

### 3.5.2 Impactos en la salud humana.

Actualmente se está produciendo un aumento en las intoxicaciones humanas por metales, debido a la aparición de nuevas fuentes de exposición. Algunos metales que se consideran de interés, debido a la frecuencia con que provocan intoxicaciones y a los cuadros tóxicos que producen son: Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo.

La cantidad total de metales presentes en el cuerpo humano va incrementándose con la edad, debido a la acumulación de éstos en los órganos.

Los compuestos metálicos, al contrario que los orgánicos, no experimentan biodegradación, sino tan sólo cambios en el estado de oxidación, que pueden aumentar o disminuir la toxicidad del elemento. [Mencías & Mayero, 2000]. Esto facilita la entrada de los metales en las cadenas alimentarias; cada ser vivo irá acumulando en su organismo aquellos metales que absorba, provenientes de alimentos contaminados (agua, plancton, peces, verduras, frutas, legumbres, etc), o aguas de pozo contaminada.

Es importante destacar que no sólo los compuestos metálicos tienen la capacidad de bioacumularse, sino que también existen otros tipos de compuestos como los plaguicidas, que se depositan en organismos acuáticos de consumo humano. La bioacumulación de éstos contaminantes principalmente en tejido graso, hígado músculo, bazo y sangre puede causar graves efectos en el hombre, desde trastornos gastrointestinales, efectos en el sistema nervioso central, hasta la muerte.

Por otra parte, los compuestos organometálicos tales como, el tributilestaño y el metilmercurio se caracterizan por ser compuestos altamente tóxicos, debido a que son moléculas constituidas por átomos metálicos unidos a cadenas de moléculas orgánicas, las cuales modifican de manera importante la toxicidad del estaño y el mercurio [INE, 2005].

a) Toxicología Ambiental

La toxicología ambiental estudia los daños causados al organismo humano por la exposición a los tóxicos que se encuentran en el medio ambiente.

El objetivo principal de la toxicología ambiental es evaluar los impactos que producen en la salud pública la exposición de la población a los tóxicos ambientales presentes en un sitio contaminado. Es conveniente recalcar que se estudian los efectos sobre los humanos, aunque pudieran existir, en el sitio de estudio, otros blancos de los tóxicos, tales como microorganismos, plantas, animales, etc.

Los tóxicos son los xenobióticos que producen efectos adversos en los organismos vivos.

Un xenobiótico es cualquier sustancia que no ha sido producida por la biota, tales como los productos industriales, drogas terapéuticas, aditivos de alimentos, compuestos inorgánicos, etc. La biota son todos los seres vivos; sean plantas o animales superiores o microorganismos [Peña. et al, 2001].

### 3.6 Fuentes emisoras

Conforme al D.S. 90 se entiende como fuente emisora al establecimiento que descarga residuos líquidos a uno o más cuerpos de agua receptores (Figura 4), como resultado de su proceso, actividad o servicio, con una carga contaminante media diaria o de valor característico superior en uno o más de los parámetros establecidos por este Decreto.



**Figura 4:** Fuentes emisoras [CONAMA, DIRECTEMAR, 2007].

Hay dos clases de fuentes, fuentes fijas y fuentes difusas. Las fuentes fijas descargan agentes contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías o de alcantarillas en el agua superficial. Las fuentes de contaminación difusa son las fuentes que no se pueden localizar en un sólo sitio de descarga [Holloway, 2001].

De acuerdo con GESAMP (2001), las principales fuentes fijas de contaminación corresponden a las plantas industriales, desechos municipales y sitios de extracción, explotación y construcción como excavaciones (explotación agrícola, aprovechamientos forestales, minería, etc).

Las fuentes difusas más evidentes corresponden a la agricultura, por el uso de pesticidas e insecticidas, así como el aporte de residuos de insumos agrícolas y restos de vegetales y animales.

La actividad forestal intensiva, sobre todo de plantaciones, también es una fuente difusa de contaminantes y produce, al igual que la actividad agrícola, cargas de nutrientes, plaguicidas y sedimentos.

### **3.6.1 Principales fuentes de contaminación acuática**

Las principales fuentes de contaminación acuática pueden clasificarse como domiciliarios, industriales y agropecuarios.

#### a) Residuos líquidos domiciliarios

Están formados por las aguas residuales de los hogares y los establecimientos comerciales. Durante muchos años, el principal objetivo de la eliminación de residuos urbanos fue tan sólo reducir su contenido en materias que demandan oxígeno, sólidos en suspensión, compuestos inorgánicos disueltos (en especial compuestos de fósforo y nitrógeno) y bacterias patógenas.

En Chile, la paulatina construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas está permitiendo recuperar gran parte de los recursos de agua dulce del país. Esto es un hecho relevante, considerando que los residuos líquidos domiciliarios son la principal fuente de contaminación de las aguas en Chile.

En Chile, el 82% del total de las aguas servidas generadas llegan al mar a través de veintisiete cuencas hidrográficas, en las que los ríos Elqui, Aconcagua, Maipo, Mapocho, Rapel, Bío-bío y Valdivia tienen un lugar destacado. En especial son afectadas áreas costeras de Valparaíso (esteros Marga-Marga y Reñaca) y Concepción (Talcahuano, San Vicente). En la desembocadura del río Aconcagua, se captan desechos domésticos e industriales de sectores de Quintero y Concón. El río Elqui recibe desechos domésticos de Coquimbo. Los ríos Calle Calle y Valdivia captan desechos de la ciudad de Valdivia [Escobar, 2002].

b) Residuos líquidos industriales

Las características de los residuos líquidos industriales (Riles) difieren bastante dependiendo del tipo de actividad que cada industria desarrolle. El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, sino también de su contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas específicas.

Existe un gran número de industrias que utilizan agua en sus procesos, de manera que al concluir el proceso industrial, el líquido usado ha sido degradado por la incorporación de sustancias o de características físicas contaminantes.

Los contaminantes presentes en las fuentes industriales son por lo general nutrientes, metales pesados, compuestos orgánicos específicos, radiactivos y propiedades fisicoquímicas específicas como pH, salinidad, demanda de oxígeno, dureza, etc. Los componentes de los desechos son microorganismos patógenos, nutrientes y carbono orgánico y se encuentran combinados con aceites, grasas y productos químicos derivados de las industrias, los que entran en las corrientes de desechos domésticos a través de los sistemas de alcantarillado y la escorrentía pluvial.

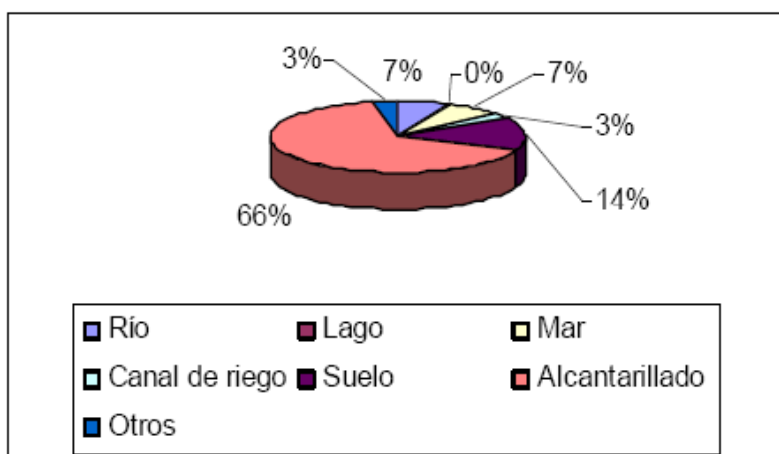
Los desechos industriales contienen además cantidades altas de materia orgánica provenientes de las plantas procesadoras de alimentos y bebidas y de la industria del cuero y de la madera. Otras actividades aumentan la descarga de sedimentos como los relaves mineros.

El agua es el último receptor de todos los agentes físico-químicos que se distribuyen por el aire o sobre el suelo. En muchas ocasiones es también objeto de descargas directas de los desechos producidos durante la explotación minera, más los que se generan durante los procesos de beneficio: transporte, trituración, molienda, fundición o refinación. De esta manera cuerpos de aguas corrientes y por supuesto las zonas de encuentro entre las aguas terrestres y el mar, son afectados por la industria extractiva [Escobar, 2002].

Mención especial debe hacerse del caso de las plantas fundidoras y refinadoras, que contaminan los cuerpos de agua tanto por vía aérea, con la dispersión de los humos y de los vapores sulfurosos, como por descarga directa, tanto a los cauces como al mar. En Chile se encuentran registradas 421 plantas que procesan minerales de cobre, de las cuales cerca del 5% inciden sobre la costa de manera directa [Escobar, 2002].

En efecto, según el Catastro Nacional de Descarga de Riles el cual fue elaborado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios en 1996, la minería del cobre se encuentra en el primer lugar de las industrias que desechan mayor cantidad de líquidos nocivos y que mas deterioran la calidad del agua, los ecosistemas acuáticos, la salud y la calidad de vida de las personas, seguidas por la fabrica de celulosa y papel, y las industrias pesqueras. Sin embargo, las emisiones más tóxicas provienen de las industrias químicas, curtiembres, metalmecánica y galvanoplastias [Holloway, 2001].

El universo de industrias nacionales establecidas en el catastro de Riles elaborado por la SISS en el año 1999 llegó a 2500 industrias, de las cuales 1780 industrias se declararon potencialmente generadoras de Riles, evacuando un 66 % de ellas a redes de alcantarillado público y el resto a cursos o masas de aguas (Figura 5).



**Figura 5:** Porcentaje de industrias potencialmente generadoras de RILes v/s cuerpo receptor [SISS, 1999].

En Chile, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el volumen total de Residuos Industriales Líquidos (Riles), considerando los aportes de las empresas sanitarias y las industrias, asciende a 121.476.152 metros cúbicos. El 40,5% corresponde a la Región Metropolitana; el 20,6% a la Octava Región del Bío-Bío; el 8,27% a la Quinta Región de Valparaíso y el 8,89% a la Sexta Región del Libertador Bernardo O'Higgins [INE, 2001].

Aunque no se ha actualizado este material, se ha complementado con información acerca del número de industrias que efectúan tratamiento de las aguas utilizadas antes del vertido final.

De acuerdo a las cifras actualizadas al 10 de septiembre de 2001, un total de 294 establecimientos industriales tienen tratamiento, 149 de ellas vierten al alcantarillado y los otros 145 a cursos de aguas, sistemas de infiltración, riego u otro.

c) Residuos líquidos agropecuarios

La actividad agrícola utiliza un promedio cercano al 70% de todas las fuentes de suministro de agua y ha sido reconocida como una de las principales fuentes difusas de contaminación de las aguas dulces, estuarinas y costeras. Existen formas variadas de contaminación por esta fuente difusa que finalmente provocan un gran impacto en las aguas superficiales (tabla 2), concentrando sus efectos nocivos en las desembocaduras de los ríos en el mar.

También la contaminación se origina por el uso de aguas servidas en el riego. Ello transmite enfermedades a los consumidores de productos agrícolas, irrigados con esta agua.

Las alteraciones de la cubierta vegetal y la corteza terrestre es la principal fuente de introducción de sedimentos a los ríos por acción humana. Se estima que cerca del 80% de los sedimentos finos que llegan a las aguas superficiales, son movilizados por prácticas agrícolas y cambios en la cobertura vegetal [Escobar, 2002].

La agricultura, la ganadería (vacuno y porcino principalmente) y las granjas avícolas, son la fuente de muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes incluyen tanto sedimentos procedentes de la erosión

de las tierras de cultivo como compuestos de fósforo y nitrógeno que, en parte, proceden de los residuos animales y los fertilizantes comerciales.

Los residuos animales tienen un alto contenido en nitrógeno, fósforo y materia consumidora de oxígeno, y a menudo albergan organismos patógenos. Los residuos de los criaderos industriales se eliminan en tierra por contención, por lo que el principal peligro que representan es el de la filtración y las escorrentías.

Uno de los residuos líquidos agrícola que genera innumerables efectos indeseados como la generación de organismos resistentes, la persistencia ambiental de residuos tóxicos y la contaminación de recursos hídricos con degradación de la flora y fauna, son los plaguicidas. La contaminación de los cursos de agua se produce en forma directa por la aplicación de plaguicidas en las aguas, por lavado de envases o equipos y por descarga de remanentes y residuos.

Las aguas contaminadas expanden el tóxico a la flora y fauna produciendo la muerte de especies, el aumento de la intoxicación humana, la pérdida del curso de agua como recurso utilizable y la probable contaminación de las reservas hídricas (acuíferos).

**Tabla 2:** Actividades agrícolas e impactos en las aguas superficiales.

<b>Actividad Agrícola</b>	<b>Impacto en las aguas superficiales</b>
Labranza/ arado	Sedimentación/turbidez: los sedimentos transportan fósforo y pesticidas absorbidos a las partículas de sedimentos, alteración de cauces y lechos, pérdida de hábitats, etc.
Fertilización	La escorrentía que transporta nutrientes, especialmente de fósforo, lleva a la eutrofización y causan malos olores y sabores en los sitios de captación de agua para consumo humano. Los excesos en el crecimiento de las algas llevan a una reducción del oxígeno disuelto en el agua y la mortandad de peces.
Esparcimiento de abonos	Llevado a cabo como una actividad de fertilización en suelos poco permeables, resulta en altos niveles de contaminación de las aguas receptoras con metales, nitrógeno y fósforo y microorganismos patógenos. Inducen la eutrofización.
Pesticidas	La escorrentía con pesticidas contamina las aguas superficiales y la biota, provoca disfunción de los sistemas ecológicos por pérdida de los grandes predadores, impactos en la salud pública por el consumo de organismos acuáticos contaminados. Los pesticidas pueden ser transportados por aerosoles a distancias mayores de 1000 km del sitio de aplicación.
Pérdida de piensos alimentos / corrales de animales	Contaminación de las aguas superficiales por organismos patógenos (virus y bacterias), creación de problemas crónicos de salud humana, también contaminación con metales contenidos en la orina y heces fecales de los animales de granjas.
Riego y drenaje	Escorrentía con sales lleva a una salinización de las aguas superficiales, aporte de pesticidas, fertilizantes y elementos químicos, bioacumulación en especies acuáticas vulnerables. Niveles altos de trazas de elementos como el selenio, pueden originar serias alteraciones ecológicas y de salud humana.
Limpieza/ desmonte	La erosión del suelo eleva los niveles de turbidez en las aguas superficiales, pérdida de fondo de cauces y lechos, pérdida de hábitat, disfunción y cambios en el régimen hidrológico (a menudo con pérdida de cauces de agua menores), problemas de salud humana y pérdida de fuentes de agua para consumo humano.
Silvicultura - Agroforestería	Tiene un rango amplio de efectos: escorrentía de pesticidas, contaminación de aguas superficiales y recursos acuáticos vivos, problemas de erosión y sedimentación.

Fuente: La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar [Escobar, 2002].

### **3.7 Antecedentes normativos nacionales**

Existe un sinnúmero de normas ambientales que, de uno u otro modo, se encargan de regular el problema de la contaminación de las aguas marinas y continentales. Estas normas ambientales son disposiciones legales que establecen cuales serán los niveles de sustancias contaminantes que serán consideradas aceptables y seguros para la salud del ser humano y del medio ambiente.

Existen distintos tipos de normas, las normas primarias de calidad ambiental, las normas secundarias de calidad ambiental, y las normas de emisión.

#### **3.7.1 Norma Chilena Oficial (NCh) 1.333**

La Norma Chilena 1.333, fija criterios de calidad de agua según el uso determinado (Anexo A, tabla 3), es decir, contempla diferentes criterios (científicos) de calidad del agua según el uso que se les asigne a dichas aguas. Estos criterios tienen por objeto proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos, de la degradación producida por la contaminación [Fávero & Katz, 1998].

Establece los requisitos de calidad para los siguientes usos de las aguas:

- a) agua para consumo humano
- b) agua para la bebida de animales
- c) riego
- d) recreación y estética, con las siguientes distinciones:
  - estética;
  - recreación con contacto directo;
  - recreación sin contacto directo,
- e) vida acuática.

Contempla los requisitos para el agua de riego, estableciendo requisitos químicos y bacteriológicos, también establece los requisitos para el agua destinada a la recreación y estética, distinguiendo entre estética y recreación con y sin contacto directo, finalmente se refiere a los requisitos del agua dulce para la vida acuática y al agua destinada al cultivo de organismos filtradores.

### 3.7.2 Normas de calidad primaria

Tienen como objetivo proteger la salud de la población y se aplican en todo el país por igual, de manera que todos los chilenos tengan derecho a la misma calidad ambiental.

El decreto supremo que contiene la norma primaria para la protección de las aguas continentales superficiales, D.S.145/02 regula la calidad de las aguas para recreación con contacto directo y el riego de frutas y hortalizas que se desarrollan a ras de suelo y que habitualmente se consumen sin proceso de cocción. Se regulan veintinueve parámetros para el uso recreativo, agrupados en seis grupos de parámetros contaminantes y sólo un parámetro para el uso en riego (Anexo A, tabla 4)

En tanto la Norma primaria para la protección de las aguas marinas regula la calidad de las aguas para las actividades de recreación con contacto directo. Se regulan siete parámetros para el uso recreativo, agrupado en tres grupos de contaminantes [CONAMA, 2004].

### 3.7.3 Normas de calidad secundaria

A diferencia de las normas primarias, tienen por objeto proteger recursos naturales u otros, que pueden ser muy diversos, tales como cultivos, ecosistemas, especies de flora o fauna, monumentos nacionales o sitios con valor arqueológico [CONAMA, 2001].

Las normas secundarias de calidad asociadas a la protección de las aguas continentales superficiales, para la protección y conservación de las comunidades acuáticas y para los usos prioritarios, deberán considerar las clases de calidad que a continuación se indican:

a) Excepcional: Indica un agua de mejor calidad que la Clase 1, que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República.

Esta calidad es adecuada también para la conservación de las comunidades acuáticas y demás usos definidos cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta Clase.

b) Clase 1: Muy buena calidad. Indica un agua adecuada para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las Clases 2 y 3.

c) Clase 2: Buena calidad. Indica un agua adecuada para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la Clase 3.

d) Clase 3: Regular calidad. Indica un agua adecuada para bebida de animales y para riego restringido.

Su aplicación puede ser a nivel nacional o a nivel local, dependiendo del recurso que se está protegiendo.

El Instructivo de CONAMA denominado “Norma Secundaria para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales”, regula en su tabla 1 (Anexo A, tabla 5) sesenta y un contaminantes para los usos prioritarios de Chile, más la protección de las comunidades acuáticas, con siete grupos de contaminantes y además en su tabla 2 (Anexo A, tabla 6), regula de manera independiente la calidad de las aguas lacustres con seis contaminantes. Contempla la elaboración de informes de calidad que señalen con cierta periodicidad a la población si la calidad establecida o deseada se ha mantenido, mejorado o empeorado en un tiempo determinado.

En tanto, en el mismo Instructivo de CONAMA, en su parte denominada “Norma de Calidad Ambiental en Aguas marinas”, ésta tiene como objeto, constituirse en un instrumento básico para el desarrollo sustentable en el ambiente marino costero. En su tabla 3 (Anexo A, tabla 7), establece las condiciones en que el agua puede considerarse apta para ciertos usos. De esta manera, se busca prevenir el deterioro ambiental, proteger y conservar la calidad básica de las aguas marinas y estuarinas permitiendo su aprovechamiento óptimo y maximizando los beneficios sociales, económicos, culturales y ambientales.

#### **3.7.4 Normas de emisión para las descargas de residuos industriales y aguas servidas.**

El desarrollo de estas normas comenzó con la promulgación de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente de 1994. En el año 1996 se emitieron por primera vez normas técnicas de referencia para las descargas al sistema de alcantarillado. Estas medidas llevaron a promulgar normas oficiales en 1998 (que fueron enmendadas en el 2000). Más adelante se establecieron normas para descargas a aguas marinas y a aguas continentales superficiales (2000) y a las aguas subterráneas (2002). Todas las normas de emisión están en vigencia con efecto inmediato para las instalaciones nuevas, y son de aplicación para las existentes a partir de septiembre del 2006.

Las principales normas de emisión que regulan los contaminantes asociados a descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales son las siguientes:

a) Decreto 609/ 1998.

La Norma de Emisión para la Regularización de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado, establece la cantidad máxima de contaminante permitida para los residuos industriales líquidos, descargado por los establecimientos industriales en los servicios públicos de recolección de aguas servidas de tipo separado o unitario, mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial que se descargan en los alcantarillados.

Establece dos tablas en donde se regulan los límites máximos de contaminantes, éstas son las tablas 3 y 4 (Anexo A, tabla 8 y 9), la primera establece los Límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúen a redes de alcantarillado que no cuenten con plantas de tratamiento de aguas servidas y la segunda establece Límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúan a redes de alcantarillado que cuenten con plantas de tratamiento de aguas servidas.

b) Decreto 3592/2000 [CONAMA, 2004].

Modifica Decreto Supremo N° 609/98, de Obras Públicas, que Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. DS 3592/2000, del Ministerio de Obras Públicas.

c) Decreto 601/2004 [CONAMA, 2004].

Modifica Decreto Supremo N° 609/98 de Obras Públicas, que Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado.

d) Decreto Supremo 90 /2000.

Esta norma de emisión establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales de la República de Chile.

Esta norma se aplica a todos los establecimientos emisores, tanto industriales como sanitarios, que descarguen sus residuos líquidos a cuerpos o masas de agua superficiales (ríos, lagos y mar).

Establece cinco tablas para su cumplimiento, regulándose aproximadamente treinta parámetros. Las dos primeras tablas (Anexo A, tabla 10 y 11) dicen relación con descargas que se produzcan en los ríos, considerando la capacidad de dilución de éstos, la tabla N° 3 (Anexo A, tabla 12) regula las descargas que se producen en los lagos y las tablas 4 y 5 (Anexo A, tabla 13 y 14) las descargas que se producen al mar, considerando para esto el cálculo de la Zona de Protección Litoral (ZPL).

e) Decreto 46/2002.

Determina las concentraciones máximas de contaminantes permitidas en los residuos líquidos que son descargados por la fuente emisora, a través del suelo, a las zonas saturadas de los acuíferos, mediante obras destinadas a infiltrarlo. No será aplicable a las labores de riego, a los depósitos de relaves y a la inyección de las aguas de formación a los pozos de producción en los yacimientos de hidrocarburos.

La norma señala que no se podrá emitir directamente a la zona saturada del acuífero, salvo que la emisión sea de igual o mejor calidad que la del contenido natural y si la vulnerabilidad del acuífero es calificada por la DGA como alta, sólo se podrá disponer residuos líquidos mediante infiltración, cuando la emisión sea de igual o mejor calidad que la del contenido natural del acuífero.

Los establecimientos emisores que deban cumplir la norma deberán considerar, según la determinación previa de la vulnerabilidad del acuífero donde se produzca la descarga, si cumplen con la Tabla N°1 (Anexo A, tabla 15) sobre "Límites Máximos Permitidos para Descargar Residuos Líquidos en Condiciones de Vulnerabilidad Media" o con la Tabla N°

2 (Anexo A, tabla 16) “Límites Máximos Permitidos para Descargar Residuos Líquidos en Condiciones de Vulnerabilidad Baja”.

### **3.7.5 Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión.**

a) D.S. Nº 93/1995

Este instrumento de gestión ambiental es considerado clave en la modernización y adaptación del país a las exigencias que en esta materia plantea las naciones desarrolladas. El reglamento consta de 38 artículos permanentes y tres transitorios, agrupados en cinco títulos.

- Título I: Disposiciones generales

Se define que se entenderá por normas primarias de calidad, secundarias y normas de emisión, junto con precisar la manera en que se establecerán las normas, el ámbito territorial de su aplicación y el procedimiento para la dictación de éstas.

- Título II: Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.

Contempla las etapas para la realización del procedimiento para la dictación de normas de calidad y emisión, éstas son:

- ❖ Desarrollo de estudios científicos: Se establece en el Reglamento que el Comité Operativo (CO), debe llevar a cabo un análisis de consistencia de la información, incluidos los datos locales, nacionales e internacionales disponibles, y presentar una opinión con este análisis. El Reglamento también indica que cualquier persona podrá hacer llegar los antecedentes que disponga, en especial antecedentes técnicos, científicos y sociales sobre la materia que se va a normar.
- ❖ Análisis técnico y económico: Dicho análisis debe comprender la evaluación de costos y beneficios para comunidades humanas, ecosistemas o especies afectadas directamente; costos y beneficios para los emisores; y beneficios y costos para el gobierno en su calidad de responsable de fiscalizar la regulación.
- ❖ Consultas a organismos competentes públicos y privados: En el Reglamento, para la evaluación de un borrador de norma en un plazo de 60 días, la consulta se

plantea en tres instancias: i) solicitud de la opinión individual de los ministerios involucrados en el proceso regulativo; ii) solicitud de la opinión de un comité de asesoría directa a la Dirección Ejecutiva de la CONAMA: el Consejo Consultivo; y iii) desarrollo de una consulta pública abierta.

- ❖ Análisis de las observaciones formuladas: Al finalizar esta etapa, la CONAMA debe producir dos documentos: la versión final de proyecto de norma y un reporte con un análisis de cada una de las observaciones de la consulta pública con indicación de cómo fue acogida o justificación de su no inclusión.
- ❖ Adecuada publicidad: Los instrumentos definidos en el Reglamento a este respecto son: la publicación de avisos en la prensa y el Diario Oficial de la República de Chile, en los que se reporte el inicio de las distintas etapas del proceso; la creación de un expediente de libre acceso con los documentos que dan cuenta del avance escrito del procedimiento; un cuadro informativo de carácter público que se renueve mensualmente con el avance de los procesos normativos iniciados.

- Título III: Reglas Especiales.

En la determinación de las normas primarias de calidad ambiental, se recopilarán los antecedentes y se encargará la preparación de los estudios o investigaciones científicas, epidemiológicas, clínicas, toxicológicas y otros que sean necesarios, para establecer los niveles de riesgo para la vida o salud de la población.

En la determinación de las normas secundarias de calidad ambiental, se recopilarán los antecedentes y se encargará la preparación de estudios o investigaciones técnicas, científicas, toxicológicas y otras que sean necesarias para establecer los niveles de exposición o carencia para la protección o conservación del medio ambiente.

Para las normas de emisión se definen los estudios que se requerirán para establecer la cantidad y/o concentración o límite máximo permitido para un contaminante, medido en el efluente de la fuente emisora y en un período de tiempo determinado.

- Título IV: Procedimiento y Criterios para la revisión de las normas vigentes.

Se fijan los tiempos de revisión de las normas en al menos cada cinco años, pudiéndose adelantar el proceso de revisión fundados en la necesidad de readecuación de la norma. La revisión de las normas deberá sujetarse a criterios de eficacia, los cuales serán ponderados según distintos factores.

- Título V: Procedimiento de reclamo.

Se indica que serán reclamables los decretos supremos que establezcan normas primarias y secundarias de calidad ambiental y de emisión, ante un juez de letras competente por cualquier persona que considere que no se ajusta a la ley 19.300 en sus artículos 49 y 50. El plazo establecido para interponer el reclamo será de treinta días, contado desde la fecha de publicación del decreto en el Diario Oficial.

### **3.8 Marco institucional nacional para la gestión del agua**

Existen distintos servicios públicos con competencia ambiental, que deben coordinar y dar coherencia a las decisiones que se adopten y a las acciones que se realicen con el propósito final de proteger el medio ambiente natural y construido, entre estos últimos cabe destacar los siguientes:

#### **3.8.1 Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)**

Elabora las políticas ambientales e informa periódicamente acerca del cumplimiento y aplicación de las leyes sobre el medio ambiente, mantiene un sistema nacional de información sobre el medio ambiente.

Debe actuar en interrelación directa con otros organismos del Estado, así como con sectores productivos, científicos y la ciudadanía en general, de manera de poder coordinar los procesos de promulgación y actualización de normas de calidad y emisión.

### **3.8.2 Dirección General de Aguas (DGA)**

Perteneciente al Ministerio de Obras Públicas, es el órgano competente en materia de gestión del recurso agua continental (superficial y subterránea), es decir, debe planificar el desarrollo del recurso hídrico en las fuentes naturales para formular recomendaciones sobre su aprovechamiento; investigar y medir el recurso, vigilar las aguas y supervisar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios.

### **3.8.3 Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)**

Creada en 1990 por la Ley N°18.902, también dependiente del Ministerio de Obras Públicas, es un organismo que debe estudiar, proponer y controlar el cumplimiento de normas técnicas sobre diseño, construcción, explotación de servicios sanitarios y control de residuos líquidos industriales en todo el país, debiendo además informar sobre el otorgamiento de concesiones, ampliación o modificación de las mismas y aplicar sanciones a los prestadores de servicios sanitarios o empresas que infrinjan la legislación existente.

### **3.8.4 Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)**

Perteneciente al Ministerio de Defensa, es el organismo oficial del Gobierno y de la Armada de Chile designada para cumplir y desarrollar las funciones de entidad rectora en todo lo relativo a contaminación marina. El accionar de la DIRECTEMAR está dirigido, a preservar los ambientes y ecosistemas acuáticos, regular las descargas de aguas residuales industriales, incluidas las de la minería, a puertos, ríos navegables y lagos, así como el depósito de residuos en el mar (en virtud del Convenio de Londres contra el Vertimiento de desechos, Ley de Navegación, Convenios MARPOL y CONVEMAR).

La DIRECTEMAR cuenta con un Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL), el cual a partir de 1990 mide veintitrés parámetros en zonas costeras, lo que permite tener una apreciación acerca de la calidad ambiental del agua en estas zonas.

### **3.8.5 Servicios de Salud del Ministerio de Salud**

Participan de la gestión ambiental velando por la eliminación de cualquier factor o agente del medio ambiente que pueda afectar la salud, seguridad o bienestar de los habitantes del país. A nivel regional, el ministerio participa con sus SEREMI en las COREMA, particularmente en lo que respecta al proceso de evaluación del impacto ambiental.

### **3.8.6 Servicio Agrícola Ganadero (SAG)**

Perteneciente al Ministerio de Agricultura, controla la calidad del agua de riego, supervisa el registro de los plaguicidas agrícolas; incluida la información relativa a la composición química de los productos, las instrucciones de uso, las evaluaciones de seguridad ambiental y de salud. Ofrece asesoría sobre prácticas de gestión agrícola, financia investigaciones sobre el manejo de efluentes en la ganadería y los efectos ambientales de la contaminación agrícola [CONAMA & DGA, 2003].

### **3.9 Normativas Internacionales**

#### **3.9.1 Unión Europea**

Es una organización que está constituida por un Parlamento, una Comisión y un Consejo. El Parlamento Europeo es el órgano en el que están representados los ciudadanos de la Unión Europea. Las funciones principales del Parlamento son examinar las propuestas de la Comisión y asociarse con el Consejo al proceso legislativo.

La Comisión Europea es una institución que tiene poderes de iniciativa, ejecución, gestión y control.

El consejo (Consejo de ministros o Consejo) es la principal institución decisoria de la Unión Europea. Reúne a los ministros de los quince Estados miembros (Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, España, Suecia, Reino Unido). Las decisiones del consejo se toman a partir de propuestas de la Comisión.

Este Consejo dispone de las Directivas como herramientas para conseguir una aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los estados miembros. Para elaborar las directivas, la Comisión se basa en un nivel de protección elevado en lo que se refiere a la aproximación de legislaciones en materia de salud y medio ambiente.

A mediados de los años setenta se promulgaron cinco directivas sobre el agua en las que se reflejan los objetivos de calidad en función de los usos finales a los que se destinaba. Tal es el caso de la calidad de aguas de baño, aguas prepotables, desarrollo de la vida piscícola, cría de moluscos y consumo humano. Más tarde, se aprobaron también dos Directivas en las que, por primera vez, se hablaba del control de las emisiones contaminantes al medio hídrico: la referente a la contaminación causada por las sustancias tóxicas y peligrosas y la que trata sobre la protección de las aguas subterráneas. A principios de los noventa surgieron otras directivas como la relativa al tratamiento de aguas residuales urbanas y la Directiva referente a la protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos, aplicable a las aguas superficiales y subterráneas.

En junio de 1995 por una petición formulada por la Comisión de Medio Ambiente del Parlamento Europeo y por el Consejo, comienza la elaboración de la Directiva Marco de agua, la cual es publicada finalmente en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas el 23 de octubre de 2000, cuyo objetivo es establecer un marco para la protección de las

aguas, que prevenga todo deterioro adicional y proteja el estado de los ecosistemas acuáticos, terrestres y humedales dependientes de ellos [Estrela. et al, 2000].

### 3.9.2 Canadá

El gobierno de Canadá cuenta con una gran variedad de organismos medio ambientales, pero sin duda uno de los más relevantes en materia de protección de la calidad de las aguas es el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME). Este Consejo elabora, aprueba y publica la Directrices para la calidad del agua en Canadá, sin embargo, no impone sus sugerencias sobre sus miembros, ya que no tiene la autoridad para aplicar o hacer cumplir la legislación; cada jurisdicción decide si procede o no aprobar las propuestas del CCME.

Las Directrices establecen los niveles sobre la calidad del agua para la protección de la vida acuática, mediante el establecimiento de niveles aceptables de sustancias o condiciones que afectan la calidad del agua, tales como los productos químicos tóxicos, la temperatura y el pH. Se basan en datos científicos de toxicidad para especies de plantas y animales más sensibles que se encuentren en aguas canadienses.

Además, existen Directrices canadienses sobre la calidad del agua para la protección de los usos del agua en la agricultura, que tienen como finalidad proteger los cultivos de especies sensibles que puedan estar expuestos a sustancias tóxicas como los plaguicidas en el agua de riego. Del mismo modo, las Directrices canadienses sobre la calidad del agua de Ganadería, se basan en la manera en que la ganadería se ve afectada por el agua de bebida contaminada por determinadas sustancias que se acumulan en los órganos de los animales.

Las Directrices Canadienses sobre la calidad del agua para la protección de la vida acuática y los usos agrícolas se derivan de la literatura disponible sobre los efectos de una sustancia o de una propiedad física (por ejemplo, la temperatura) en varias especies. El examen técnico y el resumen de las sustancias incluyen cuestiones tales como:

- Producción y usos;
- Propiedades físicas y químicas;
- Las fuentes y las vías para entrar en el medio acuático;
- Concentraciones ambientales;

- Destino final y comportamiento;
- Bioacumulación;
- Actuales criterios y directrices, y,
- Datos toxicológicos sobre las plantas y animales [Canadian, 2007].

### **3.9.3 United States Environmental Protection Act**

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, tiene como objetivo principal proteger la salud de las personas y el medio ambiente, estableciendo estándares para una variedad de programas ambientales, y delegando a los estados las responsabilidades para otorgar permisos, supervisar y hacer cumplir los acatamientos. Donde los estándares nacionales no son cumplidos, la USEPA puede emitir sanciones y tomar otras medidas con el fin de asistir a los estados para alcanzar los niveles deseados de calidad ambiental.

Con la supervisión de la USEPA, los Estados tienen la facultad de designar; los usos de las aguas superficiales y establecer criterios para la protección de la calidad del agua, éstos criterios se basan únicamente en datos científicos y resoluciones judiciales sobre las concentraciones de los contaminantes que produzcan algún efecto adverso en el medio ambiente y en la salud humana.

USEPA recopila periódicamente resultados de pruebas de toxicidad para determinar la sensibilidad de los organismos acuáticos expuestos a una concentración conocida de una sustancia química, con el fin de determinar los criterios de calidad para la protección del medio ambiente.

Los criterios de calidad para la protección de la salud humana, se obtienen en base a estudios realizados sobre los efectos cancerígenos y neurológicos de los productos químicos en ratones, que luego se extrapola a la estimación de los posibles efectos en los humanos [USEPA, 2007].

#### **4 PROBLEMA**

Como consecuencia del creciente desarrollo económico e industrial experimentado por Chile, en los últimos años, ha aumentado en forma considerable la generación de residuos líquidos. Esto debido a que la actividad industrial junto con el crecimiento demográfico, genera una serie de emisiones, desechos o residuos que son vertidos a cursos de agua sin previo tratamiento o con un tratamiento muy básico.

Para remediar la contaminación en ríos, lagos y aguas subterráneas, producto de descargas líquidas industriales, el Gobierno ha definido un conjunto de normas para controlar las emisiones y la calidad de cada uno de estos cuerpos. Sin embargo, aún existen muchos parámetros que no están considerados en la normativa que regula las descargas de residuos líquidos a distintas fuentes y que pueden causar tanto daño al medio ambiente como los que ya están normados, especialmente considerando que todos los días aparecen en el mercado nuevos productos químicos de diverso tipo, y que para la enorme mayoría de ellos se desconocen sus efectos ambientales en el país.

El presente trabajo de titulación, está orientado a establecer y proponer la inclusión de contaminantes no considerados en la legislación chilena asociados a las descargas de residuos líquidos en aguas marinas y continentales, sobre la base de una evaluación del estado actual de la legislación ambiental tanto chilena como extranjera, y el perfil ecotoxicológico de los contaminantes.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Contribuir a fortalecer las normas de emisión y normas secundarias de calidad ambiental, para aguas marinas y continentales de Chile, a través de la generación de antecedentes que permitan fundamentar, seleccionar y proponer la incorporación de nuevos contaminantes.

### **5.2 Objetivos específicos**

1. Revisar antecedentes de la normativa nacional e internacional de carácter ambiental, relativa al control de contaminantes para aguas marinas y continentales.
2. Clasificar los contaminantes seleccionados según actividad productiva en Chile, de acuerdo a su procedencia y aplicación.
3. Analizar las características físico-químicas, efectos ambientales y ecotoxicológicos de los contaminantes identificados, que permitan fundamentar su incorporación en la normativa ambiental hídrica chilena.
4. Seleccionar contaminantes prioritarios que debieran incluirse en futuras revisiones a la normativa ambiental hídrica chilena.

## 6 METODOLOGÍA

### 6.1 Revisión de antecedentes de la normativa nacional e internacional

#### 6.1.1 Recopilación de información extranjera

La recopilación de información de la normativa ambiental hídrica extranjera se realizó en dos etapas. La primera consistió en obtener antecedentes sobre normas de calidad en aguas marinas y continentales, para la protección de la vida acuática, aguas para riego, uso pecuario, uso recreativo, acuicultura y actividades de pesca. La segunda etapa consistió en recopilar antecedentes disponibles sobre normas de emisión para aguas marinas y continentales.

Para los casos en que las normas se encontraban en otro idioma, se tradujo al Español y además los valores límites de los parámetros fueron transformados de  $\mu\text{g/L}$  a  $\text{mg/L}$ .

#### a) Información Normas de Calidad

Los países u organizaciones seleccionados para elaborar una base de datos referentes a normas de calidad para agua fueron: Canadá, Japón, la Unión Europea (UE) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), debido a que representan a organismos oficiales internacionales, que tienen una base científica rigurosa.

Para obtener la información de cada país u organización, fueron visitadas las páginas web de los Ministerios de Medio Ambiente correspondientes.

#### ➤ Canadá

- Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life 2006 (Anexo B, tabla 1).
- Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Water Uses 2005 (Anexo B, tabla 2).

#### ➤ Japón

- Environmental Quality Standards for Water Pollutants 1997. (Anexo B, tabla 3).

➤ Unión Europea

- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio (Anexo B tabla 4).
- Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 2006/0129(COD) relativa a las normas de calidad en el ámbito de la política de aguas y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. (Anexo B, tabla 5).

➤ Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA)

- Water quality aquatic life criteria for pollutants 2004. (Anexo B, tabla 6).

b) Información Normas de Emisión

Los países u organizaciones seleccionados para elaborar una base de datos referentes a normas de emisión para agua fueron: la Unión Europea (UE) y Japón.

➤ Unión Europea

- Directiva Marco del Consejo 76/464/CEE de 4 de Mayo. (Anexo B, tabla 7), para aguas superficiales.

Los valores límites de cada parámetro, fueron obtenidos de otras Directivas creadas posteriormente, debido a que en la Directiva Marco del Consejo 76, sólo contenía la lista de parámetros. Estas Directivas son: Directiva 82/176, Directiva 83/513, Directiva 84/491, Directiva 86/280, Directiva 88/347 y Directiva 90/415.

- Decreto 57/2005, de 30 de junio. (Anexo B, tabla 8), para descarga de RILes a sistemas de alcantarillado.

➤ Japón

- National Effluent Standards 1998.

Esta norma se dividió en dos tablas, en la primera fueron seleccionados los estándares y valores límites para la protección de la salud humana (Anexo B, tabla 9) y en la segunda para la protección del ambiente vivo (Anexo B, tabla 10), ambas para aguas superficiales.

### 6.1.2 Comparación de parámetros normados nacional e internacionalmente

Una vez recopilada toda la información sobre normas de calidad ambiental extranjera, se procedió a comparar la presencia (✓) de parámetros regulados en normativas internacionales, con los regulados en la Guía CONAMA para el establecimiento de normas secundarias de calidad en Chile (tabla 11).

**Tabla 11:** Presencia de Parámetros en la normativa de calidad ambiental hídrica extranjera y nacional.

Nº	Parámetros	Canadá	Japón	UE	USEPA	Chile
1						
2						
3						
4						
5						

Además, una vez recopilada toda la información sobre normas de emisión extranjera, se procedió a comparar la presencia (✓) de parámetros regulados en normativas internacionales, con los regulados en normas de emisión en Chile, tales como Decreto: 90, 46 y 609 (tabla 12).

**Tabla 12:** Presencia de Parámetros en la normativa de emisión hídrica extranjera y nacional.

N	Parámetros	Japón	UE	Chile
1				
2				
3				
4				
5				

### **6.1.3 Revisión de antecedentes en instituciones nacionales con competencia ambiental.**

#### a) Revisión de expediente de creación D.S.90/2000

Para la búsqueda de los expedientes de creación de los decretos, se visitó en seis oportunidades las oficinas centrales de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), ubicada en la región Metropolitana, debido a que este organismo público es el encargado de coordinar los procesos de promulgación y actualización de normas de calidad ambiental y de emisión.

#### ➤ Decreto 90/2000

En la revisión de este expediente, se encontró información de diferentes parámetros que no fueron considerados en el informe final del decreto; una estimación genérica de las descargas de residuos líquidos en la Industria papelera (Anexo B, tabla 13); un análisis de muestreo para plaguicidas en aguas de las regiones I, III, IV, V y Metropolitana (Anexo B, tabla 14), así como una propuesta de parámetros orgánicos, inorgánicos y microbiológicos del Servicio Agrícola Ganadero (Anexo B, tabla 15).

Además, se encontró una tabla elaborada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de la Marina Mercante (DIRECTEMAR), donde se comparan los parámetros incluidos en normas de distintos países (Anexo B, tabla 16).

#### b) Recopilación de información en SISS, DIRECTEMAR u otras fuentes

Toda la información recopilada fue mediante entrevistas personales con encargados del área ambiental de los distintos organismos públicos.

#### ➤ Información Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Por medio de una entrevista personal a las señoras, Erika Correa y Nancy Cepeda, encargadas de la División de Estudios y normas, se recopilaron los parámetros de emisión monitoreados por la Celulosa Arauco en Valdivia (Anexo B, tabla 17).

➤ Información Dirección General de Aguas

Por medio de la encargada del Centro de Documentación, la Sra. Tatiana Cuevas, se recopilaron los parámetros que la DGA monitorea en el río Maipo en la región Metropolitana.

Aluminio	Cromo	Nitrógeno Kjendahl
Amonio	DBO <sub>5</sub>	Nitrógeno orgánico
Asbestos	Dióxido de Silicio	Nitrógeno total
Bicarbonato	DQO	Oxígeno disuelto
Boro	Fluoruro	pH
Cadmio	Fosfato	Plata
Calcio	Fósforo total	Plomo
Carbonato	Hierro	Potasio
Caudal	Litio	RAS
Cianuro	Magnesio	Selenio
Cloruro	Manganeso	Sodio
Cobalto	Mercurio	Sulfatos
Cobre	Molibdeno	Temperatura
Coliformes fecales	Níquel	Turbiedad
Coliformes totales	Nitrato	Zinc
Conductividad	Nitrito	

➤ Información Dirección General del Territorio Marítimo y de la Marina Mercante.

La información recopilada correspondió al Programa de Observación del Ambiente Natural (Anexo B, tabla 18), disponible en la página web de la DIRECTEMAR.

Luego de recopilar la información disponible de parámetros, en organizaciones con competencia ambiental en Chile, se procedió a elaborar una tabla, que indicara cual de estos parámetros debiera ser normado en las normas de emisión o calidad (tabla 19), según su fuente de emisión (Puntual y difusa).

**Tabla 19:** Clasificación de los contaminantes para normas de emisión o calidad.

Nº	Parámetros	Fuente de información	Tipo de fuente Difusa/Puntual	Emisión/Calidad
1				
2				
3				
4				
5				

Para definir si los parámetros que fueron propuestos por organismos nacionales con competencia ambiental, debieran incluirse en normas de emisión o de calidad, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Si el parámetro es procedente de fuentes difusas y puntuales, este será clasificado solo como parámetro de calidad.
- Si el parámetro es procedente de fuentes difusas, este será clasificado como parámetro de calidad.
- Si el parámetro es procedente sólo de fuentes puntuales, este será clasificado como parámetro de emisión y calidad.

## **6.2 Clasificación de contaminantes según actividades industriales en Chile actualmente no regulados en normas hídricas.**

Las normas de calidad y emisión se analizaron por separado, debido a la naturaleza de cada contaminante.

### **6.2.1 Identificación de los parámetros no regulados en normas de calidad y emisión.**

Para la identificación de los parámetros no regulados en normas de calidad secundaria, se trabajó en conjunto la información obtenida a partir de la comparación de la Guía CONAMA y normativas hídricas internacionales, con la obtenida mediante entrevistas personales y revisión del expediente de creación del decreto 90/2000 en CONAMA Central.

Los parámetros presentes en normas de calidad internacionales, fueron seleccionados según el criterio de que estuviesen presentes como mínimo en dos de los cuatro países u organizaciones internacionales más importantes, entre ellos Canadá, Japón, Unión Europea (UE) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

Para la identificación de los parámetros no regulados en normas de emisión, se trabajó con las normas Chilenas de emisión, D.S. 90/00, D.S. 609/98 y D.S. 46/02. De los países considerados fueron seleccionados todos los parámetros encontrados en la normativa de la Unión Europea y Japón.

A continuación se procedió a complementar los parámetros recién mencionados, con los parámetros controlados por instituciones nacionales con competencia ambiental.

### 6.2.2 Recopilación de información de parámetros según procedencia y aplicación.

Para la recopilación de la procedencia y aplicación de los parámetros se revisaron las páginas de Internet de la Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), EPA Pesticides: Endangered Species Effects Determinations and Consultations, Environmental Information System (ENVIS), y la Red de acción en Plaguicidas y sus Alternativas en Chile (Rap-Chile). Además se revisaron páginas de industrias chilenas dedicadas a la producción y comercialización de agroquímicos como Anasac. Otra forma de recopilación fue mediante la revisión de libros relacionados con contaminantes de origen industrial y entrevistas a especialistas en el tema, como ingenieros civil químico, industrial y agrónomos.

Esta información fue ordenada en una tabla (tabla 20) y los parámetros seleccionados fueron clasificados como: plaguicidas, compuestos orgánicos volátiles, metales, nutrientes y otros.

**Tabla 20:** Procedencia y aplicación de los contaminantes

Parámetro	Procedencia	Aplicación

### 6.2.3 Selección de tipos de industrias contaminantes en Chile.

En una primera etapa se escogió la forma de clasificar las industrias según el tipo de actividad [Seoáñez, 1998].

- Actividades generales
  - Limpieza de maquinarias y equipos
  - Tratamientos de aguas residuales
  - Refrigeración
  - Ablandado de aguas
  - Eliminación de compuestos orgánicos del agua
  
- Actividades de las industrias agrícolas y ganaderas
  - Industria agroalimentaria
  - Mataderos
  - Explotaciones ganaderas
  - Explotaciones agrarias
  
- Actividades de producción energética
  - Minería del carbón
  - Refinerías de petróleo
  - Centrales térmicas
  
- Actividades de la industria metalúrgica y siderúrgica
  - Minería metálica
  - Siderurgia
  - Metalurgia
  
- Actividades de la industria eléctrica
  - Galvanizado
  - Fabricación de pilas y baterías
  - Fabricación de componentes eléctricos y electrónicos.

- Actividades de industrias relacionadas con la construcción
  - Fabricación de productos cerámicos
  - Fabricación de cementos
  - Industria del vidrio
  
- Actividades de la industria química
  - Industria química inorgánica
  - Industria petroquímica
  - Carboquímica
  - Industria química orgánica
  - Fabricación de materias plásticas
  - Fabricación de fibras sintéticas
  - Fabricación de productos farmacéuticos
  - Fabricación de plaguicidas
  
- Actividades de la industria paraquímica
  - Fabricación de productos fotográficos
  - Industria del caucho
  - Fabricación de tintes, barnices, pinturas y colas
  - Fabricación de jabones y detergentes
  
- Actividades derivadas de la industria textil
  - Industria textil
  - Industria del curtido
  
- Actividades derivadas de la industria maderera
  
- Actividades de la industria papelera.

En una segunda etapa, se elaboró una tabla (tabla 21) que contiene las actividades industriales y los contaminantes, marcándose aquellos que se utilizan como materias primas o que son resultado de los procesos de producción industrial en Chile. Para determinar en que actividad serán clasificados los contaminantes, se recopilamos antecedentes bibliográficos contenidos en publicaciones nacionales y presentes en la web, principalmente en la página del Sistema Nacional de Información Ambiental de CONAMA [SINIA, 2007].

Además para la identificación de los plaguicidas usados en Chile, se buscó información de éstos comercializados a nivel nacional, según el Subdepartamento de plaguicidas y fertilizantes del Servicio Agrícola y Ganadero, en su Declaración de ventas de plaguicidas del año 2003.

**Tabla 21:** Contaminantes producto de actividades industriales en Chile.

Contaminantes	
Actividades	
Generales	
Agrícola y Ganadera	
Producción energética	
Metalúrgica y siderúrgica	
Industria eléctrica	
Relacionada con construcción	
Industria química	
Industria paraquímica	
Industria textil	
Industria maderera	
Industria papelera	

### 6.3 Análisis de propiedades físico-químicas y perfil ecotoxicológico de los contaminantes.

#### 6.3.1 Recopilación de propiedades físico-químicas y perfiles ecotoxicológicos.

Para la recopilación de las propiedades físico-químicas y perfiles ecotoxicológicos, se trabajó en dos etapas:

En una primera etapa se escogieron diferentes características para hacer el perfil ecotoxicológico de cada contaminante previamente identificado en la actividad 5.2.3, las cuales fueron reunidas en una tabla (tabla 22)

**Tabla 22:** Características físico- químicas y perfil ecotoxicológico.

Contaminante	
Propiedades físico-químicas	
Toxicidad aguda especies de agua dulce	
Toxicidad aguda especies de agua marina	
Otras características	

Los puntos que se consideraron en las características físico – químicas y ecotoxicológicas son las siguientes:

a) Propiedades físico-químicas

- Solubilidad en el agua expresada en ppm (mg/L) a 20°C y 25°C.
- Presión de vapor en [mmHg] a 20°C y 25°C
- Coeficiente de partición octanol/agua Log  $K_{ow}$

b) Toxicidad aguda

Se consideraron dos especies de agua dulce: trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y Pulga de agua (*Daphnia magna*). Además se consideraron dos especies de aguas marinas: Bolín (*Cyprinodon variegatus*) y microcrustáceo de salinas (*Artemia salina*).

Se tomaron en cuenta los valores expresados como:

- LC<sub>50</sub> (Concentración Letal) a 24, 48 ó 96 hrs.

- EC<sub>50</sub> (Concentración de efecto) a 24, 48 ó 96 hrs, ambas medidas en estado juvenil.
- c) Otras características
  - Hidrólisis
  - Fotólisis
  - Degradación
  - Bioacumulación
  - Efectos subletales, entre otros.

La segunda etapa consistió en recopilar información sobre las propiedades físico-químicas de los contaminantes, Toxicidad y Otras características; mediante la revisión de:

- a) Publicaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), tales como:
  - Pesticides Database Chemicals (PAN)
  - The Extension Toxicology Network (EXTOXNET).
  - EPA Pesticides: Endangered Species Effects Determinations and Consultations.
- b) Publicaciones de Environmental and Workplace Health Canada:
  - Canadian Environmental Protection Act (CEPA).
- c) Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations (INCHEM).

## **6.4 Selección de contaminantes prioritarios.**

### **6.4.1 Establecimiento de un criterio para la asignación de prioridad de inclusión.**

Para el establecimiento de un criterio que permita seleccionar una lista de contaminantes prioritarios que debieran tomarse en cuenta en futuras revisiones de la normativa ambiental hídrica chilena, se trabajó en dos etapas:

En una primera etapa se recopiló información sobre distintos criterios existentes; entre ellos Ontario Ministry of the Environment (MOE) Scoring System y Water Quality Criteria,

pertenecientes a Canadá y Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), respectivamente.

La segunda etapa consistió en determinar un sistema de evaluación para determinar el grado de peligrosidad del contaminante, considerando tres propiedades: persistencia en el medio acuático (tabla 23); en el caso de no existir la información de la vida media para evaluar la persistencia del contaminante en el medio acuático, se consideraron los datos de solubilidad en agua de 20 a 25 °C (tabla 24), toxicidad (tabla 25) y bioacumulación en especies de agua dulce y marina (tabla 26), debido a que estas propiedades son las más utilizadas para determinar el nivel de preocupación de un producto químico en el medio ambiente [MOE, 2007].

A cada una de estas propiedades se les asignó un puntaje que varía desde 0 a 10, criterio adoptado de Ontario Ministry of the Environment Scoring System (MOE), según su puntaje y rango.

**Tabla 23:** Persistencia en el medio acuático.

Puntaje	Categoría de persistencia	Rango Vida $\frac{1}{2}$ (Hidrólisis)
10	Altamente persistente	>100 días
7	Persistente	100 - 50 días
4	Moderadamente persistente	50 – 10 días
0	No persistente	< 10 días

Fuente: MOE, 2007.

**Tabla 24:** Solubilidad en el medio acuático.

Puntaje	Categoría de solubilidad	Rango Solubilidad ppm	Categoría de persistencia
10	Insoluble	< 1	Altamente persistente
7	Poco soluble	1 - 10	Persistente
4	Moderadamente soluble	10 - 100	Moderadamente persistente
0	Muy soluble	> 100	No persistente

**Tabla 25:** Toxicidad peces, crustáceos y algas.

Puntaje	Categoría de toxicidad aguda	Rango LC <sub>50</sub> ó EC <sub>50</sub> ppm
10	Extrema	< 0,1
8	Alta	0,1-1
5	Mediana	1-10
2	Leve	10 -100
0	No tóxico	> 100

Fuente: USEPA, 1980.

Al momento de asignar el puntaje de toxicidad aguda en especies de agua dulce y marina, se consideró la especie más sensible al contaminante.

**Tabla 26:** Afinidad con biota animal acuática.

Puntaje	Categoría de bioacumulación	Rango Log K <sub>ow</sub>
10	Alta	> 6
7	Media Alta	4 - 6
4	Media	2 - 4
0	Baja	< 2

Fuente: MOE, 2007.

#### 6.4.2 Proposición de contaminantes prioritarios.

Para la proposición de los contaminantes prioritarios, se elaboraron 2 tablas: una para agua dulce (tabla 27) y otra para agua marina (tabla 28), que contienen los niveles de persistencia, toxicidad y bioacumulación, con sus respectivos puntajes para cada contaminante. Además se incluye una columna para identificar si el contaminante se debe incluir en una norma de calidad **(C)** o emisión **(E)**.

Luego de obtener los puntajes para cada contaminante, se procedió a elaborar un criterio con el fin de seleccionar los contaminantes prioritarios que debieran incluirse en futuras revisiones de la normativa ambiental hídrica nacional.

Los criterios fueron los siguientes:

- **Persistencia:** Vida media en el agua superior a 50 días, es decir con un valor  $\geq 7$  en la calificación para la categoría de persistencia, y en el caso de no existir esta información, se considera una solubilidad en el agua  $\leq 10$  ppm, es decir con un valor  $\geq 7$  en la calificación.
- **Toxicidad:**  $LC_{50}$  ó  $EC_{50}$  en peces y crustáceos  $< 10$  ppm, es decir con un valor  $\geq 5$  en la calificación para la categoría de toxicidad aguda.
- **Bioacumulación:**  $\log K_{ow} > 4$ , es decir con un valor  $\geq 7$  en la calificación para la categoría de bioacumulación.

Una vez obtenidos los puntajes para cada contaminante, se asignó la prioridad de la siguiente manera:

**P:** Prioritario, si cumple con los criterios asignados para persistencia, toxicidad y bioacumulación.

**NP:** No Prioritario, si no cumple con uno o más criterios para persistencia, toxicidad y bioacumulación.

**SC:** Sin Clasificación, si falta información de alguno de los criterios.

**Tabla 27:** Asignación de puntaje y prioridad para cada contaminante en agua dulce.

Contaminante	Persistencia	Toxicidad	Bioacumulación	Prioridad	Norma
<b>Plaguicidas</b>					
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>					
<b>Metales</b>					
<b>Otros</b>					

**Tabla 28:** Asignación de puntaje y prioridad para cada contaminante en agua marina.

Contaminante	Persistencia	Toxicidad	Bioacumulación	Prioridad	Norma
<b>Plaguicidas</b>					
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>					
<b>Metales</b>					
<b>Otros</b>					

## 7 RESULTADOS

### 7.1 Revisión de parámetros regulados en normativa ambiental hídrica internacional y nacional.

#### 7.1.1 Comparación de parámetros normados en la legislación ambiental hídrica nacional e internacional.

La tabla 1 muestra parámetros que están presentes (✓) en las normativas internacionales de calidad en aguas marinas y continentales revisadas, para la protección de la vida acuática, aguas para riego, uso pecuario, uso recreativo, acuicultura y actividades de pesca., además en ésta se compara la presencia tales parámetros en la Guía CONAMA de Chile para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para aguas continentales superficiales y marinas.

En la tabla 1 se puede observar que en total existen 219 parámetros incluídos en distintas normas extranjeras de calidad, de los cuales sólo 63 están normados en Chile (28.7%); 12 están normados en los cuatro países u organizaciones extranjeros seleccionados, de estos 12 parámetros sólo 4 no están normados en Chile, siendo estos: 1.2 dicloroetano, Benceno, Cloroformo y Clorpirifos.

Además se puede observar que del total de parámetros mostrados en la tabla 1, la organización que tiene el mayor número de parámetros normados en calidad para aguas marinas y continentales es la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, con un total de 119 parámetros, seguido en segundo lugar por Canadá, con 118 parámetros normados, teniendo ambas organizaciones 51 parámetros en común.

**Tabla 1:** Parámetros presentes en normas de calidad para aguas marinas y continentales.

Nº	Parámetros	Canadá	Japón	UE	USEPA	Chile
1	1,1 Dicloroetileno		✓	✓	✓	
2	1,1,1 Tricloroetano		✓	✓	✓	
3	1,1,2 Tricloroetano		✓		✓	
4	1,1,2 Tricloroetano	✓				
5	1,1,2,2 Tetracloroetano				✓	

Continuación Tabla 1

Nº	Parámetros	Canadá	Japón	UE	USEPA	Chile
6	1,1,2,2 Tetracloroetano	✓				
7	1,2 Cis dicloroetileno		✓			
8	1,2 Diclorobenceno	✓			✓	
9	1,2 Dicloroetano	✓	✓	✓	✓	
10	1,2 Dicloropropano		✓		✓	
11	1,2 Difenilhidracina				✓	
12	1,2 Trans-dicloroetileno		✓		✓	
13	1,2,3 Triclorobenceno	✓				
14	1,2,3,4 Tetraclorobenceno	✓				
15	1,2,4 Triclorobenceno	✓			✓	
16	1,2,4,5 Tetraclorobenceno				✓	
17	1,3 Diclorobenceno	✓			✓	
18	1,3 Dicloropropeno		✓		✓	
19	1,4 Diclorobenceno	✓			✓	
20	2 Clorofenol				✓	
21	2,3,7,8 TCDD (Tetraclorodibenzo-p-dioxin)				✓	
22	2,4 D (Fenoxi herbicidas)	✓				✓
23	2,4 Diclorofenol				✓	
24	2,4 Dimetilfenol				✓	
25	2,4 Dinitrofenol				✓	
26	2,4 Dinitrotolueno				✓	
27	2,4,5 Triclorofenol				✓	
28	2,4,6 Triclorofenol				✓	
29	2-Cloronaftaleno				✓	
30	3,3 Diclorobencidina				✓	
31	4,4 DDD(Diclorodifenildicloroetano)				✓	
32	4,4 DDE(Diclorodifenildicloroetileno)				✓	
33	Acefato		✓			
34	Acenafteno	✓			✓	
35	Acenaftileno				✓	
36	Ácido sulfhídrico				✓	
37	Acridina	✓				
38	Acilonitrilo				✓	
39	Acroleína				✓	
40	Alacloro			✓		
41	Aldicarb	✓				✓
42	Aldrín				✓	✓
43	Aluminio	✓			✓	✓

Continuación **Tabla 1.**

Nº	Parámetros	Canadá	Japón	UE	USEPA	Chile
44	Amonio	✓				✓
45	Anilina	✓				
46	Antimonio		✓		✓	
47	Antraceno	✓		✓	✓	✓
48	Arsénico total	✓	✓	✓	✓	✓
49	Asbestos				✓	
50	Atrazina	✓		✓		✓
51	Azoxystribin		✓			
52	Benceno	✓	✓	✓	✓	
53	Bencidina				✓	
54	Benzo(a) antraceno	✓			✓	✓
55	Benzo(a) pireno	✓		✓	✓	✓
56	Benzo(b) Fluoranteno	✓		✓	✓	✓
57	Benzo(g,h,i) perileno			✓	✓	✓
58	Benzo(k) Fluoranteno	✓		✓	✓	✓
59	Berilio total	✓			✓	
60	Bis2-Cloroetoxi metano				✓	
61	Boro total	✓	✓			✓
62	Bromacil	✓				
63	Bromoxinilo	✓				
64	Butilbencil ftalato				✓	
65	Cadmio total	✓	✓	✓	✓	✓
66	Captán	✓				✓
67	Carbaril(carbamato)	✓				
68	Carbofurano(carbamato)	✓				✓
69	Cianacina	✓				✓
70	Cianuro	✓	✓	✓	✓	✓
71	Clordano(cis+trans)				✓	✓
72	Cloro residual total				✓	✓
73	Cloroalcanos			✓		
74	Clorobenceno			✓	✓	
75	Clorodibromometano				✓	
76	Clorofenvinfos			✓		
77	Clorofila a					✓
78	Clorpirifos	✓	✓	✓	✓	
79	Clorotalonil	✓	✓			✓
80	Cloruro de metilo				✓	
81	Cloruro total	✓			✓	✓

Continuación **Tabla 1.**

Nº	Parámetros	Canadá	Japón	UE	USEPA	Chile
82	CNP(Cloronitrofenol)		✓			
83	Cobre	✓		✓	✓	✓
84	Criseno				✓	
85	Cromo III	✓			✓	
86	Cromo total			✓		✓
87	Cromo VI	✓	✓		✓	✓
88	DDAC (Cloruro dialquil dimetil amonio)	✓				
89	DDT (Dicloro difenil tricloroetano)				✓	✓
90	Deltametrin	✓				
91	Demetón					✓
92	Di(2-etilhexil)ftalato(DEHP)	✓		✓	✓	
93	Diazinon		✓		✓	
94	Dibenzo antraceno				✓	
95	Dicamba	✓				
96	Diclofop metílico	✓				✓
97	Diclorobenceno			✓		
98	Diclorobromometano	✓			✓	
99	Diclorofenoles	✓				
100	Diclorometano	✓	✓	✓		
101	Diclorvos		✓			
102	Dieldrín				✓	✓
103	Diisopropanolamina	✓				
104	Dimetil ftalato				✓	
105	Dimetoato	✓				✓
106	Di-n-butil ftalato	✓			✓	
107	Di-n-Octil ftalato				✓	
108	Dinoseb	✓				
109	Diuron			✓		
110	Endosulfan	✓		✓	✓	
111	Endrin	✓			✓	
112	Especies de cloro reactivo	✓				
113	Etilbenceno	✓		✓	✓	
114	Etilén glicol	✓				
115	Etofenprox		✓			
116	Fenantreno	✓			✓	
117	Fenitrotion		✓			
118	Fenobucarb		✓			
119	Fenoles totales	✓			✓	✓

Continuación **Tabla 1.**

Nº	Parámetros	Canadá	Japón	UE	USEPA	Chile
120	Fluoranteno	✓		✓	✓	✓
121	Fluoreno	✓			✓	
122	Fluoruro total	✓	✓	✓		✓
123	Fosforo total				✓	✓
124	Ftalato de dietilo(DEP)				✓	
125	Glifosato	✓				
126	Guti3n				✓	
127	Heptacloro				✓	✓
128	Heptacloro ep3xido				✓	
129	Hexaclorobenceno	✓		✓	✓	
130	Hexaclorobutadieno	✓		✓	✓	
131	Hexaclorociclohexano	✓		✓		✓
132	Hexaclorociclopentadieno				✓	
133	Hexacloroetano				✓	
134	Hidrocarburos aromáticos policíclicos				✓	✓
135	Hierro total	✓			✓	✓
136	Indeno pireno			✓	✓	
137	IPBC (Yodopropinilbutilcarbamato)	✓				
138	Isofenfos		✓			
139	Isoforone				✓	
140	Isoprotiolane		✓			
141	Isoproturon			✓		
142	Isoxation		✓			
143	Lindano (gama BHC)	✓			✓	✓
144	Linuron	✓				
145	Litio total	✓				
146	Malati3n				✓	✓
147	Manganeso total	✓				✓
148	MCPA (Ácido-4 cloro 2 metilfenoxi-acético)	✓				
149	Mercurio total	✓	✓	✓	✓	✓
150	Metilmercurio	✓	✓		✓	
151	Metolacloro	✓		✓		
152	Metoxicloro				✓	
153	Metribuzim	✓				
154	Mirex				✓	
155	Molibdeno	✓	✓			✓
156	Monoclorobenceno	✓				
157	Monoclorofenoles	✓				

Continuación **Tabla 1.**

Nº	Parámetros	Canadá	Japón	UE	USEPA	Chile
158	MTBE (Metil terbutil eter)	✓				
159	Naftaleno			✓	✓	
160	Níquel total	✓	✓	✓	✓	✓
161	Nitrato	✓	✓			
162	Nitrito	✓	✓			✓
163	Nitrobenzeno				✓	
164	N-Nitrosodifenilamina				✓	
165	Nonilfenoles	✓		✓	✓	
166	Octilfenoles			✓		
167	Oxido de cobre		✓			
168	Oxígeno disuelto	✓				✓
169	Paratión				✓	✓
170	PCB (Bifenilos policlorados)		✓		✓	✓
171	P-diclorobenceno		✓			
172	Pentabromodifeniléter			✓		
173	Pentaclorobencenos	✓		✓	✓	
174	Pentaclorofenol	✓		✓	✓	✓
175	Permetrin	✓				
176	pH	✓			✓	✓
177	Picloram	✓				
178	Pireno	✓			✓	
179	Piridafention		✓			
180	Plata total	✓			✓	
181	Plomo total	✓	✓	✓	✓	✓
182	Propilen glicol	✓				
183	Propizamida		✓			
184	Quinolina	✓				
185	Salinidad	✓				
186	Selenio total	✓	✓	✓	✓	✓
187	Simazina	✓	✓	✓		✓
188	Sólidos disueltos totales	✓				✓
189	Sulfatos	✓				✓
190	Sulfolane	✓				
191	Sustancias tensoactivas					✓
192	Talio	✓			✓	
193	Tebuturon	✓				
194	Temperatura	✓				✓
195	Terbutilazina			✓		

Continuación **Tabla 1.**

Nº	Parámetros	Canadá	Japón	UE	USEPA	Chile
196	Tetracloroetano					✓
197	Tetracloroetileno		✓		✓	
198	Tetraclorofenoles	✓				
199	Tetraclorometano	✓				
200	Tetracloruro de carbono		✓		✓	
201	Tiobencarb		✓			
202	Tiodicarb		✓			
203	Tiram		✓			
204	Tolueno	✓	✓	✓	✓	✓
205	Toxafeno				✓	
206	Triallate (Triolato)	✓				
207	Tribromometano (bromoforno)	✓			✓	
208	Tributiltin (TBT)	✓		✓	✓	
209	Triciclohexiltin	✓				
210	Triclorfon		✓			
211	Triclorobenceno			✓		
212	Tricloroetileno		✓		✓	
213	Triclorometano (cloroformo)	✓	✓	✓	✓	
214	Trifeniltin (TPhT)	✓				
215	Trifluralina	✓		✓		✓
216	Uranio total	✓				
217	Vanadio total	✓	✓			
218	Xileno			✓		
219	Zinc total	✓		✓	✓	✓

La tabla 2 muestra los parámetros que están presentes en la normativa ambiental hídrica internacional para emisión en aguas superficiales, aguas subterráneas y sistemas de alcantarillado. Se compara la presencia de los parámetros en normas de emisión en Chile; tales como Decreto 90, 46 y 609, con los parámetros normados en Japón, la Unión Europea.

En la tabla 2, se puede observar que en total existen 69 parámetros normados en Japón y la Unión Europea. De este total 36, están normados en Chile (52.2% de los parámetros presentes en la tabla), una cifra significativamente mayor que en las normas de calidad.

De la tabla 2 se observa que Japón cuenta con 37 parámetros normados para aguas superficiales y subterráneas, y la Unión Europea tiene 54 parámetros normados para aguas superficiales y sistemas de alcantarillado.

Además se observa que de los 69 parámetros, 25 se encuentran normados a la vez, en la Unión Europea y Japón. De estos 25 parámetros, 20 se encuentran ya normados en Chile. Los 5 parámetros restantes que aún no se encuentran normados para emisión en Chile, estos son el 1.2 Dicloroetano, DQO, Tetracloroetileno, Tetracloruro de carbono y el Tricloroetileno.

**Tabla 2:** Parámetros presentes en normas de emisión para aguas superficiales y sistemas de alcantarillado.

Nº	Parámetros	Japón	UE	Chile
1	1,1 Dicloroetileno	✓		
2	1,1,1 Tricloroetano	✓		
3	1,1,2 Tricloroetano	✓		
4	1,2 Dicloroetano	✓	✓	
5	1,3 Dicloropropeno	✓		
6	Aldrin		✓	
7	Aluminio		✓	✓
8	Arsénico total	✓	✓	✓
9	Bario total		✓	
10	Benceno	✓	✓	✓
11	Bifenilos policlorados(PCB)	✓		
12	Boro total		✓	✓
13	Cadmio total	✓	✓	✓
14	Cianuro	✓	✓	✓
15	Cis-1,2-Dicloroetileno	✓		
16	Cloroformo		✓	
17	Cloruros		✓	✓
19	Cobre	✓	✓	✓
20	Conductividad		✓	
21	Cromo hexavalente	✓	✓	✓
22	Cromo total	✓	✓	✓
23	DBO	✓	✓	✓
24	DDT		✓	
26	Diclorometano	✓		

Continuación **Tabla 2.**

Nº	Parámetros	Japón	UE	Chile
27	DQO	✓	✓	
28	Estaño total		✓	✓
29	Etilbenceno		✓	
30	Fenoles totales	✓	✓	✓
31	Flúor	✓		
32	Fluoruro total		✓	✓
33	Fósforo total	✓	✓	✓
34	Grasas y aceites	✓	✓	✓
35	Hexaclorobenceno(HCB)		✓	
36	Hexaclorobutadieno(HCBD)		✓	
37	Hexaclorociclohexano(HCH)		✓	
38	Hidrocarburos aromáticos policíclicos(PAHs)		✓	
39	Hidrocarburos totales		✓	✓
40	Hierro	✓	✓	✓
41	Manganeso	✓	✓	✓
42	Mercurio total	✓	✓	✓
43	Níquel total		✓	✓
44	Nitrógeno amoniacal			✓
45	Nitrógeno total	✓	✓	✓
46	Organohalogenados adsorbibles AOX		✓	
47	Pentaclorofenol		✓	✓
48	pH	✓	✓	✓
49	Plata total		✓	
50	Plomo total	✓	✓	✓
51	Selenio total	✓	✓	✓
52	Simazina	✓		
53	Sólidos sedimentables			✓
54	Sólidos suspendidos totales	✓	✓	✓
55	Sulfato		✓	✓
56	Sulfuros		✓	✓
57	Sustancias tensoactivas		✓	✓
58	Temperatura		✓	✓
59	Tetracloroetileno	✓	✓	
60	Tetracloruro de carbono	✓	✓	
61	Tiobencarb	✓		
62	Tiram	✓		
63	Tolueno		✓	✓
64	Triclorobenceno(TCB)		✓	

Continuación **Tabla 2.**

Nº	Parámetros	Japón	UE	Chile
65	Tricloroetileno(TRI)	✓	✓	
66	Trihalometanos total (THM)		✓	
67	Vanadio	✓		
68	Xileno		✓	✓
69	Zinc total	✓	✓	✓

### 7.1.2 Revisión de parámetros propuestos por organizaciones con competencia ambiental nacional.

En la tabla 3 se observa que los parámetros provenientes de fuentes difusas y puntuales fueron clasificados sólo como parámetros de calidad, al igual que los provenientes de fuentes difusas, en tanto que los provenientes sólo de fuentes puntuales fueron clasificados como parámetros de emisión y calidad.

Además se puede observar que de los 39 parámetros propuestos por organizaciones con competencia ambiental para la formación del Decreto Supremo 90, sólo 6 tienen la clasificación para emisión y calidad estos son; los Ácidos resínicos, AOX, Benceno, Cloruro de metilo, Hexano y los Trihalometanos. El resto de los parámetros clasifican sólo para calidad, esto debido a que en su mayoría son plaguicidas.

**Tabla 3:** Clasificación de los contaminantes para normas de emisión o calidad.

Nº	Parámetros	Fuente de información	Tipo de fuente	Emisión/Calidad
1	Ácidos resínicos	SISS	Puntual	E/C
2	Acroleína	Expediente D.S. 90	Difusa/Puntual	C
3	Alfa BHC	Expediente D.S. 90	Difusa	C
4	AOX	SISS	Puntual	E/C
5	Azinfós metil	Expediente D.S. 90	Difusa	C
6	Bario	Expediente D.S. 90	Difusa/Puntual	C
7	Benceno	Expediente D.S. 90	Puntual	E/C
8	Bendiocarb	Expediente D.S. 90	Difusa	C
9	Berilio	Expediente D.S. 90	Difusa/Puntual	C
10	Beta BHC	Expediente D.S. 90	Difusa	C
11	Bromopropilato	Expediente D.S. 90	Difusa	C
12	Bromoxinilo	Expediente D.S. 90	Difusa	C
13	Carbaril	Expediente D.S. 90	Difusa	C
14	Clorobenzilato	Expediente D.S. 90	Difusa	C

Continuación **Tabla 3.**

Nº	Parámetros	Fuente de información	Tipo de fuente	Emisión/Calidad
15	Cloruro de metilo	Expediente D.S. 90	Puntual	E/C
16	Cobalto	Expediente D.S. 90	Difusa/Puntual	C
17	DDD	Expediente D.S. 90	Difusa	C
18	DDE	Expediente D.S. 90	Difusa	C
19	Diazinón	Expediente D.S. 90	Difusa	C
20	Dicamba	Expediente D.S. 90	Difusa	C
21	Dicloran	Expediente D.S. 90	Difusa	C
22	Dicofol	Expediente D.S. 90	Difusa	C
23	Folpet	Expediente D.S. 90	Difusa	C
24	Hexano	Expediente D.S. 90	Puntual	E/C
25	Iprodione	Expediente D.S. 90	Difusa	C
26	Metolacloro	Expediente D.S. 90	Difusa	C
28	Metribuzin	Expediente D.S. 90	Difusa	C
29	Oxifluorfenó	Expediente D.S. 90	Difusa	C
30	Paraquat	Expediente D.S. 90	Difusa	C
31	Procymidone	Expediente D.S. 90	Difusa	C
32	Tetradifon	Expediente D.S. 90	Difusa	C
33	Toxafeno	Expediente D.S. 90	Difusa	C
34	Triadimefón	Expediente D.S. 90	Difusa	C
35	Triatato	Expediente D.S. 90	Difusa	C
36	Triciclohexiltin	Expediente D.S. 90	Difusa	C
37	Trifeniltin	Expediente D.S. 90	Difusa	C
38	Trihalometanos	Expediente D.S. 90	Puntual	E/C
39	Vinclosolin	Expediente D.S. 90	Difusa	C

## 7.2 Clasificación de contaminantes según actividades industriales.

### 7.2.1 Identificación de parámetros no regulados en normas ambientales hídricas de calidad secundaria y emisión.

La tabla 4 muestra un resumen de los parámetros no regulados nacionalmente, identificados por medio de la revisión y comparación con normativas de calidad para aguas superficiales y continentales.

**Tabla 4:** Parámetros de calidad seleccionados.

Nº	Parámetros Calidad	Nº	Parámetros Calidad
1	1,1 Dicloroetileno	40	Dicloran
2	1,1,1 Tricloroetano	41	Diclorobromometano
3	1,1,2 Tricloroetano	42	Diclorometano

Continuación **Tabla 4.**

Nº	Parámetros Calidad	Nº	Parámetros Calidad
4	1,2 Diclorobenceno	43	Dicofol
5	1,2 Dicloroetano	44	Di-n-butil ftalato
6	1,2 Dicloropropano	45	Endosulfán
7	1,2 Trans- dicloroetileno	46	Endrin
8	1,2,4 Triclorobenceno	47	Etilbenceno
9	1,3 Diclorobenceno	48	Folpet
10	1,3 Dicloropropeno	49	Heptacloro epóxido
11	1,4 Diclorobenceno	50	Hexaclorobenceno
12	Ácidos resínicos	51	Hexaclorobutadieno
13	Acroleína	52	Hexano
14	Alfa BHC	53	Iprodione
15	Antimonio	55	MCPA
16	Azinfos metil	56	Metilmercurio
17	Bario	57	Metolacloro
18	Benceno	58	Metribuzin
19	Bendiocarb	59	Nitrato
20	Berilio	60	Nonilfenoles
21	Beta BHC	61	Oxifluorfenol
22	Bromoformo	62	Paraquat
23	Bromopropilato	63	Pentaclorobencenos
24	Bromoxinil	64	Plata total
25	Carbaril	65	Procymidone
26	Compuestos orgánicos halogenados	66	Talio
27	Clorobenceno	67	Tetracloroetileno
28	Cloroformo	68	Tetracloruro de carbono
29	Clorobenzilato	69	Tetradifon
30	Clorofenoles	70	Toxafeno
31	Clorpirifos	71	Triadimefón
32	Cloruro de metilo	72	Triatato
33	Cobalto	73	Tributiltin
34	Cromo III	74	Triciclohexiltin
35	DDD	75	Tricloroetileno
36	DDE	76	Trifeniltin
37	Di(2-etilhexil)ftalato(DEHP)	77	Vanadio
38	Diazinón	78	Vinclosolín
39	Dicamba	78	Vinclosolín

La tabla 5 muestra un resumen de los parámetros no regulados nacionalmente, identificados por medio de la revisión y comparación con normativas de emisión en aguas superficiales y sistemas de alcantarillado.

**Tabla 5:** Parámetros de emisión seleccionados.

N°	Parámetros para Emisión
1	1,1 Dicloroetileno
2	1,1,1 Tricloroetano
3	1,1,2 Tricloroetano
4	1,2 Dicloroetano
5	1,3 Dicloropropeno
6	Ácidos resínicos
7	Acroleína
8	Aldrin
9	AOX
10	Bario total
11	Benceno
12	Bifenilos policlorados (PCB)
13	Cis-1,2-Dicloroetileno
14	Cloroformo
15	Cloruro de metilo
16	Conductividad
17	DDT
18	Diclorometano
19	DQO
20	Etilbenceno
21	Fluor
22	Hexaclorobenceno (HCB)
23	Hexaclorobutadieno (HCBD)
24	Hexano
25	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs)
26	Plata total
27	Simazina
28	Tetracloroetileno
29	Tetracloruro de carbono
30	Tiobencarb
31	Tiram
32	Triclorobenceno (TCB)
33	Tricloroetileno (TRI)
34	Trihalometanos total (THM)
35	Vanadio

## 7.2.2 Información de parámetros de calidad y emisión según procedencia y aplicación.

### a) Parámetros de calidad.

Las tablas 6 a la 10 muestran la procedencia y aplicación de parámetros seleccionados para calidad, clasificados como plaguicidas, compuestos orgánicos volátiles, metales, nutrientes y otros.

#### ➤ Plaguicidas

**Tabla 6:** Aplicación de los plaguicidas para calidad.

Parámetro	Aplicación
<b>1,3 Dicloropropeno</b>	Usado principalmente en agricultura para matar nemátodos, en cosechas de hortalizas y tabaco. Cantidades mucho más pequeñas se usan para disolver o para fabricar otros productos químicos [ATSDR, 2006].
<b>Alfa BHC</b>	No se encontró información.
<b>Azinfos metil</b>	Insecticida organofosforado, utilizado especialmente en manzanas, peras, cerezas, melocotones, almendras y algodón [ATSDR, 2006].
<b>Bendiocarb</b>	No se encontró información.
<b>Beta BHC</b>	No se encontró información.
<b>Bromopropilato</b>	Insecticida utilizado en cultivos de cítricos y tomates [ENVIS, 2007].
<b>Bromoxinil</b>	Herbicida efectivo para el control de enredaderas, sanguinaria, lengua de vaca, quinoa y senecio [Scheneiter, 2007].
<b>Carbaril</b>	Es un insecticida carbamato, se usa como polvo para aplicar en viñedos para combatir a los ácaros y, en combinación con el lindano, contra las doríforas [ENVIS, 2007].
<b>Clorobenzilato</b>	Es un acaricida, aplicado en huertos [ENVIS, 2007].
<b>Clorpirifos</b>	Insecticida organofosforado, se ha utilizado para controlar las cucarachas, pulgas y termitas [ATSDR, 1997].
<b>DDD</b>	Plaguicida organoclorado, usado para matar plagas [ATSDR, 2002].
<b>DDE</b>	No se encontró información.

Continuación **Tabla 6.**

<b>Parámetro</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Diazinón</b>	Insecticida organofosforado, usado para combatir insectos en el suelo, en plantas ornamentales y en cosechas de frutas [ATSDR, 2006].
<b>Dicamba</b>	Herbicida, utilizado normalmente en cultivos de cereales [USEPA, 2006].
<b>Dicloran</b>	Fungicida, recomendado para el control de Botrytis, Monilia, Esclerotinia y Rhizopus en frutales, uva de mesa, vinífera y pisquera, berries, remolacha, papas y hortalizas [Anasac, 2007].
<b>Dicofol</b>	Insecticida, utilizado en manzanas, habas y peras [Rap-Chile, 2007].
<b>Endosulfán</b>	Plaguicida organoclorado, usado para controlar insectos tanto en cosechas comestibles como no-comestibles, y también como preservativo para madera [ATSDR, 2000].
<b>Endrin</b>	Plaguicida organoclorado, usado para controlar insectos, roedores y pájaros [ATSDR, 1996].
<b>Folpet</b>	Plaguicida organoclorado, utilizado para proteger semillas, cultivos de campo y productos almacenados [Rap-Chile, 2007].
<b>Heptacloro epóxido</b>	Plaguicida organoclorado, usado para el control de termitas [ATSDR, 2007].
<b>Iprodione</b>	Fungicida orgánico, usado para las moras, uvas, frutas, vegetales, plantas ornamentales y para proteger las semillas [Anasac, 2007].
<b>MCPA</b>	Herbicida para el control de malezas de hoja ancha, en el césped de parques, jardines, canchas de golf, etc [Anasac, 2007].
<b>Metolacloro</b>	Herbicida que controla principalmente malezas gramíneas en preemergencia de diversos cultivos entre los que se cuentan maíz, girasol, soja, papa y cultivos hortícolas [Bedmar, 2002].
<b>Metribuzín</b>	Herbicida, recomendado para el control de malezas anuales de hoja ancha y gramíneas, en cultivo de papas, tomates [Patterson, 2004].

Continuación **Tabla 6.**

<b>Parámetro</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Oxifluorfenó</b>	Es un herbicida que controla un amplio espectro de malezas en frutales, vides, cítricos, forestales y en semilleros y almácigos de hortalizas [Anasac, 2007].
<b>Paraquat</b>	Herbicida que controla eficientemente malezas en cualquier época del año en frutales, cultivos bajos y otros [Anasac, 2007].
<b>Procymidone</b>	Fungicida utilizado en plantaciones de uva [USEPA, 1994]
<b>Tetradifón</b>	Acaricida, utilizado en los cultivos de cítricos, tomates y vid [Rap-Chile, 2007].
<b>Toxafeno</b>	Plaguicida organoclorado, utilizado para controlar plagas de insectos en el algodón y otros cultivos, también para controlar las plagas que afectan al ganado y para matar los peces no deseados en los lagos [ATSDR, 1997].
<b>Triadimefón</b>	Fungicida orgánico, se usa en las frutas, cereales, vegetales, café, plantas ornamentales, caña de azúcar, piña y en el césped [USEPA, 2006].
<b>Trialato</b>	Herbicida selectivo para el control de las avenas silvestres en varios cultivos [ENVIS, 2007].
<b>Triciclohexiltín</b>	No se encontró información.
<b>Trifeniltín</b>	Fungicida orgánico, preventivo y curativo, controla: candelilla o tizón tardío y cultivos de papa [Canadian, 1996]
<b>Vinclozólín</b>	Fungicida utilizado en cebollas y lechugas [USEPA, 2000].

➤ Compuestos orgánicos volátiles

**Tabla 7:** Procedencia y aplicación de Compuestos Orgánicos Volátiles para calidad.

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>1,1 Dicloroetileno</b>	No se encontró información.	No se encontró información.
<b>1,1,1 Tricloroetano</b>	Sustancia química sintética que no ocurre naturalmente en el ambiente [ATSDR, 2006].	Usado para disolver otras sustancias como pegamentos y pinturas. En la industria, se usa extensamente para remover aceite o grasa [ATSDR, 2006].
<b>1,1,2 Tricloroetano</b>	Subproducto del 1,1 dicloroetano. También se puede formar en vertederos, debido a degradación del 1,1,2,2 tetracloroetano [ATSDR, 1989].	Se utiliza como solvente [ATSDR, 1989].
<b>1,2-Diclorobenceno</b>	No ocurre naturalmente.	Usado para fabricar herbicidas, Producido por industrias químicas para fabricar productos de uso domésticos y otras sustancias químicas [ATSDR, 2006].
<b>1,3-Diclorobenceno</b>	No ocurre naturalmente. Producido por industrias químicas para fabricar productos de uso domésticos y otras sustancias químicas [ATSDR, 2006].	Usado para fabricar herbicidas, insecticidas, medicamentos y tinturas [ATSDR, 2006].

Continuación **Tabla 7.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>1,4-Diclorobenceno</b>	No ocurre naturalmente. Producido por industrias químicas para fabricar productos de uso domésticos y otras sustancias químicas [ATSDR, 2006].	Usadas para fabricar bolas para polillas, para fabricar bloques desodorantes. También se ha usado como insecticida en frutas y como agente para controlar el moho en semillas de tabaco, cuero y algunas telas. Su uso más actual es para fabricar resinas [ATSDR, 2006].
<b>1,2 Dicloroetano</b>	No ocurre de manera natural en el ambiente [ATSDR, 2001].	Es usado para la fabricación de cloruro de polivinilo (PVC), el cual a su vez se usa para manufacturar productos de plástico y de vinilo. Además es utilizado como solvente y se añade a la gasolina
<b>1,2 Dicloroetano</b>		con plomo para remover el plomo [ATSDR, 2001].
<b>1,2 Dicloropropano</b>	Sustancia química manufacturada [ATSDR, 1989].	Disolvente halogenado, se utiliza actualmente sólo en el área de la industria y de la investigación. Se encontraba en algunos líquidos quitapinturas, barnices y removedores de acabados de muebles [ATSDR, 1989].
<b>1,2 Tans Dicloroetileno</b>	No se encontró información.	No se encontró información.

Continuación **Tabla 7.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>1,2,4 Triclorobenceno</b>	Sustancia química manufacturada [USEPA, 2000].	Solvente orgánico, utilizado como materia prima para la fabricación de otros compuestos [USEPA, 2000].
<b>Benceno</b>	Se forma tanto de procesos naturales como de actividades humanas. Los volcanes y los incendios forestales son fuentes naturales de formación. Es un componente natural del petróleo, la gasolina y el humo de cigarrillo [ATSDR, 2007].	Manufacturar otras sustancias químicas usadas para fabricar ciertos tipos de caucho, lubricantes, tinturas, detergentes, medicamentos y plaguicidas [ATSDR, 2007].
<b>Bromoformo</b>	En el ambiente se encuentra disuelto en agua, o en forma de gas en el aire. Puede formarse cuando el cloro reacciona con otras sustancias en el agua. Las plantas en el océano también originan pequeñas cantidades. [ATSDR, 2005].	Se produce solamente en pequeñas cantidades para uso en laboratorios, para purificar minerales y en la industria electrónica [ATSDR, 2005].
<b>Clorobenceno</b>	Sustancia química manufacturada [ATSDR, 1990].	Utilizado como solvente y en la producción de otras sustancias químicas [ATSDR, 1990].
<b>Cloroformo (Triclorometano)</b>	Se produce por hidroclicación del metanol o por cloración del metano.	Se utiliza como producto intermedio en la fabricación de tetrafluoretano que luego puede ser polimerizado.

Continuación **Tabla 7.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Cloroformo</b> <b>(Triclorometano)</b>	Un 5-10% se genera espontáneamente en el agua del mar (reacción del ioduro de metilo con cloro inorgánico). Se forma en grandes cantidades cuando se blanquea la celulosa con cloro y en la cloración del agua [ENVIS, 2007].	También encuentra aplicación en la fabricación de colorantes, productos farmacéuticos y plaguicidas. Su uso como solvente y como anestésico está disminuyendo rápidamente [ENVIS, 2007].
<b>Cloruro de metilo</b>	Gas inflamable [ATSDR, 1999].	Utilizado como refrigerante y para fabricar otras sustancias químicas [ATSDR, 1999].
<b>Diclorobromometano</b>	No se encontró información.	No se encontró información.
<b>Diclorometano</b> <b>(Cloruro de metileno)</b>	No ocurre en forma natural en el medio ambiente [ATSDR, 2000].	Se usa como solvente industrial y para remover pintura, se usa en la manufactura de cintas fotográficas y refrigerantes [ATSDR, 2000].
<b>Etilbenceno</b>	Se encuentra en forma natural en el alquitrán del carbón y el petróleo. También puede encontrarse en muchos productos, incluidos pinturas, tintas e insecticidas [ATSDR, 2007].	Se utiliza principalmente en la producción de estireno, también como un solvente y en combustibles. En la industria química se utiliza para la fabricación de acetofenona, acetato de celulosa, ácidos sulfónicos de etilbenceno, óxido de propileno, etc [ATSDR, 2007].

Continuación **Tabla 7.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Hexaclorobenceno</b>	Es formado como producto secundario durante la manufactura de sustancias químicas usadas como solventes de otros compuestos que contienen cloro y de plaguicidas [ATSDR, 2002].	Usado como plaguicida, también para fabricar fuegos artificiales, municiones y caucho sintético [ATSDR, 2002].
<b>Hexaclorobutadieno</b>	No se encuentra de forma natural en el medio ambiente y se forma durante el procesamiento de sustancias químicas como el tetracloroetileno, el tricoloroetileno y el tetracloruro de carbono.	Se usa como fluido para giroscopios, líquido para la transferencia de calor o fluido hidráulico, también se utiliza para matar plagas que se encuentran en el suelo [ATSDR, 1994].
<b>Hexaclorobutadieno</b>	Es un producto intermedio en la fabricación de compuestos de goma y lubricantes [ATSDR, 1994].	
<b>Tetracloroetileno</b>	Producto químico sintético [ATSDR, 1997].	Se utiliza para el lavado en seco de telas y como agente para desengrasar metales. También sirve de material base para elaborar otras sustancias químicas [ATSDR, 1997].

Continuación **Tabla 7.**

Parámetro	Procedencia	Aplicación
<b>Tetracloruro de Carbono</b>	No ocurre naturalmente en el ambiente, ha sido producido en grandes cantidades para manufacturar líquidos refrigerantes y propulsores para aerosoles [ATSDR, 2005].	Usado como líquido de limpieza (como agente desengrasador en la industria y en establecimientos de limpieza al seco, y en el hogar para remover manchas de ropa), también en extinguidores de incendios y como fumigante para matar insectos en granos y como plaguicida [ATSDR, 2005].
<b>Tricloroetileno</b>	Sustancia química manufacturada [ATSDR, 1997].	Usado como solvente para limpiar la grasa de los metales y para producir otras sustancias [ATSDR, 1997].

➤ Metales

**Tabla 8:** Procedencia y aplicación de Compuestos Orgánicos Volátiles para calidad.

Parámetro	Procedencia	Aplicación
<b>Antimonio</b>	Se encuentra en la corteza de tierra. Hay compañías que lo producen como subproducto del plomo de la fundición y de otros metales [ATSDR, 1992].	Se utiliza en baterías de almacenaje de plomo. El óxido del antimonio se agrega a los textiles y a los plásticos para prevenirlos del fuego catching. También se utiliza en pinturas, cerámica, fuegos artificiales, y como esmaltes para los plásticos, el metal, y el cristal [ATSDR, 1992].

Continuación **Tabla 8.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Bario</b>	Se encuentra en la naturaleza en formas llamadas compuestos de bario. Hay dos formas del bario; el sulfato de bario y el carbonato de bario. Otros compuestos de bario son el cloruro de bario, nitrato de bario e hidróxido de bario, se manufacturan a partir del sulfato de bario [ATSDR, 2007].	El mineral de sulfato de bario es usado en industrias de gas y petróleo para fabricar lodos de perforación. Además para fabricar pinturas, ladrillos, baldosas, vidrio, caucho. El carbonato de bario, cloruro de bario e hidróxido de bario, se usan para fabricar cerámicas, veneno para insectos, ratas y sustancias que se añaden a aceites y combustibles; en el tratamiento de agua de calderas; en la producción de lubricantes de bario; como componente de sustancias para sellar;
<b>Bario</b>		en la manufactura de papeles y refinación de azúcar. [ATSDR, 2007].
<b>Berilio</b>	Se presenta en la naturaleza formando diversos compuestos minerales [ENVIS, 2007].	Se utiliza en la ingeniería nuclear, en la construcción de aeronaves y cohetes, en radiología y metalurgia [ENVIS, 2007].

Continuación **Tabla 8.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Cobalto</b>	Elemento natural que se encuentra en las rocas, el suelo, el agua, plantas y animales [ATSDR, 2004].	Se utiliza para producir aleaciones usadas en la manufactura de motores de aviones, imanes, herramientas para triturar y cortar y articulaciones artificiales para la rodilla y la cadera. Los compuestos de cobalto se usan también para colorear vidrio, cerámicas, pinturas y como secador de esmaltes y pinturas para porcelana. El cobalto radiactivo tiene usos comerciales y en medicina [ATSDR, 2004].
<b>Cromo III</b>	Ocurre en forma natural en el ambiente y es un elemento nutritivo esencial [ATSDR, 2000].	Se usa en cromado, en tinturas y pigmentos, curtido de cuero y para preservar madera [ATSDR, 2000].
<b>Litio</b>	Elemento natural en la tierra [Canadian, 1996].	Empleado especialmente en aleaciones conductoras del calor, en baterías eléctricas y fabricación de vidrio [Canadian, 1996].

Continuación **Tabla 8.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Metil mercurio</b>	Es un tipo de mercurio, se puede formar en el agua cuando otras formas de mercurio reaccionan con ciertas bacterias [USEPA, 2001].	Utilizado para preservar las semillas de los granos. Algunos compuestos de metil mercurio son empleados como plaguicidas [USEPA, 2001].
<b>Plata</b>	Sustancia química que ocurre naturalmente. Se forma a menudo como subproducto durante la recuperación de minerales de cobre, plomo, cinc y de oro [ATSDR, 1999].	Empleada para fabricar joyas y vajillas, equipos electrónicos. También es usada para hacer fotografías, en aleaciones de alta temperatura y soldaduras, para desinfectar agua potable y agua en piscinas [ATSDR, 1999].
<b>Talio</b>	Se encuentra distribuido ampliamente en pequeñas cantidades en la corteza terrestre, puede ser encontrado en forma pura o mezclado con otros metales en forma de aleaciones [ATSDR, 1995].	Utilizado principalmente en la fabricación de dispositivos electrónicos, interruptores y cierres. También tiene un uso limitado en la fabricación de anteojos especiales y en procedimientos médicos que evalúan la enfermedad cardíaca [ATSDR, 1995].
<b>Vanadio</b>	Elemento natural en la tierra. Ocurre naturalmente en el petróleo combustible y el carbón. Una forma sintética es el óxido de vanadio [ATSDR, 1992].	El óxido de vanadio es utilizado en la producción de acero. Se usa en cantidades mucho más pequeñas para producir gomas, plásticos, cerámicas y algunas otras sustancias químicas [ATSDR, 1992].

## ➤ Nutrientes

**Tabla 9:** Procedencia y aplicación de Nutrientes para calidad

Parámetro	Procedencia	Aplicación
<b>Nitrato</b>	Sal del ácido nítrico, en la naturaleza forma parte del ciclo del nitrógeno. Por mineralización del nitrógeno se forma primero amoníaco, que se oxida, transformándose en nitrito por acción de las bacterias nitrificantes, para finalmente oxidarse a nitrato [ENVIS, 2007].	Se utilizan para abono y como aditivos en la industria alimentaria [ENVIS, 2007].

## ➤ Otros

**Tabla 10:** Procedencia y aplicación de Otros para calidad.

Parámetro	Procedencia	Aplicación
<b>Ácidos resínicos</b>	Son componentes que se encuentran presentes naturalmente en la madera (principalmente, en el pino), y que son parte de los extraíbles presentes en el licor negro generado en el pulpaje [Canadian, 1996].	Los ácidos resínicos del tall oil, se usan principalmente en la fabricación de encolantes para la industria del papel, tintas de impresión y adhesivos [Canadian, 1996].

Continuación **Tabla 10.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Acroleína</b>	Es un aldehído formado por las bacterias durante la degradación del glicerol [ATSDR, 2007].	Se usa principalmente para fabricar sustancias químicas. Es un plaguicida que se agrega a los canales y a los suministros de agua de plantas industriales para controlar plantas acuáticas, algas y formación de fango, además se aplica para el control de limo en industrias papeleras [ATSDR, 2007].
<b>Clorofenoles</b>	Grupo de sustancias químicas producidas añadiendo cloro al fenol. Pequeñas cantidades se producen cuando el agua potable se desinfecta con cloro. También se producen en el blanqueamiento de pulpa de madera [ATSDR, 1999].	Algunos clorofenoles se usan como plaguicidas. Otros se usan como antisépticos [ATSDR, 1999].
<b>Compuestos orgánicos halogenados (AOX)</b>	Subproducto de procesos químicos en la cloración, en blanqueado de papel y celulosa, o durante el tratamiento de aguas residuales [Ministerio de Medio Ambiente España, 2007].	Ampliamente utilizados en la industria como disolventes, productos de limpieza, plaguicidas [Ministerio de Medio Ambiente España, 2007].

Continuación **Tabla 10.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Di (2-etilhexil) ftalato (DEHP)</b>	Sustancia química manufacturada que se añade comúnmente a los plásticos para hacerlos más flexibles [ATSDR, 2002].	Se encuentra presente en muchos plásticos, tales como, revestimiento de murallas, manteles, baldosas, tapices de muebles, ropa para la lluvia, muñecas, juguetes, zapatos, tapices, techos de automóviles, papel, cables, tuberías para uso médico y bolsas para almacenar sangre [ATSDR, 2002].
<b>Di-n-butil ftalato</b>	Sustancia química manufacturada [ATSDR, 2001].	Usado para dar flexibilidad a plásticos, se encuentra en el reverso de alfombras, pinturas, pegamento y combustible para cohetes [ATSDR, 2001].
<b>Hexano</b>	Es un hidrocarburo alifático alcano con seis átomos de carbono. Forma parte de varios petróleos y se obtiene de ellos mediante destilación fraccionada [USEPA, 2000].	Se utiliza como disolvente para algunas pinturas y procesos químicos [USEPA, 2000].
<b>Nonilfenoles</b>	Producto químico orgánico [USEPA, 2005].	Se utiliza como intermediario químico, se encuentra a menudo en los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales como producto de descomposición de los surfactantes y detergentes [USEPA, 2005].

Continuación **Tabla 10.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Pentaclorobenceno</b>	No se encontró información.	No se encontró información.
<b>Tributiltin</b>	No se encontró información.	Es utilizado como alguicida, funguicida, insecticida y acaricida con un amplio espectro de acción que comenzó a ser usado en las pinturas anti-incrustantes desde la década de los setenta en los cascos de las embarcaciones para impedir la fijación de fouling [Bravo. et al, 2005].
<b>Trihalometanos</b>	Son subproductos que se forman como resultado de la reacción entre la materia orgánica natural presente en el agua y el cloro añadido como desinfectante. El término "Trihalometanos Totales" considera cuatro subproductos de la desinfección que pueden encontrarse en una muestra de agua: cloroformo, bromodiclorometano, dibromoclorometano y bromoformo [ENVIS, 2007].	

**b) Parámetros de emisión.**

Algunos parámetros ya fueron descritos en el ítem de información de parámetros de calidad, por lo tanto, no se volvieron a describir, éstos son los siguientes: 1,1 Dicloroetileno; 1,1,1 Tricloroetano; 1,1,2 Tricloroetano; 1,2 Dicloroetano; 1,3 Dicloropropeno; Ácidos resínicos, Acroleína; Bario; Benceno; Bromoformo; Cloroformo; Cloruro de metilo; Compuestos orgánicos halogenados (AOX); Diclorometano; Etilbenceno; Hexaclorobenceno; Hexaclorobutadieno, Hexano; Plata; Tetracloroetileno; Tetracloruro de carbono, Tricloroetileno y Vanadio.

➤ Plaguicidas

**Tabla 11:** Procedencia y aplicación de Plaguicidas para emisión.

Parámetro	Aplicación
<b>Aldrín</b>	Usado como insecticida para matar termitas y en cosechas tales como maíz y algodón. Se transforma en dieldrín cuando entra al ambiente o al cuerpo [ATSDR, 2002].
<b>DDT</b> (diclorodifeniltricloroetano)	Usado para controlar insectos en cosechas agrícolas e insectos portadores de enfermedades tales como la malaria y el tifus. Actualmente se usa solamente en unos pocos países para controlar la malaria [ATSDR, 2002].
<b>Simazina</b>	Herbicida que controla malezas en vides, manzanos, perales, cítricos, paltos, espárragos y plantaciones de eucaliptos [Anasac, 2007].
<b>Tiobencarb</b>	Herbicida carbamato, controla un amplio rango de pastos y ciperáceas, efectivo en siembras de arroz [ENVIS, 2007].
<b>Tiram</b>	Fungicida aplicación foliar y al suelo, de aplicación preventiva sobre enfermedades producidas por endoparásitos y hongos del suelo. Utilizado en plantaciones de almendros, apio, higueras y vid [Rap-Chile, 2007].

- Compuestos orgánicos volátiles

**Cis 1,2 Dicloroetileno, Dicloroeteno, Triclorobenceno:** No se encontró información.

- Otros

**Tabla 12:** Procedencia y aplicación de Otros para emisión.

Parámetro	Procedencia	Aplicación
<b>Conductividad</b>	Es un indicador físico, que da la concentración aproximada de las sales minerales presentes en el agua [Seoáñez, 1998].	
<b>Bifenilos Policlorados (PCB)</b>	Grupo de compuestos químicos orgánicos. No se conocen fuentes naturales en el ambiente [ATSDR, 2001].	Se usa como refrigerante y lubricante en transformadores, condensadores y en otros artículos eléctricos. Los productos de consumo que pueden contener PCBs incluyen tubos fluorescentes antiguos, dispositivos o artículos eléctricos que contienen condensadores [ATSDR, 2001].
<b>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</b>	Es un indicador de contaminación orgánica, la medida de ésta es una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral [Seoáñez, 1998].	
<b>Flúor</b>	Gas natural. Se combina con metales para producir fluoruros tales como el fluoruro de sodio y el fluoruro de calcio. El flúor también se combina con hidrógeno para producir fluoruro de hidrógeno [ATSDR, 2003].	Se usa para fabricar ciertos compuestos químicos. El ácido fluorhídrico se usa para trabajar el vidrio. Otros compuestos de fluoruros se usan para fabricar acero, sustancias químicas, cerámicas, colorantes, plásticos, y plaguicidas [ATSDR, 2003].

Continuación **Tabla 12.**

<b>Parámetro</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)</b>	Son componentes naturales de materias primas orgánicas, especialmente de petróleos crudos; generados por pirólisis de materia orgánica. Algunos de los HAPs son manufacturados [ATSDR, 1996].	Algunos se utilizan en medicinas, para la producción de tintas, plásticos y plaguicidas. Otros se encuentran en el asfalto que se utiliza en la construcción de carreteras. También se pueden encontrar en sustancias como el petróleo crudo, el carbón, el alquitrán o la brea, utilizados en el recubrimiento de techos [ATSDR, 1996].

### **7.2.3 Selección de contaminantes producidos por actividades industriales en Chile.**

La tabla 13 presenta la clasificación de los contaminantes según las actividades industriales que en su materia prima y desechos contienen principalmente plaguicidas, compuestos orgánicos volátiles, metales y otros.

Los únicos contaminantes que no son manufacturados, pero que si fueron tomados en cuenta para la clasificación según actividades industriales a nivel nacional, son los metales, los ácidos resínicos y los AOX.

Hay que señalar que los dos indicadores de contaminación (Conductividad y DQO), y el nitrato no fueron considerados en la tabla 13. Los trihalometanos totales, tampoco fueron considerados, ya que están descritos dos de sus cuatro subproductos; el cloroformo y el bromoformo.

De los 29 plaguicidas identificados para normas de calidad, se puede observar que 21 de ellos fueron considerados como contaminantes producidos por actividades industriales en

Chile, debido a que éstos aparecen en la declaración de ventas de plaguicidas de uso agrícola del SAG.

Además de los 16 compuestos orgánicos volátiles, la mayoría se utiliza principalmente en la industria química y paraquímica, debido a que son usados para manufacturar otras sustancias químicas.

En el caso de los metales se observa que la mayoría son utilizados por actividades metalúrgicas, construcción y químicas.

Por último en la clasificación de otros contaminantes se observan diversos usos en la industria, 4 de ellos: Acroleína, Ácidos resínicos, Clorofenoles y los Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles, son producto de los procesos de la industria papelera.

**Tabla 13:** Contaminantes producidos por actividades industriales en Chile.

Contaminantes / Actividades	1,1,1 Tricloroetano	1,1,2 Tricloroetano	1,2 Diclorobenceno	1,2 Dicloroetano	1,2 Dicloropropano	1,2,4 Triclorobenceno	1,3 Diclorobenceno	1,3 Dicloropropeno	1,4 Diclorobenceno	Ácidos resínicos	Acroleína	Aldrín	Antimonio	AOX	Azinfos Metil	Bario	Benceno	Bendiocarb	Berilio
Generales																			
Agrícola y Ganadera											•	•			•				
Producción energética																	•		
Metalúrgica y siderúrgica																•			•
Industria eléctrica																			
Relacionada con construcción																•			
Industria química	•		•	•	•						•					•	•		
Industria paraquímica	•			•										•		•	•		
Industria textil																			
Industria maderera																			
Industria papelera										•	•			•		•			

Continuación **Tabla 13**

Contaminantes Actividades	Bifenilos Policlorados	Bromoformo	Bromopropilato	Bromoxinil	Carbaril	Clorobenceno	Clorobenzilato	Clorofenoles	Triclorometano	Clorpirifos	Cloruro de metilo	Cobalto	Cromo III	DDD	DDT	Di(2etilhexil)ftalato	Diazinón	Dicamba	Dicloran
Generales	•	•						•	•		•								
Agrícola y Ganadera					•					•				•	•		•	•	•
Producción energética																			
Metalúrgica y siderúrgica												•							
Industria eléctrica		•																	
Relacionada con construcción												•							
Industria química		•				•		•	•		•								
Industria paraquímica						•			•			•							
Industria textil																			
Industria maderera																			
Industria papelera								•	•										

Continuación **Tabla 13**

Contaminantes																			
	Diclorometano	Dicofof	Di-n-butil ftalato	Endosulfan	Endrin	Etilbenceno	Flúor	Folpet	Heptacloro epóxido	Hexaclorobenceno	Hexaclorobutadieno	Hexano	HAP	Iprodione	MCPA	Metilmercurio	Metolacoloro	Metribuzin	Nonilfenoles
Sector Industrial																			
Generales	•																		•
Agrícola y Ganadera		•		•	•			•	•	•	•			•	•		•	•	
Producción energética						•						•	•						
Metalúrgica y siderúrgica																			
Industria eléctrica																			
Relacionada con construcción																			
Industria química						•				•	•	•	•						•
Industria paraquímica	•					•				•		•							
Industria textil																			
Industria maderera																			
Industria papelera																			

Continuación **Tabla 13**

Contaminantes Actividades	Oxifluorfenol	Paraquat	Plata	Procymidone	Simazina	Talio	Tetracloroetileno	Tetracloruro de carbono	Tetradifon	Tiobencarb	Tiram	Toxafeno	Triadimefón	Triatato	Tributiltin	Tricloroetileno	Trifenilitin	Vanadio	Vinclozolin
Generales			•																
Agrícola y Ganadera	•	•		•	•					•	•	•	•						
Producción energética																			
Metalúrgica y siderúrgica			•															•	
Industria eléctrica			•																
Relacionada con construcción																		•	
Industria química			•				•	•								•		•	
Industria paraquímica							•								•	•			
Industria textil																			
Industria maderera																			
Industria papelera																			

### **7.3 Análisis de propiedades físico-químicas y ecotoxicológicas de los contaminantes.**

Las tablas 14 a la 62 muestran la descripción de las propiedades físico-químicas, toxicidades agudas para organismos de agua dulce y marina, otras características, tales como efectos subletales y vida media en el medio acuático de cada contaminante clasificado, ya sean para normas de emisión o calidad.

#### **7.3.1 Características de contaminantes para calidad.**

##### a) Plaguicidas

De la tabla 14 a la 34 se puede observar que la mayoría de los plaguicidas tienen una baja solubilidad, con excepción de los plaguicidas como el Dicamba, MCPA, Metribuzin y el Paraquat, que presentan solubilidades en el agua sobre los 1000 ppm en condiciones de 20 a 25 °C.

Además se observa que todos los plaguicidas seleccionados poseen una baja presión de vapor, lo que indica que éstos no tienen una alta volatilidad y por lo tanto, pueden permanecer por un largo período en el ambiente.

En los valores recopilados para el coeficiente de partición octanol/agua ( $K_{ow}$ ), se puede observar que existen 5 plaguicidas que tienen un alto coeficiente de partición, entre ellos se encuentran: Clorpirifos, DDD, Endrín, Heptacloro epóxido y Toxafeno. También se observa que del total de plaguicidas seleccionados, sólo 3 tienen un coeficiente de partición bajo: Dicamba, Dicloran y Metribuzin.

De los valores recopilados para toxicidad aguda en especies de agua dulce, se puede observar que el pez trucha arcoiris, es menos sensible a 4 plaguicidas (Dicamba, MCPA, Metribuzin y Paraquat) con un rango de  $LC_{50}$  31 - 135 ppm. Además, se observa que la trucha arcoiris tiene una menor tolerancia a 7 plaguicidas entre ellos están; el Azinfos metil, Clorpirifos, DDD, Endosulfán, Endrín, Heptacloro epóxido y Toxafeno, con un rango de  $LC_{50}$   $4 \cdot 10^{-3}$  -  $8 \cdot 10^{-2}$  ppm.

En el caso de la Pulga de agua, se puede observar que es sensible a todos los plaguicidas seleccionados, con excepción del Dicamba con un  $LC_{50}$  de 25.1 ppm.

De los valores recopilados para toxicidad aguda en especies de agua marina, se observa que existen 15 datos de toxicidad aguda para el pez Bolín, estos valores muestran que es menos sensible a 2 plaguicidas: el Dicamba y el Metribuzin, con un LC<sub>50</sub> de 180 y 85 ppm respectivamente. Además se puede observar que el Bolín es altamente sensible a 4 plaguicidas, entre ellos Azinfos metil, Endrín, Endosulfán y Toxafeno, todos éstos con un LC<sub>50</sub> < 9.6 \* 10<sup>-3</sup> ppm.

En el caso del Microcrustáceo de salinas, se puede observar que de los 6 valores de toxicidad aguda obtenidos, el Paraquat es el único plaguicida al cual este Microcrustáceo no es sensible.

En el caso de otras características, se puede observar que la mayoría de los plaguicidas provocan algún efecto subletal en peces e invertebrados. Además en el caso de la hidrólisis para cuatro plaguicidas (DDD, Heptacloro epóxido, Metribuzin y Triadimefón) es muy lenta con valores sobre los 1000 días, lo cual indica su prolongada vida media en el medio acuático.

**Tabla 14:** Características del Azinfos metil.

Azinfos metil	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 28 ppm a 25°C [PAN, 2007]. Presión de vapor: 7,5*10 <sup>-9</sup> [mmHg] a 20 °C [Canadian, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log K <sub>ow</sub> : 2,7 [Erickson, 2003].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 7,99*10 <sup>-3</sup> ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (26 hrs) 1.8*10 <sup>-4</sup> ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 2.46*10 <sup>-3</sup> ppm [PAN, 2007]. Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 20,4 ppm [PAN, 2007].

Continuación **Tabla 14.**

<b>Azinfos metil</b>	
<b>Otras características</b>	<p>En peces debilita el sistema nervioso central, natación errática acompañada de convulsiones incontroladas y parálisis [Erickson, 2003].</p> <p>Su hidrólisis a pH neutro es de 19,3 días [PAN, 2007].</p> <p>Es móvil en el suelo, por lo cual tiene un alto potencial para alcanzar el agua superficial, no es probable que lixivie al agua subterránea.</p> <p>Es moderadamente persistente en pH ácido y neutral, pero se hidroliza bastante rápido en pH alto [Canadian, 1996].</p>

**Tabla 15:** Características del Carbaril.

<b>Carbaril</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	<p>Solubilidad en agua: 113 ppm a 20°C [PAN, 2007]</p> <p>Presión de vapor: <math>1,36 \cdot 10^{-7}</math> [mmHg] a 25°C [Erickson, 2003].</p> <p>Coefficiente de partición octanol/agua Log <math>K_{ow}</math>: 1,8-2,3 [Erickson, 2003].</p>
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	<p>Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) LC<sub>50</sub> (96 hrs) 2 ppm [PAN, 2007].</p> <p>Pulga de agua (<i>Daphnia magna</i>) LC<sub>50</sub> (48 hrs) <math>5,6 \cdot 10^{-3}</math> ppm [PAN, 2007].</p>
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	<p>Bolín (<i>Cyprinodon variegatus</i>) LC<sub>50</sub> (96 hrs) 3,04 ppm [PAN, 2007].</p> <p>Microcrustáceo de salinas (<i>Artemia salina</i>) LC<sub>50</sub> (48 hrs) 5,9 ppm [PAN, 2007].</p>
<b>Otras características</b>	<p>Afecta la reproducción en invertebrados y en peces de agua dulce.</p> <p>Disminuye la supervivencia [Erickson, 2003].</p> <p>Su hidrólisis es de 12 días [PAN, 2007].</p> <p>Es degradado en agua por fotólisis en agua con un período de 21 días. Bajo condiciones aerobias se degrada rápidamente por el metabolismo microbiano en suelos y ambientes acuáticos (4.9 días), el metabolismo es mucho más lento en condiciones anaerobias con periodos de 2 a 3 meses [Erickson, 2003].</p>

Tabla 16: Características del Clorpirifos.

Clorpirifos	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 1,4 ppm a 20°C [PAN, 2007] Presión de vapor: $1,9 \cdot 10^{-5}$ [mmHg] a 25°C [INCHEM, 2005]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 5,27 [INCHEM, 2005].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $8 \cdot 10^{-2}$ ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) $2,6 \cdot 10^{-3}$ [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,16 ppm [PAN, 2007]. Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (24 hrs) 0,42 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	En peces provoca deformidad espinal y efecto sobre su crecimiento, en invertebrados provoca efectos adversos en supervivencia y reproducción [Turner, 2003]. Su hidrólisis es de 58,1 días [PAN, 2007].

Tabla 17: Características del DDD.

DDD	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 0,090 ppm a 25°C [ATSDR, 2002]. Presión de vapor: $1,3 \cdot 10^{-6}$ [mmHg] a 25°C [ATSDR, 2002]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 6,02 [ATSDR, 2002].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $7 \cdot 10^{-3}$ ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) $2,2 \cdot 10^{-3}$ ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	Su hidrólisis es relativamente insignificante con una vida media de 190 años a pH 7 a 25°C. Es resistente a las transformaciones químicas en ambientes acuáticos, su biotransformación es lenta [Canadian, 1996].

Tabla 18: Características del Diazinón.

Diazinón	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 60 ppm a 20°C [PAN, 2007]. Presión de vapor: $1,4 \cdot 10^{-6}$ [mmHg] a 20°C [INCHEM, 1998]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 3,4 [INCHEM, 1998].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 1,3 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $2,6 \cdot 10^{-3}$ ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 1,47 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	En peces afecta la supervivencia y crecimiento. Su hidrólisis es de 43,3 días a pH 4 [Turner, 2002].

Tabla 19: Características del Dicamba.

Dicamba	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 6500 ppm a 25°C [EXTOXNET, 1996]. Presión de vapor: $3,4 \cdot 10^{-5}$ [mmHg] a 25°C [EXTOXNET, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 0,54 [EXTOXNET, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 135 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 25,1 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 180 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	En agua, la degradación microbiana es la ruta principal de disipación después de 24 hrs, volatilización, adsorción en sedimentos y bioconcentración son insignificantes [EXTOXNET, 1996]. La hidrólisis acuática es de 30 días [PAN, 2007].

Tabla 20: Características del Dicloran.

Dicloran	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 6 ppm a 20°C [PAN, 2007]. Presión de vapor: $1,2 \cdot 10^{-6}$ [mmHg] a 20°C [INCHEM, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log ( $K_{ow}$ ): 1,80 [INCHEM, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 2,1 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) EC <sub>50</sub> (48 hrs) 2,07 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	Su hidrólisis es de 72 días [PAN, 2007]. Estable a temperatura estándar 20 °C [INCHEM, 1996].

Tabla 21: Características del Dicofol.

Dicofol	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 0,83 ppm a 20 °C [PAN, 2007]. Presión de vapor: < 0,00001 [mmHg] a 20°C [EXTOXNET, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log ( $K_{ow}$ ): 4,28 [EXTOXNET, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,3 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,39 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,37 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Su hidrólisis es de 28,1 días [PAN, 2007]. Persistencia moderada en suelos. En la vegetación permanece hasta 2 años [EXTOXNET, 1996].

Tabla 22: Características del Endosulfán.

Endosulfán	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 0,32 ppm a 22 °C [EXTOXNET, 1996]. Presión de vapor: $6,2 \cdot 10^{-6}$ [mmHg] a 20°C [INCHEM, 2000]. Coeficiente de partición octanol/agua Log ( $K_{ow}$ ): 4,2 [INCHEM, 2000].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $1,6 \cdot 10^{-3}$ ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,26 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $1,64 \cdot 10^{-3}$ ppm [PAN, 2007]. Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (24 hrs) 2,8 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Inhibe la reproducción del zooplancton. Su hidrólisis es de 93,8 días [PAN, 2007].

Tabla 23: Características del Endrín.

Endrín	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 0,2 ppm a 25°C [USEPA, 1980]. Presión de vapor: $2,7 \cdot 10^{-7}$ [mmHg] a 25°C [USEPA, 1980]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 5,5 [USEPA, 2003].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $4,75 \cdot 10^{-3}$ ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,25 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $3,1 \cdot 10^{-4}$ ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Ningún estudio disponible.

Tabla 24: Características del Folpet.

Folpet	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 1,05 ppm a 20 °C [PAN, 2007]. Presión de vapor: $< 9,8 \cdot 10^{-7}$ [mmHg] a 20°C [EXTOXNET, 1995]. Coeficiente de partición octanol/agua Log ( $K_{ow}$ ): 2,85 [INCHEM, 1994].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,069 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 0,60 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 23,9 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	No produce lixiviación a aguas subterráneas [EXTOXNET, 1995].

Tabla 25: Características del Heptacloro epóxido.

Heptacloro epóxido	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 0,275 ppm a 25°C [ATSDR, 2007] Presión de vapor: $2.6 \cdot 10^{-6}$ [mmHg] a 20°C [EXTOXNET, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 5,4 [EXTOXNET, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $2 \cdot 10^{-2}$ ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 0,18 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,01 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Resistente a las transformaciones químicas y biológicas en el medio acuático, tiene una vida media predecida de muchos años [Canadian, 1996].

Tabla 26: Características del Iprodione.

Iprodione	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 12 ppm a 20°C [PAN, 2007]. Presión de vapor: $9,97 \cdot 10^{-7}$ [mmHg] a 20 °C [EXTOXNET, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 3,1 [EXTOXNET, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 4,1 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 0,24 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 7,7 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Tiene baja persistencia en el medio acuático de 3 a 7 días [PAN, 2007].

Tabla 27: Características del MCPA.

MCPA	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 160000 ppm a 25°C [PAN, 2007]. Presión de vapor: $1.5 \cdot 10^{-6}$ [mmHg] a 20 °C [EXTOXNET, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log ( $K_{ow}$ ): 3,3 [INCHEM, 1994].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 31 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 11 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 4,1 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Fácilmente degradado por microbios del suelo y microorganismos acuáticos; en 2 semanas es degradado casi completamente. En el agua no se espera que se adsorba a sólidos suspendidos ni a sedimentos. [EXTOXNET, 1996].

Tabla 28: Características del Metolacloro.

Metolacloro	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 480 ppm a 20°C [PAN, 2007]. Presión de vapor: $3,2 \cdot 10^{-5}$ [mmHg] a 25°C [EXTOXNET, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 2,9 [EXTOXNET, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 3,9 ppm [PAN, 2007] Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> 15,9 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 8,85 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	En invertebrados acuáticos provoca disminución de supervivencia, reproducción y crecimiento. Letargo y pérdida de equilibrio en peces [Bedmar, 2002]. Su hidrólisis es 200 días a 20°C [PAN, 2007]. Persistente en aguas altamente ácidas (200 días) y en aguas altamente básicas (97 días) [Erickson, 2002]. Relativamente estable en agua bajo la luz del sol, cerca de 6,6% es degradado por fotólisis en 30 días [EXTOXNET, 1996].

Tabla 29: Características del Metribuzín.

Metribuzín	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 1032 ppm a 20°C [PAN, 2007]. Presión de vapor: $4,4 \cdot 10^{-7}$ [mmHg] a 20°C [EXTOXNET, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 1,6 [EXTOXNET, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 77 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (46 hrs) 4,2 ppm [PAN, 2007].

Continuación **Tabla 29.**

<b>Metribuzin</b>	
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 85 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Provoca efectos adversos en la reproducción de invertebrados [Patterson, 2004]. Su hidrólisis es de 4760 días [PAN, 2007].

**Tabla 30:** Características del Oxifluorfenó.

<b>Oxifluorfenó</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 0,1 ppm a 20°C [Daughtry, 2004]. Presión de vapor: $2,5 \cdot 10^{-7}$ [mmHg] a 25 °C [Daughtry, 2004]. Coeficiente de partición octanol/agua Log K <sub>ow</sub> : 4,5 [Daughtry, 2004].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,4 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) EC <sub>50</sub> 1,5 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	En peces e invertebrados de agua dulce provoca efectos adversos en la reproducción [Daughtry, 2004]. Su hidrólisis es de 133,5 días [PAN, 2007]. Es descompuesto rápidamente por la luz; tiende a fijarse por adsorción en partículas suspendidas y en sedimentos [Daughtry, 2004].

Tabla 31: Características del Paraquat.

Paraquat	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 626000 ppm a 20°C [PAN, 2007]. Presión de vapor: $7,5 \cdot 10^{-7}$ [mmHg] a 20°C [INCHEM, 2001]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 4,2 [INCHEM, 2001].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 32 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 2,7 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (24 hrs) 1440,1 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Inhibe la fotosíntesis de algunas algas. Problemas enzimáticos, de crecimiento y morfología en peces [Turner, 2002]. Su hidrólisis es de 30 días [PAN, 2007]. Con 30 días de exposición el pez trucha arcoiris manifiesta bioacumulación de 1 ppm [Turner, 2002].

Tabla 32: Características del Procymidone.

Procymidone	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 4,5 ppm a 20 °C [INCHEM, 1981]. Presión de vapor: $1,4 \cdot 10^{-4}$ [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 1981]. Coeficiente de partición octanol/agua Log ( $K_{ow}$ ): 3,1 [INCHEM, 1981].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 7,2 ppm [University of Hertfordshire & Footprint, 2007]
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	En agua se degrada muy lentamente en pH 2, pero muy rápidamente a pH 9 [University of Hertfordshire & Footprint, 2007].

Tabla 33: Características del Toxafeno.

Toxafeno	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 0,4 ppm a 20°C [Jongbloed et al, 2000]. Presión de vapor: $4,9 \cdot 10^{-6}$ [mmHg] a 20°C [Jongbloed et al, 2000]. Coeficiente de partición octanol/agua Log $K_{ow}$ : 5,3 [Jongbloed et al, 2000].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) $LC_{50}$ (96 hrs) $9,6 \cdot 10^{-3}$ ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) $LC_{50}$ (96 hrs) 0,8 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) $LC_{50}$ (96 hrs) $1,1 \cdot 10^{-3}$ ppm [PAN, 2007]. Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) $LC_{50}$ (24 hrs) 0,32 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Afecta el desarrollo y crecimiento de peces. Bioacumulable en la mayoría de los organismos acuáticos. Su hidrólisis, fotólisis y biodegradación son muy lentas [Jongbloed et al, 2000].

Tabla 34: Características del Triadimefón.

Triadimefón	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 64 ppm a 20 °C [PAN, 2007]. Presión de vapor: $> 7,5 \cdot 10^{-6}$ [mmHg] a 20 °C [EXTOXNET, 1996]. Coeficiente de partición octanol/agua Log ( $K_{ow}$ ): 3,18 [EXTOXNET, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) $LC_{50}$ (96 hrs) 17,2 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) $LC_{50}$ (96 hrs) 1,6 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	Su hidrólisis es de 1760 días [PAN, 2007]. En agua con pH de 3 a 9 casi el 95% del compuesto permanecerá después de 28 semanas [EXTOXNET, 1996].

b) Compuestos orgánicos volátiles

De la tabla 35 a la 50 se puede observar que la mayoría de los compuestos orgánicos volátiles tienen una alta solubilidad, con excepción de dos; Hexaclorobenceno con una solubilidad de  $5 \cdot 10^{-3}$  ppm y Hexaclorobutadieno con una solubilidad de 2 - 2.55 ppm.

Además se puede observar que las presiones de vapor son altas, excepto para el Hexaclorobenceno y el Hexaclorobutadieno, con presiones de vapor  $<1$  mm Hg.

En los valores de coeficiente de partición octanol/agua ( $K_{ow}$ ), se observa que existen sólo 2 compuestos orgánicos volátiles con un alto coeficiente de partición; Hexaclorobenceno con 5.5 y Hexaclorobutadieno con 4.9.

También se observa que del total de los compuestos orgánicos volátiles 2 tienen un coeficiente de partición muy bajo; Cloruro de metilo con un valor de 0.91 y el Diclorometano con 1.25.

En los valores de toxicidad aguda recopilados para especies de agua dulce, se puede observar que del total de 10 datos de toxicidad aguda recopilados, para el pez trucha arcoiris, se observa que es resistente a sólo 1 compuesto orgánico volátil, siendo este el 1,2 Dicloroetano. Además se observa que la trucha arcoiris tiene una baja tolerancia a 2 compuestos orgánicos volátiles; el Hexaclorobenceno con un  $LC_{50}$  de 0.03 ppm, y Hexaclorobutadieno con un  $LC_{50}$  de 0.32 ppm.

En el caso de la Pulga de agua, se puede observar que de los 12 valores de toxicidad aguda obtenidos, ésta es sensible solamente al Tetracloroetileno con un  $LC_{50} <2$  ppm.

En los valores de toxicidad aguda recopilados para especies de agua marina, se puede observar que existen 10 valores de toxicidad aguda para el pez Bolín, estos valores muestran que es menos sensible a 3 compuestos orgánicos volátiles (1,2 Dicloroetano, Diclorometano y Etilbenceno). Además se puede observar que el Bolín es altamente sensible al Hexaclorobenceno y Hexaclorobutadieno con valores de  $LC_{50} <1$  ppm.

En el caso del Microcrustáceo de salinas, se puede observar que de los 5 valores de toxicidad aguda obtenidos, este Microcrustáceo no es altamente sensible a ningún compuesto orgánico volátil.

A partir de la información recopilada de algunos efectos subletales producto de la utilización de compuestos orgánicos volátiles, se observa que los efectos más comunes para la vida acuática son la disminución en la supervivencia, crecimiento, reproducción y cambios en el comportamiento.

Se puede observar que la hidrólisis para sólo dos compuestos orgánicos volátiles son muy lentas: Cloruro de metilo de 1 año y Hexaclorobenceno con un período de 2.7 a 5.7 años, estos valores representan la persistencia de estos COVs en el medio acuático. Los demás compuestos orgánicos volátiles tienen una hidrólisis más rápida que van de días a semanas.

**Tabla 35:** Características del 1,1,1 Tricloroetano.

1,1,1 Tricloroetano	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 480 ppm a 20 °C [INCHEM, 1990]. Presión de vapor: 100 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 1990]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 2.47 [INCHEM, 1990].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 59,6 ppm [INCHEM, 1990].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (24 hrs) 1061,9 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	El agua lo puede transportar fácilmente a través del suelo hacia el agua subterránea. Los organismos que viven en el suelo y en el agua lo pueden degradar [INCHEM, 1990].

**Tabla 36:** Características del 1,2 Diclorobenceno.

1,2 Diclorobenceno	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 155,8 ppm a 20 °C [USEPA, 2001]. Presión de vapor: 1,2 [mmHg] a 20 °C [USEPA, 2001]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 3.38 [USEPA, 2001].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 1,58 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) EC <sub>50</sub> (48 hrs) 18,8 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 9,56 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Reduce la fertilidad del crustáceo Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ). Reduce la eclosión de los huevos en un 6% en la Trucha arcoiris. Es ligeramente persistente en agua, con una media vida de 2 a 20 días [USEPA, 2001].

**Tabla 37:** Características del 1, 2 Dicloroetano.

1, 2 Dicloroetano	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 8690 ppm a 20 °C [Government of Canada, 1994]. Presión de vapor: 63,75 [mmHg] a 20 °C [Government of Canada, 1994]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 1,76 [Government of Canada, 1994].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 225 ppm [Ansell, 2002]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 218 ppm [Ansell, 2002].

Continuación **Tabla 37.**

<b>1,2 Dicloroetano</b>	
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) < 230 ppm [Ansell, 2002]. Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) EC <sub>50</sub> (24 hrs) 36 ppm [INCHEM, 1998].
<b>Otras características</b>	Efectos en la reproducción, letargo y pérdida de equilibrio en peces y efectos teratogénicos en Trucha arcoiris. Se evapora muy rápidamente desde el agua al aire. Puede permanecer en el agua por más de 40 días. Los microorganismos que viven en el suelo o en el agua subterránea lo pueden transformar lentamente a otros compuestos menos peligrosos [INCHEM, 1998].

**Tabla 38:** Características del 1,2 Dicloropropano.

<b>1,2 Dicloropropano</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 2600 ppm a 20 °C [INCHEM, 1999]. Presión de vapor: 209,25 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 1999]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 2,02 [INCHEM, 1999].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 75,5 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	La degradación en el aire y en el agua subterránea es lenta. Cerca del 99% del 1,2 dicloropropano termina en el aire y un 1% en el agua [INCHEM, 1999].

Tabla 39: Características del Benceno.

Benceno	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 1800 ppm a 25 °C [USEPA, 1988]. Presión de vapor: 75 [mmHg] a 20 °C [ATSDR, 2007]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 2,13 [USEPA, 2006].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) > 5,3 ppm [EPA, 2006].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 21 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Es relativamente móvil, su evaporación en cuerpos de agua es bastante rápida. La mayoría de las especies, incluyendo a los mamíferos pueden metabolizarlo. Su período de persistencia en el agua es de 2 a 20 días [Government Australian, 2005].

Tabla 40: Características del Clorobenceno.

Clorobenceno	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 500 ppm a 20 °C [INCHEM, 2003]. Presión de vapor: 8.8 [mmHg] a 20°C [INCHEM, 2003]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 2,18 – 2,84 [INCHEM, 2003].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 3,29 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 26,2 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 12,9 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Inhibe el crecimiento en algas. En Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) provoca efectos adversos en la reproducción y reducción del crecimiento [USEPA, 1980].

**Tabla 41:** Características del Cloroformo (Triclorometano).

<b>Cloroformo (Triclorometano)</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 8000 ppm a 20 °C [INCHEM, 2000]. Presión de vapor: 160 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 2000]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 1,97 [INCHEM, 2000].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 21,3 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 112,4 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad agua especies de agua salda</b>	Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (24 hrs) 565,8 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Ocurrencia de teratogénesis en embriones de trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en un 40% después de una exposición de 23 días [USEPA, 1980]. En el medio acuático se espera que tenga un período entre 1 a 10 días [Environmental Health & Safety, 2004].

**Tabla 42:** Características del Cloruro de metilo (Clorometano).

<b>Cloruro de metilo (Clorometano)</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 4800-5325 ppm a 20°C [INCHEM, 2002]. Presión de vapor: 3,7 [mmHg] a 20°C [INCHEM, 2002]. Coeficiente de partición octanol/agua Log K <sub>ow</sub> : 0,91 [INCHEM, 1999].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 394 ppm [INCHEM, 2002].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.

Continuación **Tabla 42.**

<b>Cloruro de metilo (Clorometano)</b>	
<b>Otras características</b>	<p>La hidrólisis del clorometano en agua es relativamente lenta con un período de 1 año en pH 7 a 25°C.</p> <p>Es fácilmente biodegradable por bacterias bajo condiciones anaerobias.</p> <p>La volatilización del agua se estima que el clorometano tendrá un período de 0.8 horas en un río bajo con un viento superficial fuerte y un período de 68 horas en un lago bajo con un viento superficial débil [INCHEM, 2002].</p>

**Tabla 43:** Características del Diclorometano.

<b>Diclorometano</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	<p>Solubilidad en agua: 13000 ppm a 20 °C [INCHEM, 2000].</p> <p>Presión de vapor: 355,5 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 2000].</p> <p>Coeficiente de partición octanol/agua Log (K<sub>ow</sub>): 1,25 [INCHEM, 2000].</p>
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	<p>Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) LC<sub>50</sub> (96 hrs) 13,2 ppm [Government of Canada, 1993].</p> <p>Pulga de agua (<i>Daphnia magna</i>) LC<sub>50</sub> (48 hrs) 27 ppm [Government of Canada, 1993].</p>
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	<p>Bolín (<i>Cyprinodon variegatus</i>) LC<sub>50</sub> (96 hrs) rango de 220 – 502 ppm [Government of Canada, 1993].</p>
<b>Otras características</b>	<p>La biomagnificación del producto químico en las cadenas alimenticias acuáticas y terrestres no es probable [Government of Canada, 1993].</p>

Tabla 44: Características del Etilbenceno.

Etilbenceno	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 150 ppm a 20 °C [INCHEM, 1995]. Presión de vapor: 6,75 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 1995]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 3,2 [INCHEM, 1995].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 1,4 ppm [Canadian, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 280 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	En el agua de superficie, como en la de los ríos, se descompone al reaccionar con otros compuestos presentes naturalmente en el agua [Canadian, 1996]. Su vida media en agua es de aproximadamente 13 días en invierno y 0,1 días en verano [USEPA, 2002].

Tabla 45: Características del Hexaclorobenceno.

Hexaclorobenceno	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: $5 \cdot 10^{-3}$ ppm a 20 °C [INCHEM, 1999]. Presión de vapor: $7,5 \cdot 10^{-6}$ [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 1999]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 5,5 [INCHEM, 1999].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,03 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $1,3 \cdot 10^{-2}$ ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Si es liberado a aguas superficiales su vida $\frac{1}{2}$ es de 2,7 a 5,7 años, si es liberado a agua subterránea, su vida $\frac{1}{2}$ es de 5,3 a 11,4 años. [EXTOXNET, 1996].

**Tabla 46:** Características del Hexaclorobutadieno.

<b>Hexaclorobutadieno</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 2 – 2,55 ppm a 20 °C [INCHEM, 1994]. Presión de vapor: 0,15 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 1994]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 4,9 [INCHEM, 1994].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,32 ppm [INCHEM, 1994].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,56 ppm [Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1999].
<b>Otras características</b>	No se sabe lo que ocurre con esta sustancia química en el agua o cuánto tiempo permanece en la misma [Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1999].

**Tabla 47:** Características del Tetracloroetileno.

<b>Tetracloroetileno</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 150 ppm a 20 °C [INCHEM, 2000]. Presión de vapor: 14,25 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 2000]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 3 [INCHEM, 2000].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 5,4 ppm [PAN, 2007]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 1,8 ppm [PAN, 2007]
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 37,9 ppm [PAN, 2007]. Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (24 hrs) 10,1 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Su período de permanencia es de menos de 2 días en aguas superficiales. El 99,8% terminará en el aire. En las condiciones adecuadas, sufrirá una descomposición parcial por acción de las bacterias y puede que algunas de las sustancias químicas resultantes sean perjudiciales [INCHEM, 2000].

**Tabla 48:** Características del Tetracloruro de Carbono.

<b>Tetracloruro de Carbono</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 800 ppm a 20 °C [Euro Chlor, 1999]. Presión de vapor: 91,3 [mmHg] a 20°C [INCHEM, 1999]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 2,64 [INCHEM, 1999].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 280 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	Su período de permanencia es de menos de 4 días en aguas superficiales. [USEPA, 1980].

**Tabla 49:** Características del Tribromometano (Bromoformo).

<b>Tribromometano (Bromoformo)</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 1000 ppm a 20 °C [INCHEM, 1994]. Presión de vapor: 5,25 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 1994]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 2,4 [INCHEM, 1994].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 44 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 18 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	En el agua es degradado lentamente cerca de la superficie donde hay oxígeno, sin embargo se degrada mucho más rápido en aguas subterráneas [INCHEM, 1994].

**Tabla 50:** Características del Tricloroetileno.

Tricloroetileno	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 1000 ppm a 20 °C [INCHEM, 2000]. Presión de vapor: 58,5 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 2000]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 2,42 [INCHEM, 2000].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 18 ppm [Government of Canada, 1993].
<b>Toxicidad agua especies de agua salda</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 52 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Reducción de población del fitoplankton y zooplancton Una vez en el agua, una gran parte se evaporará en el aire y, cerca de la mitad de la sustancia se descompondrá en el transcurso de una semana. Tomará semanas para que esta sustancia se descomponga en el agua superficial. En el agua subterránea, la descomposición es más lenta debido a que la evaporación demora más. Se descompone muy poco en el suelo y puede pasar de la tierra al agua subterránea [Government of Canada, 1993].

## c) Metales

De la tabla 51 a la 54 se puede observar que los metales son insolubles o poco solubles en agua, sin embargo, los compuestos de estos metales pueden ser solubles como es el caso del carbonato de bario, el sulfato de bario y cloruro de plata

En el caso de los valores recopilados para la presión de vapor, se puede observar que para todos los metales, las presiones de vapor están medidas a elevadas temperaturas (> 900°C).

Además el coeficiente de partición para el Berilio indica que este posee un alto potencial de bioacumulación.

En los datos de toxicidad aguda, se observa que de los 4 metales seleccionados, sin duda el más tóxico para la vida acuática es la plata con un  $LC_{50}$  de  $7.6 \cdot 10^{-3}$  ppm para el pez trucha arcoiris.

En otras características, se observa que los efectos subletales en común para el Berilio y la Plata es la baja supervivencia que tienen los organismos acuáticos al estar expuestos a estos metales.

**Tabla 51:** Características del Bario.

Bario	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: Carbonato de bario 20 ppm y Sulfato de bario 1,15 ppm a 20°C [Choudhury & Cary, 2001]. Presión de vapor: $7,4 \cdot 10^{-4}$ [mmHg] a 729 °C [Environmental Chemistry, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) $LC_{50}$ (48 hrs) 410 ppm [Choudhury & Cary, 2001].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) $LC_{50}$ (24 hrs) 9016,2 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Ningún estudio disponible.

**Tabla 52:** Características del Berilio.

Berilio	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: Insoluble [ATSDR, 2002]. Presión de vapor: 1 [mmHg] a 1520 °C [ATSDR, 2002]. Coeficiente de partición octanol/agua Log ( $K_{ow}$ ): 4 – 6 [ATSDR, 2002].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Ningún estudio disponible.

Continuación **Tabla 52.**

<b>Berilio</b>	
<b>Toxicidad aguda especies de agua salda</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	<p>Los efectos tóxicos crónicos pueden incluir baja supervivencia, problemas reproductivos, una fertilidad más baja, y cambios en aspecto o comportamiento en especies de agua dulce.</p> <p>En un medio acuático ácido puede disolverse, lo que inhibe la capacidad de autodepuración de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos, a partir de una concentración de 0,01 ppm, esto hace que sea una gran amenaza para peces y microorganismos [USEPA, 1980].</p>

**Tabla 53:** Características de la Plata.

<b>Plata</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	<p>Solubilidad en agua a 20°C: Cloruro de plata 1,93 ppm [INCHEM, 2002].</p> <p>Presión de vapor: <math>2,6 \cdot 10^{-6}</math> [mmHg] a 961°C [Environmental Chemistry, 2007].</p>
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	<p>Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) LC<sub>50</sub> (96 hrs) <math>7,6 \cdot 10^{-3}</math> ppm [INCHEM, 2002].</p> <p>Pulga de agua (<i>Daphnia magna</i>) LC<sub>50</sub> (96 hrs) <math>5 \cdot 10^{-3}</math> ppm [INCHEM, 2002].</p>
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 58 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	<p>Efectos adversos en supervivencia y crecimiento de peces.</p> <p>Tiene una vida media de 200 días [INCHEM, 2002].</p>

**Tabla 54:** Características de la Vanadio.

Vanadio	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: Insoluble [ATSDR, 1992].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 11,4 ppm [Costigan & Cary, 2001]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 3,1 [Costigan & Cary, 2001].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,2 – 0,3 ppm [Costigan & Cary, 2001].
<b>Otras características</b>	Reduce la fotosíntesis en algas y en Pulga de agua afecta la reproducción [Costigan & Cary, 2001].

## d) Otros

De la tabla 55 a la 60 se puede observar que 2 de los contaminantes clasificados como otros, son altamente solubles en agua; la Acroleína con una solubilidad de 238000 ppm y el Clorofenol con una solubilidad de 4500 ppm, ambos a 20°C. Además los Nonilfenoles tienen una solubilidad no tan alta pero si considerable de 600 ppm, todo esto indica que en esta categoría el único contaminante propuesto que tendría una mayor permanencia en el medio acuático es el Tributiltín con una solubilidad de 1 ppm.

En el caso de los datos recopilados para los coeficientes de partición, se puede observar que la Acroleína y el Clorofenol tienen un bajo coeficiente de partición 0,9 y 2,1 respectivamente, esto sugiere una baja bioacumulación de los 2 contaminantes.

Según los datos recopilados de toxicidad aguda para cada uno de los contaminantes, se puede observar que la trucha arcoiris es más sensible en condiciones donde existen principalmente concentraciones de Acroleína y Nonilfenol, esto debido a que ambos tienen un LC<sub>50</sub> bajo los 0,5 ppm en este pez.

En otras características, no se encuentran los datos de hidrólisis para 3 de los contaminantes seleccionados, sin embargo, se observa que los datos de hidrólisis encontrados para la Acroleína y Hexano son muy bajos, es decir que la hidrólisis de ambos es rápida.

**Tabla 55:** Características de los Ácidos resínicos.

<b>Ácidos resínicos</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: Son normalmente insolubles en agua, pero sus sales son solubles [Canadian, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	Aproximadamente el 70% de la toxicidad aguda para peces en los efluentes de celulosa es atribuido a la fracción ácida de los efluentes.  La incubación de los ácidos resínicos dentro del lodo activado y el agua superficial en 27°C da lugar a la degradación en el rango de 12 - 40horas [Canadian, 1996].

**Tabla 56:** Características de la Acroleína.

<b>Acroleína</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 238.000 ppm a 20°C [INCHEM, 1991]. Presión de vapor: 220 [mmHg] a 20°C [INCHEM, 1991]. Coeficiente de partición octanol/agua Log K <sub>ow</sub> : 0,9 [INCHEM, 1991].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,049 ppm [PAN, 2007].  Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 0,123 ppm [PAN, 2007].

Continuación **Tabla 56.**

<b>Acroleína</b>	
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,43 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Los efectos tóxicos crónicos pueden incluir esperanza de vida acortada, problemas reproductivos, una fertilidad más baja, y cambios en aspecto o comportamiento [Turner & Erickson, 2003]. En el medio acuático tiene un período de 2 días [PAN, 2007].

**Tabla 57:** Características de los Clorofenoles.

<b>Clorofenoles</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 4500 ppm a 20°C [INCHEM, 2002]. Presión de vapor: 2,25 [mmHg] a 20 °C [INCHEM, 2002]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 2,1 [INCHEM, 2002].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 1,9 ppm [Canadian, 1996]
<b>Toxicidad aguada especies de agua marina</b>	Ningún estudio disponible.
<b>Otras características</b>	Los productos de la degradación son tan tóxicos como el producto en sí mismo [Canadian, 1996].

Tabla 58: Características del Hexano.

Hexano	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 13 ppm a 20 °C [INCHEM, 2000]. Presión de vapor: 130 [mmHg] a 20°C [INCHEM, 2000]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 3,9 [INCHEM, 2000].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 50 ppm [PAN, 2007].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Microcrustáceo de salinas ( <i>Artemia salina</i> ) LC <sub>50</sub> (24 hrs) 0,041 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Cuando es lanzado al suelo, no se espera que lixivie en el agua subterránea. En agua se evapora rápidamente, tiene un período de 1 a 10 días, es moderadamente biodegradable [Environmental Health & Safety, 2007].

Tabla 59: Características del Nonilfenol.

Nonilfenol	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 600 ppm a 25 °C [INCHEM, 2005]. Presión de vapor: 2,4*10 <sup>-5</sup> [mmHg] a 25 °C [INCHEM, 2005]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 3,28 [INCHEM, 2005].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,27 ppm [USEPA, 2005].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,14 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Reducción del crecimiento de la Trucha arcoiris [USEPA, 2005].

**Tabla 60:** Características del Tributiltin

Tributiltin	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 1 pm a 20 °C [EXTOXNET, 1993]. Presión de vapor: 1 [mmHg] a 20°C [EXTOXNET, 1993]. Coeficiente de partición octanol/agua Log (K <sub>ow</sub> ): 4,1 [EXTOXNET, 1993].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,0039 ppm [USEPA, 2003]. Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) EC <sub>50</sub> (48 hrs) 0.066 ppm [USEPA, 2003].
<b>Toxicidad agua especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 0,0127 ppm [USEPA, 2003].
<b>Otras características</b>	Afecta la reproducción y reduce la supervivencia en peces e invertebrados [USEPA, 2003]. Su vida media en el agua es sobre 3 meses [EXTOXNET, 1993].

### 7.3.2 Características de contaminantes para emisión.

La mayoría de los contaminantes seleccionados para normas de emisión ya fueron caracterizados anteriormente en el ítem de contaminantes para calidad, por lo tanto en esta sección solamente se analizan 2 contaminantes, los Bifenilos policlorados y los Hidrocarburos aromáticos policíclicos.

a) Plaguicidas

No fueron considerados.

b) Compuestos orgánicos volátiles

1,1,1 Tricloroetano; 1,2 Dicloroetano; Benceno; Bromoformo; Cloroformo; Cloruro de metilo; Diclorometano; Etilbenceno; Hexaclorobenceno; Hexaclorobutadieno; Tetracloroetileno; Tetracloruro de carbono; Tricloroetileno. La información para éstos contaminantes ya fueron descritos anteriormente.

c) Metales

Bario, Plata y Vanadio fueron descritos en contaminantes para calidad.

d) Otros

Ácidos resínicos, Acroleína y Hexano fueron descritos en contaminantes para calidad.

En las tablas 61 y 62, se puede observar que los contaminantes tienen una baja solubilidad. En el caso de los Hidrocarburos aromáticos policíclicos, el más soluble de los 9 HAPs es el Naftaleno y el menos soluble de todos es el Benzo(a) pireno, teniendo valores de solubilidad en agua de 31.7 ppm y 0,0038 ppm (a 25°C) respectivamente.

Además se observa que los Bifenilos y los Hidrocarburos tienen bajos valores de presión de vapor, es decir ambos tienen una baja volatilidad, con valores de  $7.5 \cdot 10^{-5}$  mm Hg para los Bifenilos y  $2.8 \cdot 10^{-12}$  mm Hg para los Hidrocarburos específicamente el Benzo(a) pireno.

Con respecto a los datos recopilados de coeficientes de partición, se observa que los Bifenilos policlorados tienen un alto coeficiente de 6.3, lo que indica una alta bioacumulación del contaminante en organismos acuáticos. Los coeficientes de partición para los HAPs también son altos y en su mayoría se observa que aumenta mientras disminuye la solubilidad de éstos en el agua, el coeficiente más alto de los 9 Hidrocarburos es para el Benzo(a) pireno con un valor de 6 y el valor más bajo es para el Naftaleno con un coeficiente de 3,5.

En el caso de los datos de toxicidad crónica, se puede observar que la trucha arcoiris es muy sensible en contacto con los Bifenilos policlorados presentando un  $LC_{50}$  de  $2 \cdot 10^{-3}$  ppm, por otra parte para la toxicidad aguda de los Hidrocarburos aromáticos policíclicos no se encontraron datos para la trucha arcoiris, sin embargo, se tomó en cuenta la toxicidad aguda para otro pez; la perca enana macrocéfala la cual es altamente sensible al HAP antraceno con un  $LC_{50}$  de  $6.6 \cdot 10^{-3}$  ppm.

**Tabla 61:** Características de los Bifenilos Policlorados.

<b>Bifenilos Policlorados</b>	
<b>Propiedades físico-químicas</b>	Solubilidad en agua: 0,007 ppm [INCHEM, 1999]. Presión de vapor: $7,5 \cdot 10^{-5}$ [mmHg] a 25 °C [INCHEM, 1999]. Coeficiente de partición octanol/agua Log ( $K_{ow}$ ): 6,3 [INCHEM, 1999].
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) $2 \cdot 10^{-3}$ ppm [Canadian, 1996].
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolín ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 4,6 ppm [PAN, 2007].
<b>Otras características</b>	Es altamente lipofílico [Canadian, 1996].

Tabla 62: Características de los Hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos				
Propiedades físico-químicas	<b>Compuestos</b>	<b>Solubilidad en agua (25°C)</b>	<b>Log K<sub>ow</sub></b>	<b>Presión de vapor (25°C)</b>
	<b>Naftaleno</b>	31,7	3,5	0,089
	<b>Acenafteno</b>	3,42	4,33	4,5*10 <sup>-3</sup>
	<b>Fluoreno</b>	1,98	4,18	7,1*10 <sup>-4</sup>
	<b>Fenantreno</b>	1,29	4,5	6,8*10 <sup>-4</sup>
	<b>Antraceno</b>	0,045	4,5	1,9*10 <sup>-4</sup>
	<b>Pireno</b>	0,135	4,9	6,8*10 <sup>-10</sup>
	<b>Fluoranteno</b>	0,26	5,1	9,96*10 <sup>-3</sup>
	<b>Benzo(a)antraceno</b>	0,0057	5,6	1,1*10 <sup>-7</sup>
	<b>Benzo(a)pireno</b>	0,0038	6,0	2,8*10 <sup>-12</sup>
	[Government of Canada, 1994].			
<b>Toxicidad aguda especies de agua dulce</b>	Pulga de agua ( <i>Daphnia magna</i> ) LC <sub>50</sub> (48 hrs) 9,1 *10 <sup>-2</sup> ppm para el pireno [Government of Canada, 1994].			
<b>Toxicidad aguda especies de agua marina</b>	Bolí ( <i>Cyprinodon variegatus</i> ) LC <sub>50</sub> (96 hrs) 4,6 ppm [Alayo & Iannacone, 2002].			
<b>Otras características</b>	<p>Provoca deformidades teratogénicas en embriones de peces, efectos clastogénicos (aberraciones cromosómicas) y teratogénicos (deformidad en gastrula) en invertebrados.</p> <p>En sistemas acuáticos se adsorben generalmente a la materia suspendida o a los sedimentos. Los HAPs son biodegradados en agua bajo condiciones anaerobias, el naftaleno se degrada a partir de 0,5 a 20 días y el pireno de 0,6 a 5,2 años.</p> <p>La fotoxidación en agua ocurre de 8,6 días a 1,2 años para el benzo(a) pireno y 0,1 a 4,4 años para el antraceno [Government of Canada, 1994].</p>			

#### 7.4 Selección de contaminantes prioritarios.

La tabla 63 muestra la asignación de puntajes de los contaminantes para agua dulce, en esta tabla se puede observar que de los 21 plaguicidas seleccionados, 13 están clasificados como persistentes y altamente persistentes, con un puntaje de 7 ó 10 (vida  $\frac{1}{2}$  en el agua > 50 días). En toxicidad aguda, 19 están clasificados de mediana a extremadamente tóxicos ( $LC_{50} < 10$  ppm) con un puntaje de 5 – 10. En bioacumulación 9 plaguicidas presentan una bioacumulación de media alta a alta con un puntaje de 7 ó 10 ( $\text{Log } K_{ow} > 4$ ).

Los plaguicidas que clasifican como prioritarios (debido a que cumplen con los criterios establecidos) son: Clorpirifos, DDD, Endosulfán, Endrin, Heptacloro epóxido, Oxifluorfenó y Toxafeno, lo que demuestra que estos plaguicidas son buenos candidatos para incluirse en futuras revisiones de las normas de calidad hídrica ambiental chilena.

De los 14 compuestos orgánicos volátiles, sólo 2 son altamente persistentes (puntaje 10), éstos son: 1,2 Dicloropropano y Cloruro de metilo. Para los valores de toxicidad aguda, 5 COVs tienen una toxicidad mediana, con un puntaje de 5. La bioacumulación no es significativa para ningún COVs.

En la clasificación de los metales no existen muchos datos disponibles, sin embargo, en la tabla 63, se puede observar que en cuanto a toxicidad, la Plata tiene el máximo puntaje, seguido por el Berilio con un puntaje de 5. Por otra parte, en los puntajes de bioacumulación para metales, se puede observar que sólo el Berilio tiene un potencial de bioacumulación medio alto, es decir, con un puntaje asignado de 7.

La tabla 63 muestra además los puntajes para 10 contaminantes clasificados como otros, de los cuales se puede observar que en persistencia en el medio acuático, 5 tienen un puntaje que varía entre 7 – 10, estos son: Bifenilos policlorados, Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno, Hidrocarburos aromáticos policíclicos y Tributiltin. En toxicidad aguda sólo el Hexano no cumple con el criterio establecido, el resto de los contaminantes clasificados como otros están dentro de la categoría de mediana a extremadamente tóxicos con puntajes de 5 – 10. En la categoría de bioacumulación, los Bifenilos policlorados, Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno, Hidrocarburos aromáticos policíclicos y el Tributiltin cumplen con el criterio establecido con un puntaje de 7 – 10.

Por lo anterior, los contaminantes clasificados como otros que debieran incluirse en futuras revisiones de las normas hídricas ambientales son: Bifenilos policlorados e Hidrocarburos aromáticos policíclicos; candidatos prioritarios para normas de emisión, Hexaclorobenceno y Hexaclorobutadieno; ambos candidatos para normas de calidad secundaria y emisión, y finalmente el Tributiltin, candidato prioritario para normas de calidad secundaria.

**Tabla 63:** Asignación de puntaje y prioridad para cada contaminante en agua dulce.

Contaminantes	Persistencia	Toxicidad	Bioacumulación	Prioridad	Norma
<b>Plaguicidas</b>					
Azinfos Metil	4	10	4	NP	C
Carbaril	4	10	4	NP	C
Clorpirifos	7	10	7	P	C
DDD	10	10	10	P	C
Diazinón	4	10	4	NP	C
Dicamba	4	2	0	NP	C
Dicloran	7	5	0	NP	C
Dicofol	4	8	7	NP	C
Endosulfán	7	10	7	P	C
Endrin	10	10	7	P	C
Folpet	7	10	4	NP	C
Heptacloro epóxido	10	10	7	P	C
Iprodione	0	8	4	NP	C
MCPA	4	2	4	NP	C
Metolacoloro	10	5	4	NP	C
Metribuzin	10	5	0	NP	C
Oxifluorfenó	10	8	7	P	C
Paraquat	4	5	7	NP	C
Procymidone	7	5	4	NP	C
Toxafeno	10	10	7	P	C
Triadimefón	10	5	4	NP	C

Continuación **Tabla 63.**

Contaminantes	Persistencia	Toxicidad	Bioacumulación	Prioridad	Norma
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>					
1,1,1 Tricloroetano	0	2	4	NP	C/E
1,2 Diclorobenceno	4	5	4	NP	C
1,2 Dicloroetano	4	0	0	NP	C/E
1,2 Dicloropropano	0	2	4	NP	C
Benceno	4	5	4	NP	C/E
Bromoformo	0	2	4	NP	C/E
Clorobenceno	0	5	4	NP	C
Cloroformo	0	2	0	NP	C/E
Cloruro de Metilo	10	0	0	NP	C/E
Diclorometano	0	2	0	NP	C/E
Etilbenceno	0	5	4	NP	C/E
Tetracloroetileno	0	5	4	NP	C/E
Tetracloruro de Carbono	0	0	4	NP	C/E
Tricloroetileno	0	2	4	NP	C/E
<b>Metales</b>					
Bario	4	0	0	NP	C/E
Berilio	10	-	7	SC	C
Plata	7	10	-	SC	C/E
Vanadio	10	5	-	SC	C/E
<b>Otros</b>					
Ácidos Resínicos	-	-	-	SC	C/E
Acroleína	0	10	0	NP	C/E
Bifenilos Policlorados	10	10	10	P	E
Clorofenol	0	5	4	NP	C
Hexano	0	2	4	NP	C/E
Hexaclorobenceno	10	10	7	P	C/E

Continuación **Tabla 63**.

Contaminantes	Persistencia	Toxicidad	Bioacumulación	Prioridad	Norma
<b>Otros</b>					
Hexaclorobutadieno	7	8	7	P	C/E
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	7	10	7	P	E
Nonilfenol	0	10	4	NP	C
Tributiltin	10	10	7	P	C

La tabla 64 muestra la asignación de puntajes para persistencia, toxicidad y bioacumulación de contaminantes para agua marina. Es importante mencionar que los datos de persistencia y bioacumulación no cambian, por lo tanto en la tabla 64 se conservan los puntajes asignados en la tabla 63.

En la asignación de puntaje para toxicidad aguda, se puede observar lo siguiente:

- En los plaguicidas, para 5 de ellos no se encontró información, estos son: DDD, Dicloran, Oxifluorfenol, Procymidone y Triadimefón. Del resto de los plaguicidas que se encontró información de toxicidad aguda, se puede observar que 12 de ellos están clasificados de mediana a extremadamente tóxicos ( $LC_{50} < 10$  ppm) con un puntaje de 5 – 10.
- De los 14 compuestos orgánicos volátiles, sólo el 1.2 Dicloroetano tiene una toxicidad aguda mediana, con un puntaje de 5.
- En los metales, se puede observar que no existe suficiente información para clasificarlos como tóxicos en especies de aguas marinas.
- En la clasificación de otros, se observa que de los 10 contaminantes que se encontró información de toxicidad aguda para especies de agua marina, todos cumplen con el criterio establecido, es decir están dentro de la categoría de mediana a extremadamente tóxicos con un puntaje de 5 – 10.

Además se puede observar que los contaminantes seleccionados como prioritarios para normas de emisión son: Bifenilos policlorados e Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Los contaminantes seleccionados como prioritarios para normas de calidad secundaria son: Clorpirifos, Endosulfan, Endrin, Heptacloro epóxido, Toxafeno y Tributiltin. Finalmente los contaminantes seleccionados como prioritarios para normas de emisión y calidad secundaria son: Hexaclorobenceno y Hexaclorobutadieno.

**Tabla 64:** Asignación de puntaje y prioridad para cada contaminante en agua marina.

Contaminantes	Persistencia	Toxicidad	Bioacumulación	Prioridad	Norma
<b>Plaguicidas</b>					
Azinfos Metil	4	10	4	NP	C
Carbaril	4	5	4	NP	C
Clorpirifos	7	8	7	P	C
DDD	10	-	10	SC	C
Diazinón	4	5	4	NP	C
Dicamba	4	0	0	NP	C
Dicloran	7	-	0	SC	C
Dicofol	4	8	7	NP	C
Endosulfán	7	10	7	P	C
Endrin	10	10	7	P	C
Folpet	7	2	4	NP	C
Heptacloro epóxido	10	10	7	P	C
Iprodione	0	5	4	NP	C
MCPA	4	5	4	NP	C
Metolacoloro	10	5	4	NP	C
Metribuzin	10	2	0	NP	C
Oxifluorfenó	10	-	7	SC	C
Paraquat	4	0	7	NP	C
Procymidone	7	-	4	SC	C
Toxafeno	10	10	7	P	C
Triadimefón	10	-	4	SC	C

Continuación **Tabla 64.**

Contaminantes	Persistencia	Toxicidad	Bioacumulación	Prioridad	Norma
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>					
1,1,1 Tricloroetano	0	0	4	NP	C/E
1,2 Diclorobenceno	4	5	4	NP	C
1,2 Dicloroetano	4	2	0	NP	C/E
1,2 Dicloropropano	0	-	4	SC	C
Benceno	4	2	4	NP	C/E
Bromoformo	0	2	4	NP	C/E
Clorobenceno	0	2	4	NP	C
Cloroformo	0	0	0	NP	C/E
Cloruro de Metilo	10	-	0	SC	C/E
Diclorometano	0	0	0	NP	C/E
Etilbenceno	0	0	4	NP	C/E
Tetracloroetileno	0	2	4	NP	C/E
Tetracloruro de Carbono	0	-	4	SC	C/E
Tricloroetileno	0	2	4	NP	C/E
<b>Metales</b>					
Bario	4	0	0	NP	C/E
Berilio	10	-	7	SC	C
Plata	7	2	-	SC	C/E
Vanadio	10	8	-	SC	C/E
<b>Otros</b>					
Ácidos Resínicos	-	-	-	SC	C/E
Acroleína	0	8	0	NP	C/E
Bifenilos Policlorados	10	5	10	P	E
Clorofenol	0	-	4	SC	C
Hexano	0	10	4	NP	C/E
Hexaclorobenceno	10	10	7	P	C/E
Hexaclorobutadieno	7	8	7	P	C/E

Continuación **Tabla 64.**

Contaminantes	Persistencia	Toxicidad	Bioacumulación	Prioridad	Norma
<b>Otros</b>					
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	7	5	7	P	E
Nonilfenol	0	8	4	NP	C
Tributiltin	10	10	7	P	C

## 8 DISCUSIÓN

### **Análisis de la información internacional y nacional.**

En una primera instancia, se recopiló información de normas de calidad de aguas para Canadá, Japón, Unión Europea (UE), la Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), en una segunda instancia se recopiló información de normas de emisión para Japón, Unión Europea, debido a que éstos cuentan con un mayor prestigio en materia de gestión de aguas a nivel internacional, además en el caso de Canadá y USEPA, se cuenta con un gran número de investigaciones y publicaciones, sobre los efectos de distintas sustancias químicas en la biota acuática, las cuales a su vez, son complementadas con actividades científicas de universidades y de otros institutos de investigación; públicos o privados.

Chile cuenta con normas ambientales que fijan estándares para calidad de las aguas, sin embargo éstas presentan un bajo número de parámetros normados en comparación con la normativa hídrica internacional. Ejemplo de esto es la Guía CONAMA para el estableciendo de normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas, la cual no tiene un gran número de parámetros normados, debido a que no se cuenta con grandes estudios que avalen la incorporación de nuevos parámetros.

Del total de 69 parámetros, normados para emisión, 36 ya se encuentran normados en Chile, lo que indica que a nivel nacional, se cuenta con un buen instrumento de gestión ambiental para la prevención de la contaminación de las aguas marinas y continentales.

De la revisión de información para normas de emisión en CONAMA central, sólo se tuvo acceso al expediente de formación del Decreto Supremo 90, de esta revisión se tomó en cuenta, la propuesta del Servicio Agrícola y Ganadero, sin embargo, la mayoría de los parámetros propuestos, no son posibles de incorporar a normas de emisión, debido a que un gran número de estos parámetros son plaguicidas, provenientes de las actividades agrícolas, las cuales se clasifican como fuente de contaminación difusa, lo que implica que no se pueden localizar en un sólo sitio de descarga. Por tal motivo, estos fueron clasificados como parámetros de calidad.

### **Clasificación de contaminantes según actividades industriales a nivel nacional.**

Para la clasificación de los contaminantes según actividad industrial en Chile, no se tomaron en cuenta ni la demanda bioquímica de oxígeno ni la conductividad, debido a que estos son indicadores de la contaminación en el medio acuático y no contaminantes propiamente tal, además tampoco fue considerado el nitrato debido a que éste se forma de manera natural en el ciclo del nitrógeno y no por procesos manufacturados.

La excepción a lo anterior son los metales los cuales no son sustancias químicas manufacturadas, sin embargo, se consideraron debido a que éstos pueden depositarse en los sedimentos e incorporarse en plantas y animales, causando cambios en la cadena trófica [Montaño, 1993].

Los trihalometanos totales, tampoco fueron considerados ya que están descritos dos de sus cuatro subproductos; el cloroformo y el bromoformo, debido a que al momento de buscar la información es más factible realizarlo por separado, y facilita el análisis posterior de ambos.

Existen contaminantes que a pesar de saber su procedencia y aplicación a nivel industrial, no fueron incorporados como posibles contaminantes de la industria chilena, debido a que no se conoce con certeza si son utilizados como materia prima para la elaboración de otros productos o si forman parte de residuos generados en procesos productivos.

### **Análisis de propiedades físico-químicas y perfil ecotoxicológico de los contaminantes**

De las propiedades físico-químicas seleccionadas, en este trabajo de titulación se desprende lo siguiente:

➤ Para los plaguicidas la solubilidad es una propiedad que influye notablemente en el comportamiento de éstos en el medio ambiente. Claro ejemplo de esto, son el Dicamba, MCPA, Metribuzin y Paraquat que al tener altas solubilidades en agua, tienden a adsorberse en el suelo, es decir no serán transportados desde el suelo contaminado hasta los cuerpos de agua superficial y/o profunda, lo que implica que no son potenciales contaminantes del medio acuático [Loomis, 1982]. Además la solubilidad en plaguicidas,

influye en la acumulación de éstos en organismos acuáticos, por ejemplo, el DDD, Dicofol, Endosulfán, Endrín, Heptacloro epóxido, Oxifluorfenol y Toxafeno, tienen en común una baja solubilidad en agua, por lo que se puede deducir que tienden a bioacumularse en organismos acuáticos.

La presión de vapor en todos los plaguicidas seleccionados son altas, lo que indica que no tienen una elevada volatilidad, es decir no se dispersarán hacia la atmósfera, por lo que es muy probable que queden confinados en los suelos o en los cuerpos de agua una vez aplicados para el exterminio de las plagas.

Los coeficientes de partición octanol/agua, para los plaguicidas Clorpirifos, DDD, Endrín, Heptacloro epóxido y Toxafeno, son altos en comparación a los otros plaguicidas, por lo tanto, se bioacumularán en mayor medida, en los tejidos de los organismos acuáticos.

➤ En el caso de los compuestos orgánicos volátiles como el Hexaclorobenceno y Hexaclorobutadieno, ambos presentan una baja presión de vapor  $< 1$  [mmHg] a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , lo que indica que no deberían de estar clasificados como COVs, ya que éstos compuestos se caracterizan por tener presiones de vapor que van desde  $1$  [mmHg] a  $760$  [mmHg], motivo por el cual serán clasificados en la categoría de otros al momento de hacer su análisis para el grado de urgencia de inclusión en las normas de calidad y emisión de aguas.

La hidrólisis de los compuestos orgánicos volátiles es rápida, debido a que son sustancias que tienen una alta presión de vapor a excepción del Cloruro de metilo (1 año), que presentan una baja presión de vapor en comparación con los otros compuestos orgánicos seleccionados, por lo que es muy probable que quede confinado más tiempo en el medio acuático [Loomis, 1982].

La mayoría de los compuestos orgánicos volátiles tienen un bajo coeficiente de partición octanol/agua, esto debido a que tienen una elevada solubilidad, por lo tanto, si fuesen descargados a cuerpos de agua, permanecerían en el lugar sin bioacumularse en los tejidos de los organismos acuáticos.

➤ En el caso de los metales seleccionados todos son insolubles en agua, ésto se debe a que a temperatura ambiente son sólidos, y para los compuestos de Bario y Plata que sí tienen solubilidad, ésta es baja, lo que implica que son potencialmente bioacumulables en organismos acuáticos.

Las presiones de vapor están tomadas a altas temperaturas, debido a que no son volátiles en el medio ambiente a temperatura ambiente [Loomis, 1982].

No se pueden comparar los coeficientes de partición octanol/agua en los metales, ya que sólo el Berilio cuenta con esta información, teniendo éste un log Kow alto, lo que implica que es bioacumulable en organismos acuáticos.

➤ Los Hidrocarburos aromáticos policíclicos poseen distintos compuestos, uno de éstos es el Naftaleno que presenta la solubilidad más alta en agua, esto debido a su bajo peso molecular (128,16 gr/mol) [Government of Canada, 1994] y a su vez es el que tiene la presión de vapor más elevada, por lo tanto se volatiliza más rápido en el medio ambiente. Por el contrario el Benzo(a)pireno es el que tiene la menor solubilidad en agua de los HAPs debido a que tiene el peso molecular más alto (252,32 gr/mol) [Government of Canada, 1994], además esto se ve reflejado en que posee la menor presión de vapor lo que indica que es el que permanece más tiempo en el medio ambiente.

Los coeficientes de partición octanol/agua (Kow) están en un rango de 3,5 – 6, indicando un potencial relativamente alto para la bioconcentración en los organismos acuáticos, esto debido a que al disminuir la solubilidad en el agua aumenta su bioconcentración, es decir al ser menos solubles son más persistentes y por ende tienen un mayor potencial de bioacumulación.

Del perfil ecotoxicológico de los contaminantes seleccionados en este trabajo de titulación, se puede inferir lo siguiente:

- La selección de las especies para la obtención del perfil ecotoxicológico de los contaminantes seleccionados, fueron las correctas, ya que la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y la pulga de agua (*Daphnia magna*), ambas especies de agua dulce y el Microcrustáceo de salinas (*Artemia salina*) especie de agua marina, cuentan con un mayor número de estudios ecotoxicológicos disponibles, presentan una alta sensibilidad al estar expuestos a condiciones adversas, y además son representativos de la realidad chilena al estar presentes en recursos hídricos nacionales. Por el contrario el pez Bolín (*Cyprinodon variegatus*), especie de agua marina, no está presente en las costas de nuestro país, ya que habita en aguas tropicales, sin embargo, era el único pez marino que contaba con más estudios ecotoxicológicos disponibles.
- En el caso, de los plaguicidas es difícil hacer una comparación entre las especies seleccionadas de agua dulce y marina, debido a que existen pocos estudios de toxicidad para el pez Bolín y sobre todo para el Microcrustáceo de salinas.

Además, la mayoría de los plaguicidas según los datos recopilados, provocan efectos subletales en peces e invertebrados, ésto debido a que son sustancias que no se encuentran de manera natural en el medio acuático, provocando un cambio en las condiciones habituales del entorno de los organismos.

El DDD es el plaguicida con hidrólisis más lenta, es decir, demorará años en ser degradado por acción del agua, esto se debe a que es el producto final de la metabolización del DDT (plaguicida organoclorado).

- Los compuestos orgánicos volátiles seleccionados no son altamente tóxicos en especies de agua dulce y marina, ésto se puede deber a que no tienen una vida  $\frac{1}{2}$  prolongada en el medio acuático, lo cual implica que no alcanzarán a provocar efectos adversos a corto plazo, es por lo anterior que éstos no serán buenos candidatos para incluirse en las normas de calidad y emisión hídricas.

- Los compuestos metálicos no experimentan biodegradación, sino tan sólo cambios en su estado de oxidación, lo que significa que la toxicidad del metal puede aumentar o disminuir según las propiedades que presente cada compuesto [Escobar, 2002] derivado del Bario, Plata y Vanadio.
- En cuanto a la toxicidad aguda de los Hidrocarburos aromáticos policíclicos, se puede deducir que a mayor peso molecular mayor toxicidad tendrá el compuesto, este es el caso del Benzo(a) pireno que resultó ser el más tóxico y que posee el mayor peso molecular de los HAPs.
- La falta de información disponible para una adecuada selección de contaminantes dañinos para el medio acuático, fue una dificultad al momento de analizar las características físico-químicas y ecotoxicológicas de algunos contaminantes, obligando así a que éstos no fueran considerados al momento de establecer su prioridad de inclusión a la normativa de calidad secundaria y emisión para aguas continentales y marinas a nivel nacional.
- Es una necesidad iniciar e incrementar los estudios de ecotoxicología para entender los efectos que los contaminantes pueden causar a los peces, comprendiendo así los procesos de adsorción de estos compuestos tóxicos, su transformación dentro de ellos mismos y su eliminación, pero sobre todo es urgente desarrollar nuevas técnicas sensibles que ayuden a detectar y prevenir estos efectos.

#### **Selección de contaminantes prioritarios.**

- De los 7 plaguicidas seleccionados como prioritarios, 5 corresponden a organoclorados, siendo estos: DDD, Endosulfán, Endrín, Heptacloro epóxido y Toxafeno, los cuales se caracterizan por tener alta persistencia, toxicidad y bioacumulación, lo anterior justifica la importancia de su consideración para futuras revisiones de las normas de calidad secundarias para aguas continentales.

En el caso de las normas de calidad secundarias para aguas marinas, se propone incorporar como prioritarios a los mismos plaguicidas organoclorados recién mencionados, a excepción del DDD, debido a que éste se encuentra sin clasificación por la falta de estudios de toxicidad aguda.

El único organofosforado seleccionado como prioritario para incluir en normas de calidad secundaria, tanto para aguas continentales como marinas es el Clorpirifos, esto se debe a que tiene una alta toxicidad, es persistente en el medio acuático y tiene una bioacumulación media alta.

El único herbicida que se propone sólo para normas de calidad secundarias para aguas continentales es el Oxifluorfen, ya que para aguas marinas no existen datos de toxicidad aguda para el pez Bolín y el Microcrustáceo de salinas.

Es importante señalar que 2 de los plaguicidas propuestos como prioritarios, tienen prohibidas sus ventas, distribuciones y usos por las Resoluciones del Servicio Agrícola y Ganadero N° 2142 de 1987 y la N° 2179 de 1998, para Endrín y Toxafeno respectivamente. Además la Resolución N° 90 del 2002 prohíbe la venta, distribución y aplicación de plaguicidas que contengan Hexaclorobenceno. A pesar de que estas sustancias químicas están prohibidas en Chile, se sabe que de una u otra forma son comercializados de manera clandestina, de modo que es preferible fijar estándares de calidad para tener un control de su utilización y por consiguiente proteger la vida acuática.

- De los compuestos orgánicos volátiles seleccionados, ninguno es considerado prioritario para incluirse en las futuras revisiones de las normas de calidad secundaria y emisión para aguas continentales y marinas, esto se debe a que no cumplen con el criterio establecido.
- Los metales seleccionados, no fueron considerados como prioritarios, debido a que no pudieron ser clasificados por la falta de información de propiedades físico-químicas o perfiles ecotoxicológicos.
- De los 5 contaminantes prioritarios clasificados como otros, 2 son propuestos para ser incorporados en futuras revisiones de las normas de emisión para aguas marinas y

continentales, éstos son: Hidrocarburos aromáticos policíclicos y Bifenilos policlorados, debido a que ambos están dentro de la categoría de persistente a altamente persistente, bioacumulación en organismos acuáticos de media alta a alta, toxicidad aguda extrema en especies de agua dulce y toxicidad aguda media para especies de aguas marinas.

Además fueron seleccionados 2 contaminantes prioritarios para ser propuestos en normas emisión y calidad a la vez, estos son: Hexaclorobenceno y Hexaclorobutadieno. El Hexaclorobenceno es altamente persistente, tiene una extrema toxicidad en especies de agua dulce y marinas, y una bioacumulación media alta. El Hexaclorobutadieno es persistente, alta toxicidad en especies de agua dulce y marinas, y bioacumulación media alta, lo que implica que estos contaminantes son buenos candidatos para ser incorporados en futuras revisiones de las normas ambientales hídricas.

Por último, el Tributiltín es considerado como prioritario para incluirse en normas de calidad secundaria para aguas continentales y marinas, éste al ser un compuesto organometálico se caracteriza por ser extremadamente tóxico, debido a que es una molécula constituida por átomos metálicos unidas a cadenas de moléculas orgánicas [INE,2005]. Además se caracteriza por tener una alta persistencia en el medio acuático y bioacumulación media alta en especies acuáticas.

## 9 CONCLUSIONES

- Los países u organizaciones internacionales seleccionados para la recopilación de normas internacionales, tales como: Canadá, Japón, Unión Europea y la Agencia de protección Ambiental, fueron los indicados, debido a que poseen un respaldo técnico basado en publicaciones científicas sobre los efectos en los seres vivos a la exposición de distintos contaminantes.
- La falta de acceso a la información sobre la caracterización de los residuos líquidos de los establecimientos industriales, fue una limitante al momento de clasificar los contaminantes seleccionados según actividad productiva en Chile.
- Los criterios considerados al momento de clasificar los contaminantes de acuerdo a su persistencia, toxicidad y bioacumulación; en conjunto fueron buenos indicadores para analizar el comportamiento de los contaminantes en la biota acuática, siendo una eficaz herramienta para organizar y evaluar la información necesaria para la toma de decisiones.
- Se recomienda para futuras revisiones de la norma de la calidad secundaria para aguas continentales, la incorporación de los siguientes contaminantes: Clorpirifos, DDD, Endosulfán, Endrín, Heptacloro epóxido, Oxifluorfenol, Toxafeno, Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno y Tributiltín.
- Se recomienda para futuras revisiones de la norma de la calidad secundaria para aguas marinas, la incorporación de los siguientes contaminantes: Clorpirifos, Endosulfán, Endrín, Heptacloro epóxido, Toxafeno, Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno y Tributiltín.
- Se recomienda para futuras revisiones de la norma de emisión para aguas continentales y marinas, la incorporación de los siguientes contaminantes: Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno, Bifenilos Policlorados e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos.

- A nivel de normas hídricas Chile ha tenido avances en estos últimos años, sin embargo se recomienda que en futuras revisiones de las normas de calidad secundarias y de emisión para aguas continentales y marinas, se tomen en consideración los antecedentes generados en este trabajo de titulación.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Alayo, M & Iannacone, J. 2002. Ensayos Ectoxicológicos con petróleo crudo, Diesel 2 y Diesel 6 con dos subespecies de *Brachionus plicatilis*. Gayana (Concepción). Vol. (66):45 – 58.
- Albert, L. 1998. Curso básico de toxicología ambiental. Ciudad de México, México. Limusa Noriega. Pág. 11 - 13.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2006. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **1,1,1 Trichloroethane**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs70.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs70.html)) (3 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1989. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **1,1,2 Trichloroethane**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs148.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs148.html)) (3 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2006. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **1,2; 1,3; 1,4 Dichlorobenzene**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts10.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts10.html)) (5 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2001. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **1,2 Dichloroethane**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs38.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs38.html)) (5 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1989. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **1,2 Dichloropropane**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs134.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs134.html)) (5 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2006. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **1,3 Dichloropropene**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts40.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts40.html)) (8 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Acrolein**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs124.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs124.html)) (8 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2002. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Aldrin**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts1.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts1.html)) (5 de Mayo 2007).

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1992. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Antimony** ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs23.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs23.html)) (5 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2006. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Azinphos Methyl** ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs188.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs188.html)) (8 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Barium**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs24.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs24.html)) (10 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Benzene**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs3.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs3.html)) (18 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2002. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Beryllium**. (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp4.html#bookmark08>) (11 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2001. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Biphenyls Polichlorinated**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts17.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts17.html)) (15 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2005. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Bromoform**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs130.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs130.html)) (14 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2005. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Carbon Tetrachloride**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs30.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs30.html)) (20 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1990. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Chlorobenzene**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs131.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs131.html)) (3 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1999. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Chlorophenols**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts107.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts107.html)) (22 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1997. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Chlorpyrifos**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts84.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts84.html)) (6 de Mayo 2007).

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2000. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Chromium**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs7.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs7.html)) (18 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2004. Toxicological Profile for Medical Management Guidelines for **Cobalt**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs33.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs33.html)) (22 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR) 2002. Toxicological Profile for **DDT, DDE e DDD**. Registry. (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp35.pdf>) (15 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 2006. Toxicological Profile for **Diazinón**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs86.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs86.html)) (22 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 2000. Toxicological Profile for **Dichloromethane**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs14.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs14.html)) (17 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 2002. Toxicological Profile for **Di (2ethylhexil) phthalate**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts9.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts9.html)) (14 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 2001. Toxicological Profile for **Di-n-butyl phthalate**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts135.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts135.html)) (27 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 2000. Toxicological Profile for **Endosulfan**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs41.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs41.html)) (28 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1996. Toxicological Profile for **Endrin**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs89.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs89.html)) (28 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for **Ethylbenzene**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs110.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs110.html)) (5 de Abril 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 2003. Toxicological Profile for **Fluorine**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts11.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts11.html)) (5 de Abril 2007).

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for **Heptachlor and Heptachlor Epoxide**. (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp12.html#bookmark08>) (11 de Abril 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 2002. Toxicological Profile for **Hexachlorobenzene**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs90.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs90.html)) (11 de Abril 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1994. Toxicological Profile for **Hexachlorobutadiene**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs42.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs42.html)) (5 de Abril 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1999. Toxicological Profile for **Methyl Chloride**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts106.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts106.html)) (8 de Abril 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1996. Toxicological Profile for **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts69.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts69.html)) (11 de Abril 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1999. Toxicological Profile for **Silver**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts146.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts146.html)) (12 de Abril 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1997. Toxicological Profile for **Tetrachloroethylene**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs18.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs18.html)) (22 de Aril 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1995. Toxicological Profile for **Thalium**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts54.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts54.html)) (28 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1997. Toxicological Profile for **Toxafeno**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts94.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts94.html)) (15 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1997. Toxicological Profile for **Trichloroethylene**. ([http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts19.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts19.html)) (29 de Mayo 2007).
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1992. Toxicological Profile for **Vanadium and Compounds**. (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp58.html>) (17 de Mayo 2007).

- ANASAC. 2007. **Dicloran**. ([http://www.anasac.cl/FrameArea.asp?t=portal&cod\\_nodo=1&strOpc=dicloran&cod=50](http://www.anasac.cl/FrameArea.asp?t=portal&cod_nodo=1&strOpc=dicloran&cod=50)) (10 de Abril 2007).
- ANASAC. 2007. **Iprodione**. ([http://www.anasac.cl/App/Catalogo/Frontend/producto.asp?cod\\_doc=714&volver=2](http://www.anasac.cl/App/Catalogo/Frontend/producto.asp?cod_doc=714&volver=2)) (14 de Abril 2007).
- ANASAC. 2007. **MCPA**. ([http://www.anasac.cl/FrameArea.asp?t=portal&cod\\_nodo=1&strOpc=MCPA&cod=50](http://www.anasac.cl/FrameArea.asp?t=portal&cod_nodo=1&strOpc=MCPA&cod=50)) (15 de Abril 2007).
- ANASAC. 2007. **Oxifluorfen**. ([http://www.anasac.cl/App/Catalogo/Frontend/producto.asp?cod\\_doc=72&volver=2](http://www.anasac.cl/App/Catalogo/Frontend/producto.asp?cod_doc=72&volver=2)) (17 de Abril 2007).
- ANASAC. 2007. **Paraquat**. ([http://www.anasac.cl/FrameArea.asp?t=portal&cod\\_nodo=1&strOpc=paraquat&cod=50](http://www.anasac.cl/FrameArea.asp?t=portal&cod_nodo=1&strOpc=paraquat&cod=50)) (15 de Abril 2007).
- ANASAC. 2007. **Simazine**. ([http://www.anasac.cl/App/Catalogo/Frontend/producto.asp?cod\\_doc=675&volver=2](http://www.anasac.cl/App/Catalogo/Frontend/producto.asp?cod_doc=675&volver=2)) (15 de Abril 2007).
- Ansell. 2002. Health and Safety Information. **1,2 Dichloroethane**. (<http://www.ansellasiapacific.com>) (5 de Mayo 2007).
- Auge, M. 2006. Aguas subterráneas deterioro de calidad y reserva. Argentina. Universidad de Buenos aires. Pág.18.
- Bedmar, F. 2002. Persistencia y transporte de los herbicidas Atrazina, Metolacoloro y Metsulfuron en dos suelos de la provincia de Buenos Aires. (<http://www.inta.gov.ar/balcarce/ResumenesPG/pgpv2003/bedmar.htm>) (11 de Junio 2007).
- Bravo, S. Dölz, H. Silva, M. Lagos, C. Millanao, A y Urbina, M. 2005. Diagnostico del uso de Fármacos y otros Productos Químicos en la Acuicultura. Chile. Universidad Austral. Pág. 229.
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. 1999. Chemical evaluation search and retrieval system. **Hexachlorobutadiene**. (<http://www.ccohs.ca/products/databases/samples/cesars.html>) (15 de Junio 2007).
- Canadian. Council of Resource and Environment Ministers.1996. Canadian Water Quality Guidelines. Cap (III) Pág. 7, 25-27, 30-32, 37-39. Cap (IV) Pág. 15, 17. Cap (VI) Pág. 130,131,147, 156, 157,165-167, 171, 172, 199.

- Canadian. 2007. Environmental Quality Guidelines. (<http://www.ec.gc.ca/CEQG-RCQE/English/Ceeg/Water/default.cfm>) (18 de Octubre 2007).
- Canadian. Ministry of Environment. 2006. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.
- Canadian. Ministry of Environment. 2005. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Water Uses.
- Chile. Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 1994. Ley General de Bases del Medio Ambiente (LGBMA). Diario oficial 9 de Marzo 1994.
- Chile. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (MINSEGPRES) 1995. Decreto Supremo N° 93 “Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión”. Diario Oficial 26 de Octubre 1995.
- Chile. Ministerio de Obras Públicas. 1998. Decreto Supremo N° 609 “Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado”. Diario Oficial 20 de Julio 1998.
- Chile. Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. 2000. Decreto Supremo N° 90 “Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales. Diario Oficial 7 de Marzo 2001.
- Chile. Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. 2002. Decreto Supremo N° 46 “Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas”. Diario Oficial 8 de Marzo 2002.
- Chile. Instituto Nacional de Normalización. 1978. Norma Chilena NCh 1333. Requisitos de calidad de agua para diferentes usos. Diario Oficial 22 de Mayo 1978.
- Choudhury, H & Cary, R. 2001. Concise International Chemical Assessment documents 33 **Barium and Barium compounds**. Pág. 5,22.
- Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 2001. Programa de armonización y sistematización de la normativa ambiental chilena. 1ª Edición. Santiago, Chile. Pág. 30-35.
- Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) & Dirección General de Aguas (DGA). 2003. Agua y Medio Ambiente. Chile. Pág. 4 – 6.

- Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 2004. Las normas ambientales en Chile. Pág. 6-14.
- Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 2004. Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. Chile. Pág. 1 - 18.
- Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 2004. Análisis de la legislación vigente sobre contaminates orgánicos persistentes. Chile. Pág. 16.
- Congress of the United States. 1987. Office of technology assessment wastes in marine environments. Washington.
- Costigan, M & Cary, R. 2001. Concise International Chemical Assesment document 29 **Vanadium Pentoxide** and other inorganic **Vanadium compounds**. Pág. 73, 75, 76.
- Daughtry, N. 2004. Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead. **Oxyfluorfen**. United States. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. Pág. 13 – 19.
- Echavarri, B. 2007. Estudio de los efectos sobre el medio litoral derivados de la implantación de saneamientos integrales en la costa Cantábrica. Doctorado en Ciencias. España. Universidad de Cantabria. Pág. 3, 4, 6.
- Environmental Chemistry & Hazardous Materials News. 2007. **Barium**. (<http://environmentalchemistry.com/yogi/periodic/Ba.html>) (20 de Junio 2007).
- Environmental Chemistry & Hazardous Materials News. 2007. **Silver**. (<http://environmentalchemistry.com/yogi/periodic/Ag.html>) (20 de Junio 2007).
- Environmental Health & Safety. 2004. **Chloroform**. (<http://www.jtbaker.com/msds/englishhtml/C2915.htm>) (15 de Junio 2007).
- Environmental Health & Safety. 2007. **Hexane**. (<http://www.jtbaker.com/msds/englishhtml/h2381.htm>) (15 de Junio 2007).
- Environmental Information System (ENVIS). 2007. **Beryllium**. (<http://www.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol314a.htm>) (10 de Junio 2007).
- Environmental Information System (ENVIS). 2007. **Bromopropilato**. (<http://www.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol314c.htm>) (10 de Junio 2007).

- Environmental Information System (ENVIS). 2007. **Carbaryl**. (<http://www.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol314f.htm#Carbaryl>). (11 de Junio 2007).
- Environmental Information System (ENVIS). 2007. **Chlorobenzilate**. (<http://www.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol314f.htm#Chlorobenzilate>). (11 de Junio 2007).
- Environmental Information System (ENVIS). 2007. **Chloroform**. (<http://www.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol315.htm#Chloroform>) (10 de Junio 2007).
- Environmental Information System (ENVIS). 2007. **Nitrate**. (<http://www.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol337.htm#Nitrate>) (11 de Junio 2007).
- Environmental Information System (ENVIS). 2007. **Tiobencarb**. (<http://www.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol339.htm#Tiobencarb>) (11 de Junio 2007).
- Environmental Information System (ENVIS). 2007. **Triallate**. (<http://www.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol340.htm#Triallate>) (11 de Junio 2007).
- Environmental Information System (ENVIS). 2007. **Trihalomethane**. (<http://www.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol341.htm#Trihalomethane>) (11 de Junio 2007).
- Erickson, W. 2003. **Azinphos methyl**. Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead. United States. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. Pág. 3,8,18 – 22.
- Erickson, W. 2003. **Carbaryl**. Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead. United States. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. Pág. 3, 9, 22 – 24.
- Erickson, W. 2002. **Metolachlor**. Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead. United States. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. Pág. 14 – 17.
- Escobar, J. 2002. Recursos naturales e infraestructura: “La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar”. Naciones Unidas. Ed Cepal, división de recursos naturales e infraestructura. Santiago de Chile. Pág. 9 – 21.

- Estrela. T, Marcuello. C y Dimas. M. 2000. Las aguas continentales en los países mediterráneos de la Unión Europea. España. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. Pág. 77 – 78, 191 -192.
- Euro Chlor. 1999. Euro Chlor Risk Assessment for the Marine Environment  
**Carbon** **Tetrachloride.**  
(<http://www.eurochlor.org/upload/documents/document78.pdf>) (10 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1996.  
**Dicamba.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/dicamba.htm>) (14 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1996.  
**Dicofol.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/dicofol.htm>) (14 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1996.  
**Endosulphan.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/endosulf.htm>) (13 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1995.  
**Folpet.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/folpet.htm>) (13 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1996.  
**Heptacloro epóxido.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/heptachl.htm>) (15 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1996.  
**Hexachlorobenzene.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/dicofol.htm>)(14 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET).1996  
**Iprodione.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/iprodion.htm>) (15 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1996.  
**MCPA.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/MCPA.htm>) (15 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1996.  
**Metolachloro.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/metolach.htm>) (11 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1996  
**Metribuzín.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/metribuz.htm>) (14 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1996.  
**Triadimefon.** (<http://extoxnet.orst.edu/pips/triadimefon.htm>) (14 de Junio 2007).
- Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles (EXTOXNET). 1993.  
**Tributyltin.**(<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/pyrethrins-ziram/tributyltin-ext.html>) (14 de Junio 2007).

- Fávero, G & Katz, R. 1998. El uso de las normas de calidad y emisión en la gestión de los recursos hídricos. Centro de estudios públicos. Vol (69): 85 -164.
- García, P. 2005. Los plaguicidas organoclorados y sus implicaciones en el medio ambiente acuático. 1ª Edición. Universidad de Extremadura. Pág. 85
- GESAMP. 1990. State of the marine environment. Londres, Inglaterra, Reino Unido. Blac Kwell.
- Glynn, J & Heinke, G. 1999. Ingeniería ambiental. 2ª Edición. Ciudad de México, México. Prentice Hall. Pág. 392 – 393.
- Gold, G & Zapata, O. 2004. Contaminación, Ecotoxicología y Manejo Costero. México. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida, Cap 18, Pág. 278 - 279.
- González, C. 1998. Contaminación del agua: Estudio sobre el marco jurídico general de protección. Tesis para optar al título de Abogado. Valparaíso. Universidad de Valparaíso. Pág. 11-13.
- Government Australian. 2005. Resources. Environmental effects **Benzene**. (<http://www.npi.gov.au/database/substance-info/profiles/12.html>) (15 de Junio 2007).
- Government of Canada. 1994. Priority substances list assessment report **1,2 Dichloroethane**. Canada. Pág. 10.
- Government of Canada. 1993. Priority substances list assessment report **Dichloromethane**. Canada. Pág. 12.
- Government of Canada. 1994. Priority substances list assessment report **Polycyclic Aromatic Hydrocarbons**. Canada. Pág. 7, 27.
- Government of Canada. 1993. Priority substances list assessment report **Trichloroethylene**. Canada. Pág. 9.
- Holloway, M. 2001. Contaminación de las aguas continentales superficiales por residuos industriales líquidos. Tesis para optar al título de Abogado. Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Pág. 12- 15.
- Instituto Nacional de Ecología (INE).1998. Características físico-químicas de los plaguicidas y su transporte en el ambiente. (<http://www.ine.gob.mx/dgicurg/plaguicidas/download/pytransporte.pdf>) (8 de Junio 2007).

- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2005. Cap 6: Organometales. (<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/447/cap6.html>) (8 de Junio 2007).
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2001. Medio Ambiente Enfoques estadísticos Boletín Informativo. ([www.ine.cl](http://www.ine.cl)) (22 de Septiembre de 2006).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1990. **1,1,1 Trichloroethane**. (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc136.htm>) (5 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1998. **1,2 Dichloroethane**(<http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad01.htm>) (5 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1999. **1,2 Dichloropropane**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0441.htm>) (22 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1991. **Acrolein**. (<http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg067.htm>) (15 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1999. **Biphenyls** **Polichlorinated**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0939.htm>) (17 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria.1999. **Carbon Tetrachloride**. (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc208.htm>) (25 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria.2003. **Chlorobenzene**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0642.htm>) (25 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2000. **Chloroform**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0027.htm>) (25 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1999. **Chloromethane**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0419.htm>) (25 de Mayo 2007).

- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2002. **Chloromethane**. (<http://www.inchem.org/documents/sids/sids/CLMETHANE.pdf>) (23 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2002. **Chlorophenols**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0631>) (17 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2005. **Chlorpirifos**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0851.htm>) (19 de Junio 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1998. **Diazinón**. (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc198.htm>) (25 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1996. **Dichloran**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0871.htm>) (19 de Junio 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2000. **Dichloromethane**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0058.htm>). (11 de Junio 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2000. **Endosulphan**. (<http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim576.htm>) (25 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1995. **Etylbenzene**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0268.htm>) (26 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1994. **Folpet**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0156.htm>) (26 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1999. **Hexachlorobenzene**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0895.htm>) (27 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1994. **Hexachlorobutadiene**. (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc156.htm>) (11 de Mayo 2007).

- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2000. **Hexane**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0279.htm>) (11 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1994. **MCPA**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0054.htm>) (11 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2005. **Nonylphenol**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0309.htm>) (12 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2001. **Paraquat**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0005.htm>) (15 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1981. **Procymidone**. (<http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v81pr27.htm>) (10 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2002. **Silver**. (<http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad44.htm>) (11 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2000. **Tetrachloroethylene**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0076.htm>) (14 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 1994. **Tribromomethane**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0108.htm>) (19 de Mayo 2007).
- International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria. 2000. **Trichloroethylene**. (<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0081.htm>) (18 de Mayo 2007).
- Japón. Ministry of the Environment. 1997. Environmental Quality Standards for Water Pollutants.
- Japón. Ministry of the Environment. 1998. National Effluent Standard.
- Jongbloed, R. Visschedijk, A. Dokkum, H. Laane, R. 2000. Toxaphene an analysis of possible problems in the aquatic environment. Pág. 7.

- Kennish, M. 1997. Practical handbook estuarine and marine pollution. Estados Unidos. CRC Press. Pág. 83.
- Kennish, M. 1998. Pollution impacts on marine biotic communities. CRC Press. EE.UU. Pág. 41.
- Loomis, T. 1982. Fundamentos de la toxicología. Editorial Acribia. Pág. 12.
- López, D. 2001. El medio ambiente. 3ª Edición. Madrid, España. Pág. 181-195.
- Mencías, E & Mayero L. 2000. Manual de toxicología básica. Madrid, España. Díaz de Santos. Pág. 619 – 622.
- Meruane, T & Naranjo. B. 1994. Química Ambiental. Santiago, Chile. Salesiana. Pág. 105 – 111.
- Ministerio de Medio Ambiente España, 2007. Compuestos orgánicos halogenados (AOX). ([http://www.prtr-es.es/Compuestos-Organicos-Halogenados\\_AOX\\_15627\\_11\\_2007.html](http://www.prtr-es.es/Compuestos-Organicos-Halogenados_AOX_15627_11_2007.html)) (17 de Mayo 2007).
- Miranda, C. 1994. Contaminación Microbiológica en agua de mar. Contaminación Marina. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Págs. 34,77.
- Montañó, M. 1993. Estudio de la calidad del agua costera ecuatoriana. Programa de manejo de recursos costeros (PMRC). Escuela de ciencias del mar. Facultad de recursos naturales UCV. Apunte revisado.
- Moriarty, F. 1985. Ecotoxicología el estudio de contaminantes en ecosistemas. Barcelona, España. Editorial Academia León. Pág. 13
- Ober, A. 1986. Contenidos de pesticidas organoclorados y de metales pesados en el Jurel (*Trachurus murphyi*) de la Quinta Región. Escuela de ciencias del mar. Facultad de recursos naturales UCV. Apunte revisado.
- Ontario Ministry of the Environment (MOE). 2007. Scoring System. ([http://www.ccohs.ca/products/Supplements/CESARS/cee\\_moe.html](http://www.ccohs.ca/products/Supplements/CESARS/cee_moe.html)). (1 de Junio 2007) (2 de Junio 2007).
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 2000. Evaluación de la contaminación del suelo. (<http://www.fao.org/docrep/005/x2570s/x2570s00.htm>). (15 de mayo 2007).
- Owen, J. 2007. Contaminación de las Aguas. ([www.ambientum.com](http://www.ambientum.com)) (28 de junio 2007).

- Patterson, M. 2004. **Metribuzin**. Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead. United States. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. Pág. 9 – 13.
- Peña, F. 1998. Medio ambiente y salud. Santiago de Compostela, España. Compostela. Pág. 125, 132.
- Peña, C, Carter. D y Ayala. F. 2001. Toxicología ambiental Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Superfund Basic Research Program The University of Arizona. Estados Unidos. Pág. 40 - 41.
- Pérez, A. 1999. Contaminación Marina: orígenes, bases ecológicas, evaluación de impactos y medidas correctoras. Universidad de Murcia, España. Pág. 119 – 121.
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **1,1,1 Trichloroethane**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_id=PC34631](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_id=PC34631)) (3 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **1,2 Dichlorobenzene**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33451](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33451)) (10 de Julio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **1,2 Dichloropropane**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC35498](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35498)) (3 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Acrolein**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC35753](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35753)) (10 de Julio 2007) (3 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Azinphos methyl**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC35871](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35871)) (02 de Julio 2007).

- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Barium**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC41174](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC41174)) (3 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Benzene**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33791](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33791)) (02 de Julio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Bromoform**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=AQ405](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=AQ405)) (3 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Biphenyls Chlorinated**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC35822](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35822)) (3 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Carbaryl**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC32816](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32816)) (02 de Julio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Carbon Tetrachloride**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemic.jsp?Rec\\_Id=PC33661](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemic.jsp?Rec_Id=PC33661)) (5 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Chlorobenzene**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33643](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33643)) (5 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Chloroform**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33630](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33630)). (15 de Junio 2007).

- 
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Clorpirifos**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33392](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33392)) (2 de Julio 2007).
  - Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **DDD**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33454](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33454)) (20 de Junio 2007).
  - Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Diazinon**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC35079](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35079)) (4 de Julio 2007).
  - Pesticid Action Network (PAN). North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. 2007. **Dicamba**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC32871](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32871)) (25 de Junio 2007).
  - Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Dicloran**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33425](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33425)) (19 de Junio 2007).
  - Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Dicofol**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33427](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33427)) (14 de Junio 2007).
  - Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Endosulfán**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC35085](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35085)) (13 de Junio 2007).
  - Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Endrín**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33106](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33106)) (4 de Julio 2007).

- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Ethylbenzene**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemic.jsp?Rec\\_Id=PC35622](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemic.jsp?Rec_Id=PC35622)) (15 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Folpet**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33169](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33169)) (15 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Heptachlor epoxide**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC35852](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35852)) (4 de Julio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Hexachlorobenzene**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33102](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33102)) (3 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Hexane**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC34777](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34777)) (7 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Iprodione**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33033](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33033)) (25 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **MCPA**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC32901](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32901)) (15 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Metolachlor**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC34759](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34759)) (25 de Junio 2007).

- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Metribuzin**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC32796](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32796)) (25 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Nonylphenol**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC91000](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC91000)) (25 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Oxifluorfen**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33601](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33601)) (20 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Paraquat**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC33358](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33358)) (25 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Silver**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC37070](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC37070)) (3 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Tetrachloroethylene**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC35248](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35248)) (10 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Toxaphene**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC34603](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34603)) (20 de Junio 2007).
- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Triadimefon**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC34548](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34548)) (14 de Junio 2007).

- Pesticid Action Network (PAN). 2007. North America. Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information. **Trichloroethylene**. ([http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC34632](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34632)) (3 de Junio 2007).
- Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en Chile (RAP-Chile). 2007. Plaguicidas **Dicofol**. ([http://www.rap-chile.com/plaguicidas\\_inc.php?file=Dicofol](http://www.rap-chile.com/plaguicidas_inc.php?file=Dicofol)) (13 de Junio 2007).
- Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en Chile (RAP-Chile). 2007. Plaguicidas **Folpet**. ([http://www.rap-chile.com/plaguicidas\\_inc.php?file=Folpet](http://www.rap-chile.com/plaguicidas_inc.php?file=Folpet)) (13 de Junio 2007).
- Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en Chile (RAP-Chile). 2007. Plaguicidas **Tetradifon**. ([http://www.rap-chile.com/plaguicidas\\_inc.php?file=Tetradifon](http://www.rap-chile.com/plaguicidas_inc.php?file=Tetradifon)) (13 de Junio 2007).
- Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en Chile (RAP-Chile). 2007. Plaguicidas **Thiuram**. ([http://www.rap-chile.com/plaguicidas\\_inc.php?file=Thiuram](http://www.rap-chile.com/plaguicidas_inc.php?file=Thiuram)) (15 de Junio 2007).
- Scheneiter, O. 2007. Control químico de malezas en pasturas mixtas del norte de la provincia de Buenos Aires **Bromoxinil**. ([http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_combate\\_de\\_plagas\\_y\\_malezas/87-control\\_quimico.htm](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/87-control_quimico.htm)). (10 de Junio 2007).
- Seoáñez, M. 1998. Ecología industrial: ingeniería medioambiental aplicada a la industria y a la empresa: manual para responsabilidades medioambientales. 2ª Edición. Madrid, España. Mundi – Prensa. Pág. 106 - 115.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2003. Declaración de Ventas de Plaguicidas de Uso Agrícola. Subdepartamento de Plaguicidas y Fertilizantes. División de Protección Agrícola. Santiago, Chile.
- Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). 2007. Documentación. (<http://www.sinia.cl/1292/propertyname-1832.html>). (5 de Mayo 2007).
- Strahler, A. 2000. Geografía física. 3ª Edición. Barcelona, España. Omega. Pág. 204.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). 1999. Diagnóstico de los Residuos Industriales. (<http://www.siss.cl/default.asp?cuerpo=479>) (27 de Noviembre 2006).

- Turner, L. 2003. **Chlorpyrifos**. Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead. United States. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. Pág. 4 – 5, 10 – 11.
- Turner, L. 2002. **Diazinon**. Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead. United States. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. Pág. 3, 9, 16 – 24.
- Turner, L. 2002. **Paraquat**. Analysis of Risks to Endangered and Threatened Salmon and Steelhead. United States. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. Pág. 7, 10.
- Turner, L & Erickson, W. 2003. **Acrolein** Analysis of Risk. United States. Pág. 18.
- Unión Europea. 1976. Directiva Marco del Consejo 76/464/CEE de 4 de Mayo 1976.
- Unión Europea. 2005. Decreto 57 de 30 de junio 2005.
- Unión Europea. 2000. Real Decreto 995, de 2 de junio 2000.
- Unión Europea. 2006. Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del consejo 2006/0129(COD) relativa a las normas de calidad en el ámbito de la política de aguas y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2004. Water quality aquatic life criteria for pollutants.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2000. **1,2,4 Trichlorobenzene**. (<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/tri-zene.html>) (16 de Junio 2007).
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1988. **Benzene**. (<http://www.epa.gov/otaq/regs/toxics/airtox1b.pdf>) (15 de Junio 2007).
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2006. **Benzene**. (<http://www.epa.gov/OGWDW/dwh/t-voc/benzene.html>) (15 de Junio 2007).
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2002. Initial assessment report **Ethylbenzene**. Group Washington, D.C. Pág. 5.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2000. **Hexane**. (<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/hexane.html>) (19 de Junio 2007).
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2001. **Methyl Mercury**. (<http://www.epa.gov/iris/subst/0073.htm>) (2 de Junio 2007).

- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2001. Ambient Water Quality Criteria for **1,2 Dichlorobenzene**. Group Washington, D.C. Pág. 4 – 6.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1980. Ambient Water Quality Criteria for **Berillium**. Group Washington, D.C. Pág. 13
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1980. Ambient Water Quality Criteria for **Carbon Tetrachloride**. Group Washington, D.C. Pág. 4- 5.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1980. Ambient Water Quality Criteria for **Chlorinated Benzenes**. Group Washington, D.C. Pág. 4 – 10.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1980. Ambient Water Quality Criteria for **Chloroform**. Group Washington, D.C. Pág. 2 – 6.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2006. Reregistration Eligibility Decision for **Dicamba** and Associated Salts. Pág. 5.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1980. Ambient Water Quality Criteria for **Endrin**. Group Washington, D.C. Pág. 4 – 5.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2003. Procedures for the Derivation of Equilibrium Partitioning Sediment Benchmarks (ESBs) for the Protection of Benthic Organisms: **Endrin**. Pág. 3 – 5.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2003. Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria **Tributyltin (TBT)-Final**. Pág. 6 - 7.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2005. Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria **Nonylphenol-Final**. Pág. 4 – 9.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1994. Establishes Permanent Tolerance for Pesticide **Procymidone** on Wine Grapes. (<http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/89745a330d4ef8b9852572a000651fe1/0aeacafbaca852088525644400789b0f!OpenDocument>) (2 de Junio 2007).
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2006. Reregistration Eligibility Decision for **Triadimefon** and Tolerance Reassessment for Triadimenol. Pág. 5.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2000. Pesticide Reregistration **Vinclozolin**. Pág. 1.

- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2007. Water Quality Standards Program. (<http://www.epa.state.oh.us/dsw/wqs/index.html>) (19 de Octubre 2007).
- Universidad de Chile. 2005. Criterios de calidad de aguas o Efluentes tratados para uso en riego. Chile. Pág. 8.
- University of Hertfordshire & Footprint. 2007 **Procymidone**. (<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/Reports/537.htm>) (2 de Julio 2007).
- Von Sperling, E. 1991. Recuperación de los lagos eutroficados. Santiago, Chile. Schwember. Pág. 12.
- Windom, M. 1992. Contamination of the Marine Environment from Land – based Sources. United States. Pergamon. Vol 25.

# 11 ANEXOS

# ANEXO A

Tabla 3: Norma Chilena Oficial 1.333.

Elemento	Unidad	Agua para consumo humano y animales	Riego	Vida Acuática	Uso Recreativo con contacto directo	Uso Recreativo sin contacto directo
Aceites y grasas flotantes	mg/L				5,00	5,00
Aceites y grasas emulsificadas	mg/L				10,00	10,00
Alcalinidad Total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L			>20		
Alfa total	pCi/L	1000				
Aldrin	µg/L	0.03				
Amoniaco	mg/L	0.25				
Aluminio (Al)	mg/L		5			
Arsénico (ABs)	mg/L	0.05	0,1			
Bario	mg/L		4			
Berilio (Be)	mg/L		0,1			
Beta total	pCi/L	50				
Boro (B)	mg/L		0,75			
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0,01			
Cianuro (CN)	mg/L	0.2	0,2			
Claridad	metros de prof.				>1,20	
Clordano	µg/L	0.3				
Cloro residual	mg/L	>0.2				
Cloruros	mg/L	250	200			
Cobalto (Co)	mg/L		0,05			
Cobre (Cu)	mg/L	1	0,2			
Coliformes fecales	NMP/100 mL	ausentes			1000,00	
Color verdadero	unidades de escala Pt-Co	20		>20	100,00	
Compuestos fenólicos	mg/L	0.002				
Cromo (Cr)	mg/L	0.05	0,1			
DBO <sub>5</sub> a 20°C	mg/L	3				
DDT	µg/L	1				
2,4-D	µg/L	100				
Detergente	mg/L	0.5				
Dieldrin	µg/L	0.03				
Endrin	µg/L	0.2				
Estroncio 90	pCi/L	10				
Fenoprop (2,4,5-TP)	µg/L	10				
Fierro	mg/L	0.3				
Fluor ( F )	mg/L	1.5				
Fluoruro (F)	mg/L		1			
Heptaclor (epóxido)	µg/L	0.1				

Elemento	Unidad	Agua para consumo humano y animales	Riego	Vida Acuática	Uso Recreativo con contacto directo	Uso Recreativo sin contacto directo
Hexaclorobenceno	µg/L	0.01				
Hierro (Fe)	mg/L		5			
Lindano	µg/L	0.3				
Litio (Li)	mg/L		2,5			
Litio(cítricos) (Li)	mg/L		0,075			
Magnesio	mg/L	125				
Manganeso (Mn)	mg/L	0.1	0,2			
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0,001			
Metoxiclor	µg/L	30				
Molibdeno (Mo)	mg/L		0,01			
Nitratos	mg/L	10				
Nitritos	mg/L	1				
Níquel (Ni)	mg/L		0,2			
Olor	.	Inodora				
Oxígeno	mg/L			>5		
Petróleo e Hidrocarburos				No haber olor o detección visual		
pH	.	6-8.5		6,0-9,0	6,5-8,3	
Plata (Ag)	mg/L		0,2			
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	5			
Radium 226	pCi/L	3				
Residuos sólidos filtrables	mg/L	1000				
Sabor	.	Insípido				
Selenio (Se)	mg/L	0.01	0,02			
Sodioporcentual (Na)	mg/L		35			
Sólidos Flotantes y espumas no naturales				Ausentes	Ausentes	Ausentes
Sólidos sedimentables				<V.N.	Ausentes	Ausentes
Sulfato (So <sub>4</sub> =)	mg/L	250	250			
Temperatura en agua corriente				V.N+3	30,00	
Toxafeno (canfeclor)	µg/L	5				
Triclorometano	mg/L	0.1				
Turbiedad Unidades Nefelométricas (formacina)		5		V.N+30	50,00	
Vanadio (V)	mg/L		0,1			
Zinc (Zn)	mg/L	5	2			

Elemento	Unidad	Agua para consumo humano y animales	Riego	Vida Acuática	Uso Recreativo con contacto directo	Uso Recreativo sin contacto directo
Desechos flotantes, aceites, espumas, o otros sólidos						ausente
Materias que sedimenten formando depósitos objetables						ausente
Materias que incluyendo radionucleidos en concentraciones o combinaciones que sean tóxicas o que produzcan olor, color sabor o turbiedad objetable						ausente
Sustancias y condiciones o combinaciones de éstas en concentraciones que produzcan vida acuática indeseable						ausente

Fuente: Instituto Nacional de Normalización, 1977.

**Tabla 4:** Parámetros de calidad primaria para aguas continentales superficiales.

GRUPO DE ELEMENTOS O COMPUESTOS		UNIDAD	EXPRESIÓN
<b>FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>			
1	Color	escala Pt-Co	100
2	pH	Unidad	6-8.5
3	Transparencia	m	1.2
<b>INORGANICOS</b>			
4	Cianuro	mg/L	0.2
<b>ORGANICOS</b>			
5	Aceites y grasas emulsificadas	mg/L	10
6	Bifenilos policlorados	µg/L	0.04
7	Indice de fenol	mg/L	0.05
8	Diclorometano	mg/L	0.02
9	Hidrocarburos	mg/L	0.05
10	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	µg/L	0.2
11	Tetracloruro de carbono	mg/L	0.002

	GRUPO DE ELEMENTOS O COMPUESTOS	UNIDAD	EXPRESIÓN
<b>ORGANICOS PLAGUICIDAS</b>			
12	Ácido 2.4 D	mg/L	0.1
13	Aldrín	µg/L	0.03
14	Atracina	mg/L	0.06
15	Carbofurano	µg/L	1.7
16	Clordano	µg/L	0.3
17	Clorotalonil	µg/L	0.2
18	Cianazina	µg/L	0.5
19	Dieldrín	µg/L	0.7
20	Heptaclor	µg/L	0.1
21	Lindano	µg/L	4
22	Simazina	mg/L	0.05
23	Trifluralina	µg/L	0.1
<b>METALES</b>			
24	Arsénico	mg/L	0.05
25	Cadmio	mg/L	0.01
26	Cromo hexavalente	µg/L	50
27	Mercurio	µg/L	1
28	Plomo	mg/L	0.05
<b>INDICADORES MICROBIOLÓGICOS</b>			
29	Coliformese fecales	NMP/100ml	1000

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS. 145.

**Tabla 5:** Parámetros para los usos prioritarios y protección de las comunidades acuáticas.

GRUPO DE ELEMENTOS O COMPUESTOS		UNIDAD	CLASE DE EXCEPCIÓN	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
<b>INDICADORES FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>						
1	Conductividad eléctrica	µS/cm	< 600	750	1500	2250
2	DBO <sub>5</sub>	mg/L	< 2	5	10	20
3	Color Aparente	Pt-Co	< 16	20	100	> 100
4	Oxígeno disuelto	mg/L	> 7,5	7,5	5,5	5
5	pH	Rango	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
6	RAS	-	< 2,4	3	6	9
7	Sólidos disueltos	mg/L	< 400	500	1000	1500
8	Sólidos suspendidos	mg/L	< 24	30	50	80
9	Temperatura	Delta T°C	< 0,5	1,5	1,5	3
<b>INORGÁNICOS</b>						
10	Amonio	mg/L	< 0,5	1	1,5	2,5
11	Cianuro	µg/L	< 4	5	10	50
12	Cloruro	mg/L	< 80	100	150	200
13	Fluoruro	mg/L	< 0,8	1	1,5	2
14	Nitrito	mg/L	< 0,05	0,06	> 0,06	> 0,06

	GRUPO DE ELEMENTOS O COMPUESTOS	UNIDAD	CLASE DE EXCEPCIÓN	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
<b>INORGÁNICOS</b>						
15	Sulfato	mg/L	< 120	150	500	1000
16	Sulfuro	mg/L	< 0,04	0,05	0,05	0,05
<b>ORGÁNICOS</b>						
17	Aceites y Grasas	mg/L	< 4	5	5	10
18	Bifenilos Policlorados (PCBs)	µg/L	*	0,04	0,045	> 0,045
19	Detergentes (SAAM)	mg/L	< 0,16	0,2	0,5	0,5
20	Índice de fenol	µg/L	< 1,6	2	2	10
21	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	µg/L	< 0,16	0,2	1	1
22	Hidrocarburos	mg/L	< 0,04	0,05	0,2	1
23	Tetracloroetano	mg/L	*	0,26	0,26	> 0,26
24	Tolueno	mg/L	*	0,3	0,3	> 0,3
<b>ORGÁNICOS PLAGUICIDAS</b>						
25	Ácido 2,4 Diclorofenoxiacético	µg/L	*	4	4	100
26	Aldicarb	µg/L	*	1	11	11
27	Aldrín	µg/L	*	0,004	0,004	0,7
28	Atrazina + N-dealkyl metabolitos	µg/L	*	1	1	1
29	Captán	µg/L	*	3	10	10
30	Carbofurano	µg/L	*	1,65	45	45
31	Clordano	µg/L	*	0,006	0,006	7
32	Clortalonil	µg/L	*	0,2	6	6
33	Cyanazina	µg/L	*	0,5	0,5	10
34	Demeton	µg/L	*	0,1	0,1	0,1
35	DDT	µg/L	*	0,001	0,001	30
36	Diclofop-metil	µg/L	*	0,2	0,2	9
37	Dieldrín	µg/L	*	0,5	0,5	0,5
38	Dimetoato	µg/L	*	6,2	6,2	6,2
39	Heptacloro	µg/L	*	0,01	0,01	3
40	Lindano	µg/L	*	4	4	4
41	Paratión	µg/L	*	35	35	35
42	Pentaclorofenol	µg/L	*	0,5	0,5	0,7
43	Simazina	mg/L	*	0,005	0,01	0,01
44	Trifluralina	µg/L	*	0,1	45	45
<b>METALES ESENCIALES DISUELTOS</b>						
45	Boro	mg/L	< 0,4	0,5	0,75	0,75
46	Cobre	µg/L	< 7,2	9	200	1000
47	Cromo total	µg/L	< 8	10	100	100
48	Hierro	mg/L	< 0,8	1	5	5

	GRUPO DE ELEMENTOS O COMPUESTOS	UNIDAD	CLASE DE EXCEPCIÓN	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
<b>METALES ESENCIALES DISUELTOS</b>						
49	Manganeso	mg/L	< 0,04	0,05	0,2	0,2
50	Molibdeno	mg/L	< 0,008	0,01	0,15	0,5
51	Níquel	µg/L	< 42	52	20	200
52	Selenio	µg/L	< 4	5	20	50
53	Zinc	mg/L	< 0,096	0,12	1	5
<b>METALES NO ESENCIALES DISUELTOS</b>						
54	Aluminio	mg/L	< 0,07	0,09	0,1	5
55	Arsénico	mg/L	< 0,04	0,05	0,1	0,1
56	Cadmio	µg/L	< 1,8	2	10	10
57	Estaño	µg/L	< 4	5	25	50
58	Mercurio	µg/L	< 0,04	0,05	0,05	1
59	Plomo	mg/L	< 0,002	0,0025	0,2	5
<b>INDICADORES MICROBIOLÓGICOS</b>						
60	Coliformes fecales (NMP)	NMP/100 ml	< 10	1000	2000	5000
61	Coliformes totales (NMP)	NMP/1000 ml	< 200	2000	5000	10000

Fuente: Guía CONAMA (2004).

**Tabla 6:** Parámetros para la calidad de las aguas lacustres.

ELEMENTOS O COMPUESTOS	UNIDAD	ESTADO ULTRAOLIGOTRÓFICO	ESTADO OLIGOTRÓFICO	ESTADO MESOTRÓFICO
Clorofila a	µg/L	< 1	3	10 (15)
DBO <sub>5</sub>	mg/L	< 1	5	20
Fósforo	µg/L	< 5 (7,5)	10 (10)	20 (30)
Nitrógeno	µg/L	< 60 (300)	250 (450)	400 (750)
Productividad Primaria	mg C/m <sup>2</sup> año	< 30	80	250
Transparencia (disco Secchi)	m	> 20 (12)	10 (6)	5 (3)

Fuente: Guía CONAMA (2004).

Tabla 7: Parámetros para la calidad ambiental en aguas marinas.

GRUPO DE ELEMENTOS O COMPUESTOS				CLASES DE CALIDAD		
	UNIDAD	EXPRESIÓN	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	
<b>FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>						
1	Oxígeno disuelto	% sat	OD	> 90	70-89	40-69
2	Temperatura	°C	T°	D2	D3	D5
3	pH	Rango	pH	7,5-8,5	6,5-9,5	6-9,5
4	Sólidos Suspendidos	mg/L	SS	< 25	25-80	80-400
5	Aceites y Grasas emulsificadas	mg/L	A y G	5	5	10
6	Hidrocarburos totales	mg/L	HCT	< 0,02	0,02-0,05	0,05-1
7	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	mg/L	HAP	< 0,0002	< 0,0002	0,0002-0,001
8	Detergentes	mg/L	SAAM	< 0,2	0,2-1	1-10
<b>TÓXICOS NO ACUMULATIVOS</b>						
9	Amonio	µgmol/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	< 5	05-10	10-15
10	Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	< 0,005	0,005-0,01	0,005-0,01
11	Cloro libre residual	mg/L		< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,1
12	Fenoles	mg/L	Fenoles	< 0,001	0,001-0,01	0,01-1
13	Fluoruro	mg/L	F <sup>-</sup>	< 0,0369xS	0,0369xS-0,0443xS	0,0443xS-2,3
14	Sulfuro	mg/L	S <sup>2-</sup>	< 0,002	0,002-0,005	0,005-0,01
<b>TÓXICOS ACUMULATIVOS Y PERSISTENTES</b>						
15	Bifenilos Policlorados	µg/L	PCBs	< 0,001	0,001	0,001
<b>PLAGUICIDAS</b>						
16	Aldrín	µg/L	Aldrín	< 0,01	< 0,01	< 0,01
17	Clordano	µg/L	Clordano	< 0,006	< 0,006	< 0,006
18	Malatión	µg/L	Malatión	< 0,01	< 0,01	< 0,01
19	Pentaclorofenol	µg/L	PCP	< 0,5	< 0,5	< 0,5
20	DDT	µg/L	DDT	< 0,001	< 0,001	< 0,001
21	Demetón	µg/L	Demetón	< 0,1	< 0,1	< 0,1
22	Dieldrín	µg/L	Dieldrín	< 0,002	< 0,002	< 0,002
23	Heptaclor	µg/L	Haptaclor	< 0,01	< 0,01	< 0,01
24	Lindano	µg/L	Lindano	< 0,003	< 0,003	< 0,003
25	Paratión	µg/L	Paratión	< 0,04	< 0,04	< 0,04
<b>METALES ESENCIALES DISUELTOS</b>						
26	Cobre	µg/L	Cu	< 10	10-50	50
27	Cromo total	µg/L	Cr total	< 10	10-50	50-100
28	Níquel	µg/L	Ni	< 2	2-100	100
29	Selenio	µg/L	Se	< 5		10
30	Zinc	µg/L	Zn	< 30	30-100	100
<b>METALES NO ESENCIALES DISUELTOS</b>						
31	Aluminio	µg/L	Al	< 200	200-1500	1500
32	Arsénico	µg/L	As	< 10	10--50	50
33	Cadmio	µg/L	Cd	< 5	5--10	10

GRUPO DE ELEMENTOS O COMPUESTOS				CLASES DE CALIDAD		
	UNIDAD	EXPRESIÓN	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	
<b>METALES NO ESENCIALES DISUELTOS</b>						
34	Cromo VI	µg/L	Cr VI	< 10	50	50
35	Estaño	µg/L	Sn	< 20	20-100	100
36	Mercurio	µg/L	Hg	< 0,2	0,2-0,5	0,5
37	Plomo	µg/L	Pb	< 3	3-50	50
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
38	Coliformese fecales	NMP/100ml	Coli.fec/100ml	< 2	< 43	< 1000
39	Coliformes totales	NMP/100ml	Coli.tot/100ml	< 70	70-1000	< 1000

Fuente: Guía CONAMA (2004).

**Tabla 8:** Límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúen a redes de alcantarillado que no cuenten con plantas de tratamiento de aguas servidas.

PARÁMETROS	UNIDAD	EXPRESIÓN	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Aceites y grasas	mg/L	A y G	150
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0,5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0,5
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr <sup>+6</sup>	0,5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Hidrocarburos totales	mg/L	HC	20
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0,02
Níquel	mg/L	Ni	4
pH	unidad	PH	5,5 - 9,0
Plomo	mg/L	Pb	1
Poder espumógeno	mm	PE	7
Sólidos sedimentables	mg/L 1h	S.D.	20
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1000
Sulfuros	mg/L	S <sup>-2</sup>	5
Temperatura	°C	T°	35
Zinc	mg/L	Zn	5
DBO <sub>5</sub>	mg/L	DBO <sub>5</sub>	
Fósforo	mg/L	P	10-45
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	80
Sólidos suspendidos totales	mg/L	S.S.	300

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS. 609.

**Tabla 9:** Límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúan a redes de alcantarillado que cuenten con plantas de tratamiento de aguas servidas.

PARÁMETROS	UNIDAD	EXPRESIÓN	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Aceites y grasas	mg/L	A y G	150
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0,5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0,5
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr <sup>+6</sup>	0,5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Hidrocarburos totales	mg/L	HC	20
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0,02
Níquel	mg/L	Ni	4
pH	unidad	pH	5,5 - 9,0
Plomo	mg/L	Pb	1
Poder espumógeno	mm	PE	7
Sólidos sedimentables	mg/L 1h	S.D.	20
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1000
Sulfuros	mg/L	S <sup>-2</sup>	5
Temperatura	°C	T°	35
Zinc	mg/L	Zn	5
DBO <sub>5</sub>	mg/L	DBO <sub>5</sub>	
Fósforo	mg/L	P	10-15
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	80
Sólidos suspendidos totales	mg/L	S.S.	300

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS. 609.

**Tabla 10:** Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales.

CONTAMINANTES	UNIDAD	EXPRESIÓN	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20
Aluminio	mg/L	Al	5
Arsénico	mg/L	As	0,5
Boro	mg/L	B	0,75
Cadmio	mg/L	Cd	0,01
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	0,2
Cloruros	mg/L	CL <sup>-</sup>	400
Cobre total	mg/L	Cu	1
Coliformes Fecales Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr <sup>+6</sup>	0,05
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub>	35*
Fósforo	mg/L	P	10
Fluoruro	mg/L	F <sup>-</sup>	1,5
Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	10
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5
Manganeso	mg/L	Mn	0,3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001
Molibdeno	mg/L	Mo	1
Níquel	mg/L	Ni	0,2
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NKT	50
Pentaclorofenol	mg/L	C <sub>6</sub> OHCl <sub>5</sub>	0,009
pH	Unidad	pH	6,0 - 8,5
Plomo	mg/L	Pb	0,05
Poder Espumógeno	mg/L	PE	7
Selenio	mg/L	Se	0,01
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	80*
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1000
Sulfuros	mg/L	S <sup>2-</sup>	1
Temperatura	°C	T°	35
Tetracloroetano	mg/L	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	0,04
Tolueno	mg/L	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	0,7
Triclorometano	mg/L	CHCl <sub>3</sub>	0,2
Xileno	mg/L	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,5
Zinc	mg/L	Zn	3

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS. 90.

\* = Para los residuos líquidos provenientes de plantas de tratamientos de aguas servidas domésticas, no se considerará el contenido de algas

**Tabla 11:** Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales considerando la capacidad de dilución del receptor.

CONTAMINANTES	UNIDAD	EXPRESIÓN	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	50
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	1
Boro	mg/L	B	3
Cadmio	mg/L	Cd	0.3
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	1
Cloruros	mg/L	CL <sup>-</sup>	2000
Cobre total	mg/L	Cu	3
Coliformes Fecales Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000
Indice de Fenol	mg/L	Fenoles	1
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr <sup>+6</sup>	0.2
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub>	300
Fluoruro	mg/L	F <sup>-</sup>	5
Fósforo	mg/L	P	15
Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	50
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	10
Manganeso	mg/L	Mn	3
Mercurio	mg/L	Hg	0.01
Molibdeno	mg/L	Mo	2.5
Níquel	mg/L	Ni	3
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NKT	75
Pentaclorofenol	mg/L	C <sub>6</sub> OHCl <sub>5</sub>	0.01
pH	Unidad	pH	6.0 – 8.5
Plomo	mg/L	Pb	0.5
Poder Espumógeno	mg/L	PE	7
Selenio	mg/L	Se	0.1
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	300
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2000
Sulfuros	mg/L	S <sup>2-</sup>	10
Temperatura	°C	T°	40
Tetracloroetano	mg/L	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	0.4
Tolueno	mg/L	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	7
Triclorometano	mg/L	CHCl <sub>3</sub>	0.5
Xileno	mg/L	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	5
Zinc	mg/L	Zn	20

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS.90.

**Tabla 12:** Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de aguas lacustres.

CONTAMINANTES	UNIDAD	EXPRESIÓN	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20
Aluminio	mg/L	Al	1
Arsénico	mg/L	As	0.1
Cadmio	mg/L	Cd	0.02
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	0.5
Cobre total	mg/L	Cu	0.1
Coliformes Fecales Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000 – 70*
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0.5
Cromo Hexavalente	mg /L	Cr <sup>+6</sup>	0.2
Cromo Total	mg /L	Cr Total	2.5
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub>	35
Estaño	mg/L	Sn	0.5
Fluoruro	mg/L	F <sup>-</sup>	1
Fósforo	mg/L	P	2
Hidrocarburos Totales	mg/L	HCT	5
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	2
Manganeso	mg/L	Mn	0.5
Mercurio	mg/L	Hg	0.005
Molibdeno	mg/L	Mo	0.07
Níquel	mg/L	Ni	0.5
Nitrógeno Total**	mg/L	N	10
pH	Unidad	pH	6.0 – 8.5
Plomo	mg/L	Pb	0.2
SAAM	mg/L	SAAM	10
Selenio	mg/L	Se	0.01
Sólidos Sedimentables	ml/1h	S SED	5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	80
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1000
Sulfuros	mg/L	S <sup>2-</sup>	1
Temperatura	°C	T°	30
Zinc	mg/L	Zn	5

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS.90.

\* =En áreas aptas para la acuicultura y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, no se deben sobrepasar los 70 NMP/100 ml.

\*\* = La determinación del contaminante corresponderá a la suma de las concentraciones de nitrógeno total kjeldahl, nitrito y nitrato.

**Tabla 13:** Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral.

CONTAMINANTES	UNIDAD	EXPRESIÓN	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20
Aluminio	mg/L	Al	1
Arsénico	mg/L	As	0.2
Cadmio	mg/L	Cd	0.02
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	0.5
Cobre	mg/L	Cu	1
Coliformes Fecales Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000 – 70*
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0.5
Cromo Hexavalente	mg /L	Cr <sup>+6</sup>	0.2
Cromo Total	mg/L	Cr Total	2.5
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	DBO <sub>5</sub>	60
Estaño	mg/L	Sn	0.5
Fluoruro	mg/L	F <sup>-</sup>	1.5
Fósforo	mg/L	P	5
Hidrocarburos Totales	mg/L	HCT	10
Hidrocarburos Volátiles	mg/L	HCV	1
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	10
Manganeso	mg/L	Mn	2
Mercurio	mg/L	Hg	0.005
Molibdeno	mg/L	Mo	0.1
Níquel	mg/L	Ni	2
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NKT	50
pH	Unidad	pH	6.0 – 9.0
Plomo	mg/L	Pb	0.2
SAAM	mg/L	SAAM	10
Selenio	mg/L	Se	0.01
Sólidos Sedimentables	ml/1h	S SED	5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	100
Sulfuros	mg/L	S <sup>2-</sup>	1
Zinc	mg/L	Zn	5
Temperatura	°C	T°	30

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS.90.

\* =En áreas aptas para la acuicultura y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, no se deben sobrepasar los 70 NMP/100 ml.

**Tabla 14:** Límites máximos de concentración para descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos fuera de la zona de protección litoral.

CONTAMINANTES	UNIDAD	EXPRESIÓN	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE A PARTIR DEL 10º AÑO VIGENCIA DEL PRESENTE DECRETO
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	350	150
Sólidos Sedimentables	ml/1h	S SED	50	20
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	S.S.	700	300
Aluminio	mg/L	Al	10	
Arsénico	mg/L	As	0.5	
Cadmio	mg/L	Cd	0.5	
Cianuro	mg/L	CN <sup>-</sup>	1	
Cobre	mg/L	Cu	3	
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	1	
Cromo Hexavalente	mg O <sub>2</sub> /L	Cr <sup>+6</sup>	0.5	
Cromo Total	mg/L	Cr Total	10	
Estaño	mg/L	Sn	1	
Fluoruro	mg/L	F <sup>-</sup>	6	
Hidrocarburos Totales	mg/L	HCT	20	
Hidrocarburos Volátiles	mg/L	HC	2	
Manganeso	mg/L	Mn	4	
Mercurio	mg/L	Hg	0.02	
Molibdeno	mg/L	Mo	0.5	
Níquel	mg/L	Ni	4	
pH	Unidad	pH	5.5 – 9.0	
Plomo	mg/L	Pb	1	
SAAM	mg/L	SAAM	15	
Selenio	mg/L	Se	0.03	
Sulfuro	mg/L	S <sup>2-</sup>	5	
Zinc	mg/L	Zn	5	

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS.90.

**Tabla 15:** Límites máximos permitidos para descargar residuos líquidos en condiciones de vulnerabilidad media.

CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS
<b>INDICADORES FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>		
pH	Unidad	6,0 - 8,5
Inorgánicos		
Cianuro	mg/L	0,2
Cloruros	mg/L	250
Fluoruro	mg/L	1,5
N-Nitrato + N-Nitrito	mg/L	10
Sulfatos	mg/L	250
Sulfuros	mg/L	1
Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/L	10
Benceno	mg/L	0,01
Pentaclorofenol	mg/L	0,009
Tetracloroetano	mg/L	0,04
Tolueno	mg/L	0,7
Triclorometano	mg/L	0,2
Xileno	mg/L	0,5
Metales		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,01
Boro	mg/L	0,75
Cadmio	mg/L	0,002
Cobre	mg/L	1
Cromo Hexavalente	mg/L	0,05
Hierro	mg/L	5
Manganeso	mg/L	0,3
Mercurio	mg/L	0,001
Molibdeno	mg/L	1
Níquel	mg/L	0,2
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,01
Zinc	mg/L	3
Nutrientes		
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	10

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS.46.

**Tabla 16:** Límites máximos permitidos para descargar residuos líquidos en condiciones de vulnerabilidad baja.

CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS
<b>INDICADORES FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>		
pH	Unidad	6,0 - 8,5
<b>Inorgánicos</b>		
Cianuro	mg/L	0,2
Cloruros	mg/L	250
Fluoruro	mg/L	5
N-Nitrato + N-Nitrito	mg/L	15
Sulfatos	mg/L	500
Sulfuros	mg/L	5
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	10
Benceno	mg/L	0.01
Pentaclorofenol	mg/L	0.009
Tetracloroetano	mg/L	0.04
Tolueno	mg/L	0.7
Triclorometano	mg/L	0.2
Xileno	mg/L	0.5
<b>Metales</b>		
Aluminio	mg/L	20
Arsénico	mg/L	0.01
Boro	mg/L	3
Cadmio	mg/L	0.002
Cobre	mg/L	3
Cromo Hexavalente	mg/L	0.2
Hierro	mg/L	10
Manganeso	mg/L	2
Mercurio	mg/L	0.001
Molibdeno	mg/L	2.5
Níquel	mg/L	0.5
Plomo	mg/L	0.05
Selenio	mg/L	0.02
Zinc	mg/L	20
<b>Nutrientes</b>		
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	15

Fuente: Comisión Nacional de Medio Ambiente, DS.46.

## ANEXO B

**Tabla 1:** Parámetros para la protección de la vida acuática.

Nº	Parámetros	Agua Dulce (mg/L)	Agua Marina (mg/L)
1	1,1,2,2-Tetracloroetano	0,111	
2	1,1,2-Tricloroetano	0,021	
3	1,2,3,4-Tetraclorobenceno	1,8*10 <sup>-3</sup>	
4	1,2,3-Triclorobenceno	8*10 <sup>-3</sup>	
5	1,2,4-Triclorobenceno	0,024	5,4*10 <sup>-3</sup>
6	1,2-Diclorobenceno	7*10 <sup>-4</sup>	0,042
7	1,2-Dicloroetano	0,1	
8	1,3-Diclorobenceno	0,15	
9	1,4-Diclorobenceno	0,026	
10	Acenafteno	5,8*10 <sup>-3</sup>	
11	Acridina	4,4*10 <sup>-3</sup>	
12	Aldicarb	1*10 <sup>-3</sup>	1,5*10 <sup>-4</sup>
13	Aluminio	5*10 <sup>-3</sup> -0,1	
14	Amonio	0,019	
15	Anilina	2,2*10 <sup>-3</sup>	
16	Antraceno	1,2*10 <sup>-5</sup>	
17	Arsénico	5*10 <sup>-3</sup>	0,0125
18	Atrazina	1,8*10 <sup>-3</sup>	
19	Benceno	0,37	0,11
20	Benzo(a)antraceno	1,8*10 <sup>-5</sup>	
21	Benzo(a)pireno	1,5*10 <sup>-5</sup>	
22	Bromacil	5*10 <sup>-3</sup>	
23	Bromoxinilo	5*10 <sup>-3</sup>	
24	Cadmio	1,7*10 <sup>-5</sup>	1,2*10 <sup>-4</sup>
25	Captán	1,3*10 <sup>-3</sup>	
26	Carbaril	2*10 <sup>-4</sup>	3,2*10 <sup>-4</sup>
27	Carbofurano	1,8*10 <sup>-3</sup>	
28	Cianacina	2*10 <sup>-3</sup>	
29	Cianuro	5*10 <sup>-3</sup>	
30	Clorpirifos	3,5*10 <sup>-6</sup>	2*10 <sup>-6</sup>
31	Clortalonil	1,8*10 <sup>-4</sup>	3,6*10 <sup>-4</sup>
32	Cobre	2*10 <sup>-3</sup> - 4*10 <sup>-3</sup>	
33	Cromo hexavalente	1*10 <sup>-3</sup>	1,5*10 <sup>-3</sup>
34	Cromo trivalente	8,9*10 <sup>-3</sup>	0,056
35	DDAC	1,5*10 <sup>-3</sup>	
36	Deltametrin	4*10 <sup>-7</sup>	
37	Di(2-etilhexil) ftalato	0,016	
38	Dicamba	0,01	
39	Diclofop-metilico	6,1*10 <sup>-3</sup>	
40	Diclorofenoles	2*10 <sup>-4</sup>	
41	Diclorometano (Cloruro de metilo)	0,0981	
42	Diisopropanolamina	1,6	
43	Dimetoato	6,2*10 <sup>-3</sup>	
44	Di-n-butyl ftalato	0,019	
45	Dinoseb	5*10 <sup>-5</sup>	

46	Endosulfán	2*10-5	
47	Estireno	0,072	
48	Etilbenceno	0,09	0,025
49	Etilén glicol	192	
50	Fenantreno	4*10-4	
51	Fenoles (mono- & dihydric)	4*10-3	
52	Fenoxi herbicidas (2,4D)	4*10-3	
53	Fluoranteno	4*10-5	
54	Fluoreno	3*10-3	
55	Fluoruro inorganico	0,12	
56	Glifosato	0,065	
57	Hexaclorobutadieno (HCBd)	1,3*10-3	
58	Hexaclorociclohexano (Lindano)	1*10-5	
59	Hierro	0,3	
60	IPBC **	1,9*10-3	
61	Linuron	7*10-3	
62	MCPA *	2,6*10-3	4,2*10-3
63	Mercurio inorganico	2,6*10-5	1,6*10-5
64	Metil mercurio	4*10-6	
65	Metolacoloro	7,8*10-3	
66	Metribuzim	1*10-3	
67	Molibdeno	0,073	
68	Monoclorobenceno	1,3*10-3	0,025
69	Monoclorofenoles	7*10-3	
70	MTBE	10	5
71	Naftaleno	1,1*10-3	1,4*10-3
72	Níquel	0,025-0,15	
73	Nitrato	13	16
74	Nitrito	0,06	
75	Nonifenoles	1*10-3	7*10-4
76	Oxígeno disuelto	5,5-9,5	> 8
77	Pentaclorobenceno	6*10-3	
78	Pentaclorofenol (PCP)	5*10-4	
79	Permetrin	4*10-6	1*10-6
80	pH	6,5 - 9	7 - 8,7
81	Picloram	0,029	
82	Pireno	2,5*10-5	
83	Plata	1*10-4	
84	Plomo	1*10-3 - 7*10-3	
85	Propilen glicol	500	
86	Quinolina	3,4*10-3	
87	Especies reactivas del cloro	5*10-4	5*10-4
88	Salinidad		<10%
89	Selenio	1*10-3	
90	Simazina	0,01	
91	Sulfolane	50	
92	Talio	8*10-4	
93	Terbutirion	1*10-6	

94	Temperatura		no exceder $\pm 1^{\circ}\text{C}$
95	Tetraclorofenoles	$1 \cdot 10^{-3}$	
96	Tetraclorometano (Tetracloruro de carbono)	0,0133	
97	Tolueno	$2 \cdot 10^{-3}$	0,215
98	Triallate	$2,4 \cdot 10^{-4}$	
99	Tributiltin	$8 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$
100	Triclorofenoles	0,018	
101	Triclorometano (Cloroformo)	$1,8 \cdot 10^{-3}$	
102	Trifeniltin	$2,2 \cdot 10^{-5}$	
103	Trifluralina	$2 \cdot 10^{-4}$	
104	Zinc	0,03	

\*(4-Chloro-2-methyl phenoxy acetic acid; 2-methyl-4-chloro phenoxy acetic acid)

\*\*3-yodo-2-propinil butil carbamato

Fuente: Canadian water quality guidelines for the protection of acuatic life (2006).

**Tabla 2:** Parámetros para la protección del agua de riego.

Nº	Parámetros	Agua Riego (mg/L)	Agua Ganado(mg/L)
1	1,1,2-Tricloroetano		0,05
2	1,2-Dicloroetano		$5 \cdot 10^{-3}$
3	Aldicarb	0,0549	0,011
4	Aluminio	5	5
5	Arsenico	0,1	0,025
6	Atrazina	0,01	$5 \cdot 10^{-3}$
7	Berilio	0,1	0,1
8	Boro	0,5-6	5
9	Bromacil	$2 \cdot 10^{-4}$	1,1
10	Bromoxinilo	$3,3 \cdot 10^{-4}$	0,011
11	Cadmio	$5,1 \cdot 10^{-3}$	0,08
12	Calcio		1000
13	Captán		0,013
14	Carbaril		1,1
15	Carbofurano		0,045
16	Cianacina	$5 \cdot 10^{-4}$	0,01
17	Clorpirifos		0,024
18	Clorotalonil	$5,8 \cdot 10^{-3}$	0,17
19	Cloruro	100-700	
20	Cobalto	0,05	1
21	Cobre	0,2-1	0,5-5
22	Cromo Hexavalente	$8 \cdot 10^{-3}$	0,05
23	Cromo trivalente	$4,9 \cdot 10^{-3}$	0,05
24	Deltametrin		$2,5 \cdot 10^{-3}$
25	Dibromoclorometano		0,1
26	Dicamba	$6 \cdot 10^{-6}$	0,122
27	Diclofop metilico	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-3}$
28	Diclorobromometano		0,1

29	Diclorometano		0,05
30	Diisopropanolamina	2	
31	Dimetoato		3*10-3
32	Dinoseb	0,016	0,15
33	Etilbenceno		2,4*10-3
34	Fenol		2*10-3
35	Fenoxi herbicidas		0,1
36	Fluoruro	1	1 a 2
37	Glifosato		0,28
38	Hexaclorobenceno		5,2*10-4
39	Hexaclorociclohexano (Lindano)		4*10-3
40	Hierro	5	
41	Linuron	7,1*10-5	
42	Litio	2,5	
43	Manganeso	0,2	
44	MCPA*	2,5*10-5	0,025
45	Mercurio		3*10-3
46	Metolacoloro	0,028	0,05
47	Metribuzim	5*10-4	0,08
48	Molibdeno	0,01-0,05	0,5
49	Níquel	0,2	1
50	Nitrato+ nitrito		100
51	Nitrito		10
52	Picloram		0,19
53	Plomo	0,2	0,1
54	Selenio	0,02-0,05	0,05
55	Simazina	5*10-4	0,01
56	Sólidos disueltos totales	500-3500	3000
57	Sulfato		1000
58	Sulfolane	0,5	
59	Tebutiuron	2,7*10-4	0,13
60	Tetraclorometano (tetracloruro de carbono)		5*10-3
61	Toluene		0,024
62	Triallate		0,23
63	Tribromometano (Bromoformo)		0,1
64	Tributiltin(TBT)		0,25
65	Triciclohexiltin		0,25
66	Triclorometano (Cloroformo)		0,1
67	Trifeniltin(TPhT)		0,82
68	Trifuralina		0,045
69	Uranio	0,01	0,2
70	Vanadio	0,1	0,1
71	Zinc	1a 5	50

Fuente: Canadian water quality guidelines for the protection of agricultural water uses (2005).

**Tabla 3:** Parámetros de calidad para la protección de aguas superficiales y subterráneas.

Nº	Parámetros	Valor límite (mg/L)
1	1,1 Dicloroetileno	0,02
2	1,1,1 Tricloroetano	1
3	1,1,2 Tricloroetano	0,006
4	1,2 Cis dicloroetileno	0,04
5	1,2 Dicloroetano	0,004
6	1,3 Dicloropropeno	0,002
7	Arsénico	0,01
8	Benceno	0,01
9	Bifenilos policlorados(PCB)	Ausente
10	Cadmio	0,01
11	Cianuro total	0,01
12	Cromo(VI)	0,05
13	Diclorometano	0,02
14	Mercurio total	0,0005
15	Plomo	0,01
16	Selenio	0,01
17	Simazina	0,003
18	Tetracloroetileno	0,01
19	Tetracloruro de carbono	0,002
20	Tiobencarb	0,02
21	Tiram	0,006
22	Tricloroetileno	0,03

Fuente: Environmental quality standards for water pollutants. Japón. (1997).

**Tabla 4:** Lista II, parámetros para la fijación de objetivos de calidad.

Nº	Parámetros	Objetivos de calidad (VMA) mg/L
1	1,1,1Tricloetano	0,1
2	Arsénico total	0,05
3	Atrazina	0,001
4	Benceno	0,03
5	Cianuros totales	0,04
6	Clorobenceno	0,02
7	Cobre disuelto	0,005
8	Cromo total disuelto	0,05
9	Diclorobenceno	0,02
10	Etilbenceno	0,02
11	Fluoruros	1,7
12	Metolacoloro	0,001
13	Naftaleno	0,005
14	Níquel disuelto	0,05
15	Plomo disuelto	0,05
16	Selenio disuelto	0,001
17	Simazina	0,001

18	Terbutilazina	0,001
19	Tolueno	0,05
20	Tributiestaño	0,00002
21	Xileno	0,03
22	Zinc total	0,03

VMA: Valor Medio Anual

Fuente: Real decreto 995. Unión Europea. (2000).

**Tabla 5:** Sustancias prioritarias y otros contaminantes.

Aguas Superficiales Continentales			
Nº	Parámetros	NCA-CMA (mg/L)	NCA-MA(mg/L)
1	1,2 Dicloroetanos		0,01
2	Alacloro	0,0007	0,0003
3	Antraceno	0,0004	0,0001
4	Atrazina	0,002	0,0006
5	Benceno	0,05	0,01
6	C10 -13 Cloroalcanos	0,0014	0,0004
7	Cadmio y sus compuestos	0,0007	
8	Clorofenvinfos	0,0003	0,0001
9	Clorpirifos	0,0001	0,00003
10	Compuestos del tributilestaño	0,0000015	0,0000002
11	Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP)		0,0013
12	Diclorometano		0,02
13	Pentabromodifeniléter		0,0000005
14	Diuron	0,0018	0,0002
15	Endosulfán	0,00001	0,000005
16	Fluoranteno	0,001	0,0001
17	Hexaclorobenceno	0,00005	0,00001
18	Hexaclorobutadieno	0,0006	0,0001
19	Hexaclorociclohexano	0,00004	0,00002
20	Hidrocarburos poliaromáticos		
	Benzo(a)pireno	0,0001	0,00005
	Benzo(b)fluoranteno		0,00003
	Benzo(g, h, i)perileno		0,000002
	Benzo(k)fluoranteno		0,00003
	Indeno(1,2,3-cd)pireno		0,000002
21	Isoproturón	0,001	0,0003
22	Mercurio y sus compuestos	0,00007	0,00005
23	Naftaleno		0,0024
24	Níquel y sus compuestos		0,02
25	Nonilfenoles	0,002	0,0003
26	Octilfenoles		0,0001
27	Pentaclorobencenos		0,000007
28	Pentaclorofenol	0,001	0,0004
29	Plomo y sus compuestos		0,0072

30	Simazina	0,004	0,001
31	Triclorobencenos (todos los isómeros)		0,0004
32	Triclorometano		0,0025
33	Trifluralina		0,00003

NCA- CMA: Norma de Calidad Ambiental expresada como concentración máxima admisible

NCA-MA: Norma de Calidad Ambiental expresada como valor medio anual

Fuente: Directiva del parlamento Europeo y del consejo. Union Europea. (2006).

**Tabla 6:** Sustancias prioritarias y no prioritarias para agua dulce y marina.

Nº	Parámetros	Agua Dulce( mg/L)		Agua Marina (mg/L)		Prioridad
		CMC(agudo)	CCC(crónico)	CMC(agudo)	CCC(crónico)	
1	1,1,1-Tricloroetano	18		31,2		P
2	1,1,2,2-Tetracloroetano	9,32	2,4	9,02		P
3	1,1,2-Tricloroetano	18	9,4			P
4	1,1-Dicloroetileno					P
5	1,2,3 Indeno pireno			0,3		P
6	1,2,4,5 Tetraclorobenceno	0,25	0,05	0,16	0,129	NP
7	1,2,4-Triclorobenceno	0,25	0,05	0,16	0,129	P
8	1,2-Diclorobenceno	1,12	0,763	1,97	0,129	P
9	1,2-Dicloroetano	118	20	113		P
10	1,2-Dicloropropano	6,06	0,244	0,79		P
11	1,2-Difenilhidracina	0,27				P
12	1,2-Trans-Dicloroetileno	11,6	20	113		P
13	1,3-Diclorobenceno					P
14	1,3-Dicloropropano	6,06	0,244	0,79		P
15	1,4-Diclorobenceno	1,12	0,763	1,97	0,129	P
16	2,3,7,8-TCDD Dioxin	< 1*10 <sup>-5</sup>	< 1*10 <sup>-8</sup>			P
17	2,4,5 Triclorofenol	0,1	0,063	0,24	0,011	NP
18	2,4,6-Triclorofenol		0,97			P
19	2,4-Diclorofenol	2,02	0,365			P
20	2,4-Dimetilfenol	2,12				P
21	2,4-Dinitrofenol	0,23	0,15	4,85		NP
22	2,4-Dinitrotolueno	0,33	0,23	0,59	0,37	P
23	2-Clorofenol	4,38				P
24	2-Cloronaftaleno	1,6		7,5*10 <sup>-3</sup>		P
25	3,3-Diclorobencidina					P
26	4,4'-DDD	6*10 <sup>-4</sup>		3,6*10 <sup>-3</sup>		P
27	4,4-DDE	1,05		0,014		P
28	4,4-DDT	1,1*10 <sup>-3</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	1,3*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-6</sup>	P
29	Acenafteno	1,7	0,52	0,97	0,71	P
30	Acenaftileno			0,3		P
31	Ácido sulfhídrico	2*10 <sup>-3</sup>		2*10 <sup>-3</sup>		NP
32	Acrilonitrilo	7,55	2,6			P
33	Acroleina	0,068	0,021	0,055		P
34	Aldrin	3*10 <sup>-3</sup>		1,3*10 <sup>-3</sup>		P

35	Aluminio	0,75	0,087			NP
36	Antimonio	0,088	0,03	1,5	0,5	P
37	Antraceno			0,3		P
38	Arsenico	0,34	0,15	0,069	0,036	P
39	Asbestos					P
40	Benceno	5,3		5,1	0,7	P
41	Bencidina	2,5				P
42	Benzo(a)Antraceno			0,3		P
43	Benzo(a)Pireno					P
44	Benzo(b)Fluoranteno			0,3		P
45	Benzo(ghi)Perileno			0,3		P
46	Benzo(k)Fluoranteno			0,3		P
47	Berilio	0,13	5,3*10-3			P
48	Bifenilos policlorados PCBs	2*10-3	1,4*10-5	0,01	3*10-5	P
49	Bis2-Cloroetoxi metano	11		12	6,4	P
50	Bis2-Etilhexil ftalato					P
51	Bromoformo					P
52	Butilbencil ftalato	0,94	3*10-3	2,944	3*10-3	P
53	Cadmio	4,3*10-3	2,2*10-3	0,042	9,3*10-3	P
54	Cianuro	0,022	5,2*10-3	1*10-3	1*10-3	P
55	Clordano	2,4*10-3	4,3*10-6	9*10-5	4*10-6	P
56	Cloro	0,019	0,011	0,013	0,0075	NP
57	Clorobenceno	0,25	0,05	0,16	0,129	P
58	Clorodibromometano	11		12	6,4	P
59	Cloroformo	28,9	1,24			P
60	Clorpirifos	8,3*10-5	4,1*10-5	1,1*1-5	5,6*10-6	NP
61	Cloruro	860	230			
62	Cloruro de metilo	11		12	6,4	P
63	Cobre	0,013	9*10-3	4,8*10-3	3,1*10-3	P
64	Criseno			0,3		P
65	Cromo III	0,57	0,074			P
66	Cromo VI	0,016	0,011	1,1	0,05	P
67	Demeton		1*10-4		1*10-4	NP
68	Diazinón	1,7*10-4	1,7*10-4	8,2*10-4	8,2*10-4	NP
69	Dibenzo(a,h)Antraceno			0,3		P
70	Diclorobromometano	11		12	6,4	P
71	Dieldrin	2,4*10-4	5,6*10-5	7,1*10-4	1,9*10-6	P
72	Dietil ftalato	0,94	3*10-3	2,944	3,4*10-3	P
73	Dimetil ftalate	0,94	3*10-3	2,944	3,4*10-3	P
74	Di-n-Butil ftalate	0,94	3*10-3	2,944	3,4*10-3	P
75	Di-n-Octil ftalate	0,94	3*10-3	2,944	3,4*10-3	P
76	Endosulfan	2,2*10-4	5,6*10-5	3,4*10-5	8,7*10-6	P
77	Endrin	8,6*10-5	3,6*10-5	3,7*10-5	2,3*10-6	P
78	Etilbenceno	32		0,43		P
79	Fenantreno	0,03	6,3*10-3	7,7*10-3	4,6*10-3	P
80	Fenol	10,2	2,56	5,8		P
81	Fluoranteno	3,98		0,04	0,016	P
82	Fluoreno			0,3		P

83	Fosforos				1*10-4	NP
84	gamma-BHC (Lindano)	9,5*10-4	8*10-5	1,6*10-4		P
85	Gution		1*10-5		1*10-5	NP
86	Heptacloro	5,2*10-4	3,8*10-6	5,3*10-5	3,6*10-6	P
87	Heptacloro Epoxido	5,2*10-4	3,8*10-6	5,3*10-5	3,6*10-6	P
88	Hexaclorobenceno	6*10-3	3,68*10-3	0,16	0,129	P
89	Hexaclorobutadieno	0,09	9,3*10-3	0,032		P
90	Hexaclorociclopentadieno	7*10-3	5,2*10-3	7*10-3		P
91	Hexacloroetano	0,98	0,54	0,94		P
92	PAH			0,3		P
93	Hierro		1			NP
94	Isoforone	117		12,9		P
95	Malation		1*10-4		1*10-4	NP
96	Mercurio	1,4*10-3	7,7*10-4	1,8*10-3	9,4*10-4	P
97	Metil Mercurio	1,4*10-4	7,7*10-5	1,8*10-4	9,4*10-5	P
98	Metoxicloro		3*10-5		3*10-5	NP
99	Mirex		1*10-6		1*10-6	NP
100	Naftaleno	2,3	0,62	2,35		P
101	Niquel	0,47	0,052	0,074	8,2*10-3	P
102	Nitrobenceno	27		6,68		P
103	N-Nitrosodifenilamina	5,85		3300		P
104	Nonifenoles	0,028	0,0066	0,007	0,0017	NP
105	Paration	6,5*10-5	1,3*10-5			NP
106	Pentaclorobenceno	0,25	0,05	0,16	0,129	NP
107	Pentaclorofenol	0,019	0,015	0,013	7,9*10-3	P
108	Ph		6,5 - 9		6,5 - 8,5	NP
109	Pireno			0,3		P
110	Plata	3,4*10-3	1,2*10-4	1,9*10-3		P
111	Plomo	0,065	2,5*10-3	0,21	8,1*10-3	P
112	Selenio	0,013-0,186	5*10-3	0,29	0,071	P
113	Talio	1,4	0,04	2,13		P
114	Tetracloroetileno	5,28	0,84	10,2	0,45	P
115	Tetracloruro de carbono	35,2		50		P
116	Tolueno	17,5		6,3	5	P
117	Toxafeno	7,3*10-4	2*10-7	2,1*10-4	2*10-7	P
118	Tributiltin (TBT)	4,6*10-4	7,2*10-5	4,2*10-4	7,4*10-6	NP
119	Tricloroetileno	45	21,9	2		P
120	Zinc	0,12	0,12	0,09	0,081	P

CMC: Criterio Máxima Concentración; CCC: Criterio Concentración Continua.

Fuente: Water quality aquatic life criteria for pollutants. USEPA. (2004).

**Tabla 7:** Valores límites de emisión para sustancias de Lista I.

Nº	Parámetros	Valor límite (mg/L)
1	1,2 Dicloroetano (EDC)	
2	Cadmio	0,2
3	Cloroformo	0,012
4	Diclorodifeniltricloroetano (DDT)	0,4
5	Diedrín	0,01
6	Endrín	0,01
7	Hexaclorobenceno (HCB)	2
8	Hexaclorobutadieno (HCBd)	3
9	Hexaclorociclohexano (HCH)	2
10	Hexaclorociclopentadieno (Aldrin)	0,01
11	Isodrín	0,01
12	Mercurio	0,05
13	Pentaclorofenol	2
14	Percloroetileno (PER)	
15	Tetracloruro de Carbono	3
16	Triclorobenceno (TCB)	0,1
17	Tricloroetileno (TRI)	

Fuente: Directiva Marco del Consejo 464 CEE. Unión Europea. (1976)

**Tabla 8:** Valores límites para la descarga de RILES.

N°	Parámetros	Valor límite (mg/L)
1	Aceites y grasas	100
2	Aluminio	20
3	Arsénico	1
4	Bario	20
5	Boro	3
6	Cadmio	0,5
7	Cianuros totales	5
8	Cloruros	2000
9	Cobre	3
10	Conductividad	7500
11	Cromo hexavalente	1
12	Cromo total	3
13	DBO	1000
14	Detergentes totales	30
15	DQO	1750
16	Estaño	2
17	Fenoles totales	2
18	Fluoruros	15
19	Fósforo total	40
20	Hidrocarburos aromáticos policíclicos(HAPs)	1
21	Hidrocarburos totales	20
22	Hierro	10
23	Manganeso	2
24	Mercurio	0,1
25	Níquel	5
26	Nitrógeno total	125
27	Organohalogenados adsorbibles(AOX)	1,5
28	pH	6 a 10
29	Plata	1
30	Plomo	1
31	Selenio	1
32	Sólidos en suspensión	1000
33	Sulfatos	1000
34	Sulfuros	5
35	Temperatura	40
36	Zinc	3

Fuente: Decreto 57. Unión Europea. (2005).

**Tabla 9:** Estándares de emisión para protección de la salud humana.

Nº	Parámetros	Valor límite (mg/L)
1	1,1 Dicloroetileno	0,2
2	1,1,1 Tricloroetano	3
3	1,1,2 Tricloroetano	0,06
4	1,2 Cis Dicloroetileno	0,4
5	1,2 Dicloroetano	0,04
6	1,3 Dicloropropeno	0,02
7	Arsénico y sus compuestos	0,1
8	Benceno	0,1
9	Bifenilos policlorados(PCB)	0,003
10	Cadmio y sus compuestos	0,1
11	Compuestos del Cianuro	1
12	Compuestos del cromo	0,5
13	Compuestos orgánicos del fósforo	1
14	Diclorometano	0,2
15	Mercurio total	0,005
16	Plomo y sus compuestos	0,1
17	Selenio y sus compuestos	0,1
18	Simazina	0,03
19	Tetracloroetileno	0,1
20	Tetracloruro de carbono	0,02
21	Tiobencarb	0,2
22	Tiram	0,06
23	Tricloroetileno	0,3

Fuente: National effluent standards. Japón. (1998).

**Tabla 10** Estándares de emisión para la protección del ambiente vivo.

Nº	Parámetros	Valor límite (mg/L)
1	Aceite mineral	5
2	Cobre	3
3	Cromo	2
4	DBO	160
5	DQO	160
6	Fenoles	5
7	Flúor	15
8	Fósforo	16
9	Grasas animales y vegetales	30
10	Hierro	10
11	Manganeso	10
12	Nitrógeno	120
13	pH	5,8 - 8,6
14	Sólidos suspendidos	200
15	Vanadio	3
16	Zinc	5

Fuente: Nacional effluent standards. Japón. (1998).

**Tabla 13:** Estimación de emisiones en Industria Papelera.

Contaminantes	Emisiones (mg/año)
Total HAP	170.000
Total VOC	830.000
Sulfuro reducido total	350.000
Metanol	120.000
Hexano	18.000
Tolueno	14.000
Metil Etil Cetona	6.000
Cloroformo	3.300
Cloro	2.800
Formaldehído	2.100
Acetaldehído	2.000
Cloruro de metileno	1.200
Propionaldehído	700
Acroleína	700
Acetofenona	60
Ácido clorhídrico	59
Cloroformo metílico	22
Disulfuro de carbono	8

Fuente: Expediente de formación D.S. 90. CONAMA.

**Tabla 14:** Resultados de análisis de plaguicidas en aguas superficiales y subterráneas.

Nº	Plaguicidas	Nº Observaciones	Valores observados (µg/L)
1	Aldrin	34	<10
2	BHC Alfa	34	<10
3	BHC Beta	34	<10
4	Bromopropilato	34	<30
5	Captan	34	<50
6	Clorobenzilato	34	<30
7	Clorotalonil	34	<20
8	DDD	34	<10
9	DDE	34	<10
10	DDT	34	<10
11	Dichlorofluanid	34	<10
12	Dicloran	34	<10
13	Dicofol	34	<50
14	Dieldrin	34	<10
15	Folpet	34	<30
16	Heptacloro	34	<30
17	Iprodione	34	<30
18	Lindano	34	<10
19	Oxifluorfenó	34	<50
20	Procymidone	34	<10
21	Triadimefón	34	<50

22	Tetradifón	34	<50
23	Trifuralina	34	<20
24	Vinclosolin	34	<10

Fuente: Expediente de formación D.S. 90. CONAMA.

**Tabla 15:** Propuesta SAG.

Nº	Parámetros Orgánicos	Valor límite (mg/L)
1	Aldicarb	0,011
2	Aldrín + Dieldrín	0,001
3	Atrazina + N- dealkyl metabolitos	0,01
4	Azinfós metil	0,02
5	Bendiocarb	0,04
6	Benceno	0,01
7	Bromoxinil	0,0004
8	1,4 Diclorobenceno	0,001
9	Captan	0,01
10	Carbaril	0,09
11	Carbofurano	0,045
12	Clordano	0,003
13	Clorotanolil	0,006
14	Cloruro de metilo	0,05
15	Compuestos fenólicos	0,002
16	Cyanazina	0,0005
17	Pentaclorofenol	0,03
18	2,4 -D	0,1
19	DDT	0,001
20	Diazinón	0,02
21	Dicamba	0,000006
22	1,2 Dicloroetano	0,005
23	Diclorometano	0,005
24	Diclofop- metil	0,0002
25	Dimetoato	0,003
26	Endrín	0,002
27	Heptacloro+ Heptacloro Epóxido	0,003
28	Lindano	0,003
29	Malatión	0,19
30	Metanos Halogenados Tetracloruro de Carbono	0,005
31	Cloruro de metileno	0,05
32	Metaloclor	0,028
33	Metribuzin	0,005
34	Organotinas Tributilin	0,25
35	Trifeniltin	0,8
36	Paraquat	0,01

37	Paratión	0,05
38	Simazina	0,005
39	Toxafeno	0,005
40	Triallato	0,23
41	Triciclohexiltin	0,25
42	Tricloroetileno	0,05
43	Trifluralín	0,045
44	Trihalometanos	0,35
<b>Parámetros Inorgánicos</b>		
1	Aluminio	5
2	Amoníaco	0,25
3	Arsénico	0,1
4	Bario	4
5	Berilio	0,1
6	Boro	0,5
7	Cadmio	0,01
8	Calcio	1000
9	Cloro (total)	100
10	Cromo (total)	0,1
11	Cobalto (total)	0,05
12	Cobre (total)	0,2
13	Cianuro	0,2
14	Fluoruro (total)	1
15	Hierro (total)	0,2
16	Plomo (total)	5
17	Litio (total)	2,5
18	Manganeso (total)	0,2
19	Mercurio (total)	0,003
20	Molibdeno (total)	0,01-0,05
21	Níquel (total)	0,2
22	Nitrato y nitrito	100
23	Nitrito	10
24	Sulfato	1000
25	Sólidos disueltos totales	500-3500
26	Vanadio	0,1
27	Zinc	1
<b>Parámetros Microbiológicos</b>		<b>Número de gérmenes</b>
1	Coliformes fecales	100/100 mL
2	Coliformes totales	1000/100 mL

Fuente: Expediente de formación D.S. 90. CONAMA.

**Tabla 16:** Parámetros incluidos en distintas normas internacionales.

Nº	Parámetros	Unidad	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Aluminio	ppm	0,2	1,5	0,2				Delta 20	
2	Arsénico	ppm	0,05	0,05	0,04	0,05	0,069	0,035	0,036-0,069	
3	Boro	ppm	1	5					5	
4	Cadmio	ppm	0,005	0,005		0,002	0,043	0,0093	0,043-0,009	
5	Cloruro	ppm	0,1	0,005	0,001	0,005	0,001	0,001	0,001	
6	Cloro residual	ppm		0,01	0,0075					
7	Cobre	ppm	1	0,05		0,005	0,0029	0,0029	0,003	
8	Coliforme Fecal	NMP/100 ml	0	1000	200					1000
9	Coliforme Total	NMP/100 ml	< 10							
10	Color	Pt-Bo	15		Delta10	Delta 10				
11	Compuestos Fenólicos	ppm		0,001	0,05	0,05			0,12	
12	Cromo Hexavalente	ppm		0,05	0,05		1,1	0,05		
13	Cromo Total	ppm	0,05			0,05			1,1-0,005	
14	DBO5	ppm		< 5						
15	Detergentes (SAAM)	ppm		0,5	0,1					
16	DQO	ppm								2
17	Estaño	ppm		2						
18	Fluoruro	ppm		1,4	1,5				1,5	
19	Fósforo Total	ppm								
20	Grasas y Aceites	ppm		Vir.Ausente						
21	Hidrocarburos Totales	ppm								
22	Hierro	ppm	0,3	0,3	0,05				0,3-0,05	
23	Manganeso	ppm		0,1					0,1-0,002	
24	Mercurio	ppm	0,001	0,0001	2*10-5	0,0001	0,0021	2,5*10-5	0,002-0,00002	
25	Molibdeno	ppm								
26	Níquel	ppm	0,1	0,1	0,008	0,015	0,075	0,0083	0,075-0,0083	
27	Nitrógeno Total	ppm								
28	pH		5,5-8,5	5,5-8,5	Delta 0,2	Delta 0,2				7,8-8,3
29	Plomo	ppm	0,05	0,01	0,006	0,005	0,22	0,0085		
30	Selenio	ppm	0,01	0,01	0,4	0,07	0,3	0,071	0,41-0,054	
31	Sólidos Gruesos	ppm								

32	Sólidos Sed.		500							
33	Sólidos Suspendidos	ppm			Delta 10					
34	Sulfuro	ppm	0,05	0,002	0,002	0,002			0,002	
35	Sulfato	ppm	400							
36	Temperatura	ppm			Delta 1,5	Delta 2				
37	Zinc	ppm	5	0,17	0,09	0,05	0,095	0,085	0,1-0,05	

Fuente: Expediente de formación D.S. 90. CONAMA.

- (1) Calidad de agua para aguas marinas y continentales (Australia, 1992)
- (2) Conservación vida acuática (Brasil 1986)
- (3) Protección ambiente vida marina (México)
- (4) Calidad de agua para aguas marinas y continentales (Australia y Nueva Zelanda)
- (5) Toxicidad aguda (EPA, 1985)
- (6) Toxicidad crónica (EPA, 1985)
- (7) Canadá
- (8) Japón.

**Tabla 17:** Programa de monitoreo de calidad del efluente en Celulosa Arauco.

Punto de descarga	Parámetro	Tipo Muestra	Tipo Límite	Límite	Frecuencia
Río Cruces	Coliformes fecales	Puntual discreto	Superior	1000	8
Río Cruces	Color	Puntual discreto	Superior	367	4
Río Cruces	Ph	Puntual discreto	Inferior	6	30
Río Cruces	Ph	Puntual discreto	Superior	8,5	30
Río Cruces	Temperatura	Puntual discreto	Superior	30	30
Río Cruces	Caudal	Puntual continuo	Superior	99360	30
Río Cruces	Ácidos grasos	Compuesto	Superior	0,27	4
Río Cruces	Ácidos resínicos	Compuesto	Superior	0,033	4
Río Cruces	Aluminio	Compuesto	Superior	10	4
Río Cruces	AOX	Compuesto	Superior	7,6	4
Río Cruces	Arsénico	Compuesto	Superior	0,001	4
Río Cruces	Cadmio	Compuesto	Superior	0,01	4
Río Cruces	Cloratos	Compuesto	Superior	17	4
Río Cruces	Clorofenoles	Compuesto	Superior	0,067	4
Río Cruces	Cloruros	Compuesto	Superior	2000	4
Río Cruces	Cobre total	Compuesto	Superior	0,07	4
Río Cruces	Conductividad	Compuesto	Superior	4000	30
Río Cruces	Cromo hexavalente	Compuesto	Superior	0,05	4
Río Cruces	DBO <sub>5</sub>	Compuesto	Superior	50	8
Río Cruces	DQO	Compuesto	Superior	313	8
Río Cruces	Fósforo	Compuesto	Superior	0,33	8
Río Cruces	Hierro disuelto	Compuesto	Superior	1,3	4
Río Cruces	Índice de fenol	Compuesto	Superior	1	4
Río Cruces	Manganeso total	Compuesto	Superior	3	4
Río Cruces	Mercurio	Compuesto	Superior	0,005	4
Río Cruces	Molibdeno	Compuesto	Superior	0,05	4
Río Cruces	Níquel	Compuesto	Superior	0,06	4
Río Cruces	Nitrógeno total Kjeldahl	Compuesto	Superior	4,2	8
Río Cruces	Plomo	Compuesto	Superior	0,03	4
Río Cruces	Sólidos suspendidos totales	Compuesto	Superior	50	8
Río Cruces	Sulfatos	Compuesto	Superior	2000	4
Río Cruces	Zinc	Compuesto	Superior	1	4

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios. (2007).

**Tabla 18:** Parámetros muestreados por POAL.

Nº	PARÁMETRO	MATRIZ		
		AGUA	SEDIMENTO	BIOTA
1	Nitrógeno Total	*	*	
2	Nitrato	*		
3	Amonio	*		
4	Fosfato	*		
5	Fósforo Total	*	*	
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	*		
7	Demanda Química de Oxígeno	*		
8	Grasas y Aceites	*		
9	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	*		
10	Hidrocarburos Totales			
11	Clorofila "a"	*		
12	Bifenilos Policlorados		*	
13	Plaguicidas Organoclorados		*	
14	Materia Orgánica Total		*	
15	Mercurio	*	*	*
16	Cadmio	*	*	*
17	Plomo	*	*	*
18	Cobre	*	*	*
19	Zinc	*	*	*
20	Cromo	*	*	*
21	Aluminio	*	*	*
22	Coliformes Totales	*	*	*
23	Coliformes Fecales	*	*	*

222

Fuente: DIRECTEMAR. (2007).