

**UNIVERSIDAD DE SEVILLA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS
DPTO. DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AMBIENTAL**

**MÉTODO PARA EL DESARROLLO TÉCNICO DE
TRIBUTOS DE VERTIDOS A LAS AGUAS LITORALES Y
SU APLICACIÓN EN ANDALUCÍA.**

TESIS DOCTORAL

Andrés Leal Gallardo

Sevilla, 2005

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS
DPTO. DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AMBIENTAL

**MÉTODO PARA EL DESARROLLO TÉCNICO DE
TRIBUTOS DE VERTIDOS A LAS AGUAS LITORALES Y
SU APLICACIÓN EN ANDALUCÍA.**

Memoria que presenta Andrés Leal Gallardo para optar
al grado de Doctor por la Universidad de Sevilla.

Fdo.: Andrés Leal Gallardo

José Usero García
Director de la Tesis

José Morillo Aguado
Director de la Tesis

Sevilla, 2005

I	<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
II	<i>ANTECEDENTES</i>	7
	1. Convenios internacionales	7
	1.1. Sobre contaminación derivada del transporte marítimo.....	10
	1.2. Sobre vertidos intencionados desde buques.....	15
	1.3. Sobre contaminación marina de origen terrestre.....	17
	1.4. De carácter integral y ámbito territorial	17
	2. Normativa comunitaria	27
	2.1. Instrumentos jurídicos de la Unión Europea.....	28
	2.2. Aproximación global a la legislación de la Unión Europea en materia de aguas	31
	2.3. Régimen de vertidos.....	34
	2.4. Calidad de las aguas naturales.....	58
	2.5. Directiva marco de aguas, 2000/60/CE.....	63
	3. Normativa estatal	69
	3.1. Régimen de vertidos desde tierra	71
	3.2. Objetivos de calidad.....	83
	3.3. Otra legislación estatal	83
	4. Normativa de la Comunidad Andaluza	84
	4.1. Normativa sobre vertidos y calidad de aguas.....	85
	4.2. Aplicación de la legislación estatal en Andalucía.....	92
	5. Bibliografía	96
III	<i>ESTUDIO COMPARATIVO DE FISCALIDAD SOBRE VERTIDOS</i>	105
	1. Cánon de vertidos de la Ley de Aguas	106
	1.1. Cánon de vertidos de la ley 29/1985, de Aguas	106
	1.2. Cánon de control de vertidos del Real Decreto Legislativo 1/2001	114

2. Los tributos sobre vertidos en Andalucía	123
2.1. El cánón de vertidos al mar	124
2.2. Impuesto sobre vertidos a las aguas litorales de Andalucía	131
3. Cánones de saneamiento en otras comunidades autónomas	135
3.1. Cánón del agua de Cataluña	136
3.2. Cánón de saneamiento de Valencia	143
3.3. Otros cánones de saneamiento	151
4. Impuesto sobre aguas residuales de Alemania	151
5. Impuesto sobre aguas residuales de Dinamarca	153
6. Tasa sobre actividades contaminantes en Australia	155
6.1. Determinación de la tasa administrativa	156
6.2. Determinación de la tasa por carga contaminante	157
7. Análisis crítico de los tributos sobre vertidos	164
7.1. Cánón de vertidos de la Ley de Aguas de 1985	165
7.2. Cánón de control de vertidos del RDL 1/2001	176
7.3. Cánón de vertidos al mar de Andalucía	178
7.4. Impuesto sobre vertidos a las aguas litorales de Andalucía	192
7.5. Cánón del agua de Cataluña	193
7.6. Cánón de saneamiento de Valencia	194
7.7. El impuesto alemán	195
7.8. El impuesto danés	195
7.9. La tasa australiana	196
8. Bibliografía	197
IV MÉTODO PROPUESTO	201
1. Método para la selección de parámetros	201
1.1. Parámetros que deben ser tenidos en cuenta	203
1.2. Selección de parámetros para el impuesto	210
2. Peso de los parámetros	239
3. Criterios para seleccionar los parámetros característicos de cada vertido	242
4. Cálculo de las unidades contaminantes	244

5. Coeficientes correctores	248
5.1. De tipo o naturaleza del vertido.....	248
5.2. De lugar de vertido	250
5.3. De forma de vertido	252
5.4. Otros coeficientes	255
6. Vertidos y parámetros con tratamientos especiales	260
6.1. pH	260
6.2. Vertidos de refrigeración	261
6.3. Vertidos de piscifactorías	266
6.4. Vertidos urbanos.....	267
6.5. Desalinizadoras.....	268
6.6. Vertidos agrícolas	269
6.7. Aliviaderos de pluviales	270
7. Precio de la unidad contaminante	272
8. Bibliografía	272
V <i>LOS VERTIDOS DESDE TIERRA AL MAR EN ANDALUCÍA</i>	277
1. Clasificación de los vertidos según su naturaleza	278
2. Clasificación según el lugar de vertido	280
3. Clasificación según la forma de vertido	282
4. Clasificación según su funcionamiento	284
4.1. Vertidos con funcionamiento regular	286
5. Características fisicoquímicas de los vertidos	293
6. Bibliografía	298
VI <i>APLICACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO EN ANDALUCÍA</i>	299
1. Selección de los parámetros	299
2. Peso de los parámetros: valores de referencia	301
2.1. Valores de referencia de parámetros sin límite de vertido	304
2.2. Parámetros cuyos límites no son adecuados como valor de referencia.....	307

2.3. Parámetros de vertidos especiales.....	310
2.4. Valores de referencia	317
3. Criterios para seleccionar los parámetros característicos de cada vertido	319
3.1. Criterio de concentración: valores umbrales.....	319
3.2. Criterio de lista cerrada	322
4. Cálculo de las unidades contaminantes.....	324
5. Coeficientes correctores.....	325
6. Vertidos y parámetros con tratamientos especiales.....	325
6.1. Vertidos urbanos	326
6.2. Vertidos agrícolas	328
6.3. Aliviaderos de pluviales.....	329
7. Precio de la unidad contaminante	330
7.1. Valor mínimo	330
7.2. Valor disuasorio	330
8. El impuesto que se propone para Andalucía.....	332
8.1. Descripción resumida del procedimiento de cálculo del impuesto	332
8.2. Ventajas del nuevo impuesto	339
9. Comparación económica del tributo propuesto con otros existentes	342
9.1. Vertidos urbanos sin depurar	345
9.2. Vertidos urbanos depurados.....	347
9.3. Industria química inorgánica.....	349
9.4. Industria química orgánica.....	352
9.5. Piscifactorías	353
9.6. Vertidos de refrigeración	355
10. Bibliografía.....	357
VII CONCLUSIONES.....	361

Agradecimientos.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. D. Ignacio Gracia Manarillo porque esta Tesis se inició gracias a su apoyo e impulso y a mis directores de Tesis el Dr. D. José Usero García y Dr. D. José Morillo Aguado sin la ayuda de los cuales jamás hubiera finalizado.

Igualmente deseo expresar mi agradecimiento a todos los compañeros de la Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental porque sus conocimientos también están aquí reflejados.

A mis padres.

Introducción

En la actualidad existe una creciente preocupación social por el deterioro del medio ambiente y por el impacto que determinadas actividades pueden causar sobre él. Esta preocupación ha surgido como consecuencia de la toma de conciencia de que, si no se adoptan las medidas preventivas y correctoras adecuadas, muchos recursos naturales se agotarán o se degradarán con carácter irreversible en un plazo relativamente corto.

Además se está produciendo un gran distanciamiento entre los beneficios privados que producen el uso y consumo de los recursos naturales y los costes sociales y medioambientales que ocasionan estas prácticas, lo que ha dado lugar a que se extienda el uso de instrumentos económicos como parte de las políticas medioambientales, que complementan en la protección del medio ambiente a otros instrumentos normativos clásicos basados en el esquema: mandato, control y sanción.

Entre los instrumentos económicos más utilizados se encuentran los tributos ambientales o ecológicos que se vienen aplicando ampliamente en los últimos años. Es de señalar que, ya en el año 1989 la OCDE contabilizó que existían 81 tributos ambientales entre los 153 instrumentos económicos de intervención ambiental que estaban en vigor. Muchos de estos tributos se han establecido en el marco de la denominada “reforma fiscal verde” que persigue la sustitución

progresiva de los tradicionales impuestos sobre el ahorro, la producción y el trabajo, por otros que penalizan a las actividades que causan un impacto negativo sobre el medio ambiente.

El establecimiento de tributos ambientales tiene una serie de aspectos positivos entre los que se pueden destacar las siguientes:

- Hace efectivo el principio de “quien contamina paga”, lo que permite modificar las conductas hacia un uso más racional de los recursos naturales y ayuda a internalizar los costes derivados de los daños que se producen en el medio ambiente.
- Puede suponer una aportación recaudatoria importante que suministre recursos destinados a mejorar la infraestructura ambiental.
- Su aceptación política y social es elevada, puesto que estos tributos tienen una buena imagen entre los ciudadanos y además los gobiernos son receptivos a nuevas formas de conseguir ingresos.
- Ayuda a la aplicación de los principios de “acción preventiva” que establece que es mejor prevenir que corregir el daño una vez producido y de “corrección del problema en la fuente” que postula que es mejor tomar acciones en la actividad que causa el daño que intentar resolver los problemas en el medio receptor.

Entre los ejemplos de tributos ambientales establecidos en los países desarrollados están los que gravan las emisiones a la atmósfera, los vertidos líquidos, el consumo de agua, el uso de envases no retornables, el consumo de carburantes, fertilizantes, plaguicidas, detergentes, etc.

La aplicación de los tributos anteriores se ha sustentado sobre la existencia previa en los países desarrollados de una amplia normativa ambiental a la cual complementan, ya que ambos tienen objetivos comunes (fomentar la reducción de la contaminación y la disminución del consumo de recursos naturales) y emplean controles similares para velar por su cumplimiento (en muchos casos los parámetros que son necesarios para aplicar los tributos son los mismos que se limitan en las legislaciones ambientales).

En materia de aguas existe una normativa muy abundante y ha sido ampliamente estudiada, si bien ésta se refiere, en la mayoría de los países, casi exclusivamente a las aguas dulces o continentales (ríos, lagos, embalses y subterráneas), siendo escasa y poco estudiada la normativa sobre aguas marinas. Ello se debe a que estas aguas nunca han presentado problemas de escasez, como las aguas dulces, y a que sus usos más tradicionales no han dependido de su calidad.

En España el desarrollo de la legislación medioambiental en materia de aguas litorales (calidad de aguas, vertidos, fiscalidad,...) también ha sido reciente y el estudio de la misma es bastante escaso. En concreto en materia de fiscalidad de vertidos no existe, salvo en Andalucía, ningún tributo específico para los vertidos al mar y los que son aplicables a todo tipo de vertidos se adaptan mal a las aguas litorales.

Dado los importantes aspectos positivos del uso de los tributos ambientales, ya comentados, y el escaso número de países y comunidades autónomas que disponen de tributos que gravan los vertidos al mar, es previsible que, siguiendo las recomendaciones de la OCDE, en los próximos años exista un creciente interés por implantar este tipo de tributos, en aquellas zonas que no dispongan de ellos.

Todas las consideraciones anteriores han hecho que se plantee como principal objetivo de esta Tesis Doctoral la propuesta de un método sistemático para la elaboración de los aspectos técnicos de los tributos que gravan los vertidos desde tierra a las aguas litorales.

Para la aplicación de este método se han elegido los vertidos a las aguas litorales de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Entre las diversas causas de esta elección se pueden citar las siguientes:

- Es la segunda comunidad autónoma de España por longitud de sus costas.
- En esta comunidad existen numerosos vertidos desde tierra al mar.
- Estos vertidos están inventariados y sus características son bien conocidas.
- Andalucía dispone de una amplia legislación en materia de vertidos y calidad de las aguas, lo que facilita la implantación de un impuesto sobre vertidos.

La memoria de esta Tesis se estructura en 7 capítulos. Tras el capítulo I de introducción, en el capítulo II se realiza un análisis técnico de la legislación aplicable en materias de vertidos al mar y de calidad de las aguas litorales. El primer apartado de este capítulo está dedicado al estudio de los convenios internacionales que son de aplicación en las aguas marítimas españolas, entre los que destacan los Convenios de Londres, Barcelona y OSPAR. El segundo apartado estudia las directivas de la Unión Europea para aguas continentales y litorales, entre éstas recibe un tratamiento especial la Directiva marco de aguas, por su carácter integrador. En el tercero se analiza la legislación de ámbito estatal cuyo cuerpo principal está formado por la Ley de Costas y sus Reglamentos,

junto con las normas que derivan de las directivas comunitarias. El último se dedica a la normativa andaluza, especialmente a la Ley de Protección Ambiental y al Reglamento de la Calidad de las Aguas Litorales.

En el Capítulo III se analizan 9 ejemplos de fiscalidad sobre vertidos líquidos, que se consideran los más representativos a escala mundial, y se estudian sus ventajas e inconvenientes mediante un análisis crítico de los mismos.

El Capítulo IV se describe el método que se propone para la elaboración sistemática de nuevos tributos sobre los vertidos a las aguas litorales que no presenten los inconvenientes y limitaciones de los ya existentes.

En el Capítulo V se estudian los vertidos desde tierra al mar de Andalucía, que son los objetos tributarios sobre los que se aplica el método propuesto, y se clasifican en función de su naturaleza, características, lugar de vertido, funcionamiento, etc.

En el capítulo VI se aplica el método propuesto en el capítulo IV a los vertidos que han sido estudiados en el capítulo V y se desarrollan los aspectos que en el método general no se han concretado y, por último, en el Capítulo VII se recogen las principales conclusiones obtenidas en esta Tesis Doctoral.

Antecedentes

1. CONVENIOS INTERNACIONALES

Es evidente que los problemas que se ciernen sobre el medio ambiente son objeto de una preocupación que ha traspasado el ámbito de los Estados y ha pasado, desde hace ya varias décadas, a los foros internacionales.

Este fenómeno se viene observando, especialmente desde la creación de la Organización de las Naciones Unidas, que cuenta en la actualidad con numerosos organismos dedicados a temas medioambientales. Existe además un buen número de organismos, que fuera de la esfera de las Naciones Unidas, acometen tareas de protección del medioambiente.

En algunos casos los problemas pueden solucionarse mediante políticas y actuaciones individuales, locales o nacionales. Pero existen recursos compartidos, tales como la atmósfera y la hidrosfera, y otros como los biológicos que se plantean como un patrimonio común de la humanidad, por ello son necesarios los convenios internacionales.

Un convenio internacional es un contrato o compromiso entre Estados u otros sujetos del derecho internacional, tales como organizaciones supraestatales. Tiene también otras numerosas denominaciones: tratado, convención, acuerdo, pacto, compromiso, protocolo, estatuto, concordato, declaración común de intención, etc.

Se regulan por la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados [1]. Esta Convención, auténtica “ley de procedimiento administrativo” de las relaciones internacionales, excluye del concepto de convenio internacional a los no celebrados por escrito y de su ámbito de aplicación a los acuerdos internacionales entre Estados y otros sujetos del derecho internacional o de estos últimos entre sí, limitándose a los compromisos entre Estados.

Todo Estado tiene capacidad para celebrar convenios internacionales. El texto se puede adoptar mediante el consentimiento de todos los Estados participantes en su elaboración o en una conferencia internacional por mayoría de dos tercios de los Estados votantes, salvo que se disponga otra cosa.

El consentimiento en obligarse por un Convenio puede manifestarse mediante: firma, firma “ad referéndum”¹, el canje de instrumentos que constituyan el tratado o los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

Existe un plazo para la firma, ratificación, aceptación y aprobación, transcurrido el cual, el Tratado sólo puede suscribirse por adhesión. Esta última forma se aplica, por tanto, cuando el Estado no ha participado ni en la negociación ni en la adopción del texto.

1 A condición de ser aprobado por el superior o el mandante.

La Constitución Española establece que es necesaria la autorización previa de las Cortes Generales para prestar el consentimiento del Estado para obligarse en los siguientes tratados internacionales: los de carácter político o militar, los que afecten a la integridad territorial del Estado, los relacionados con los derechos y deberes fundamentales, los que impliquen obligaciones financieras para la Hacienda Pública y los que supongan modificación o derogación de alguna ley o exijan medidas legislativas para su ejecución. Los Tratados mediante los que se atribuyen el ejercicio de competencias derivadas de la Constitución a una organización internacional requieren autorización mediante ley orgánica. Los restantes Tratados deben ser notificados al Congreso y al Senado una vez concluidos [2].

Entran en vigor en la fecha que se disponga en ellos o que acuerden los Estados negociadores. La Constitución Española establece que formarán parte del ordenamiento interno, una vez publicados oficialmente en España.

Las modificaciones o revisiones parciales se realizan mediante Enmiendas y requieren el acuerdo de las Partes Contratantes. Se suelen adoptar mediante Protocolos a los que también se les aplica lo anteriormente expuesto sobre celebración de los tratados y entrada en vigor.

Un aspecto importante de estos convenios es su difícil aplicación, ya que el valor coercitivo de los mismos se difumina hasta llegar su aplicación a los ciudadanos. Esto se debe a que su eficacia se reduce a la creación o modificación de leyes internas o a la aplicación de políticas concordantes [3].

A continuación se describen brevemente los más importantes. Se han agrupado en función del origen de la contaminación en: convenios para prevenir la contaminación derivada del transporte marítimo, para prevenir vertidos desde

buques, sobre contaminación de origen terrestre y por último los de carácter integral y ámbito territorial.

1.1 Sobre contaminación derivada del transporte marítimo

Los convenios internacionales tienen especialmente presente la contaminación por hidrocarburos, lo que se explica porque el transporte y manipulación en el mar de los productos y subproductos petrolíferos suponen una de las amenazas más serias que gravitan sobre los océanos, debido al enorme volumen de los líquidos implicados en estas operaciones, como consecuencia de la sustancial dependencia de estas materias primas por el mundo industrial y su alta capacidad contaminante.

Los accidentes de los petroleros tienen un impacto muy superior al del volumen derramado en otras circunstancias, debido a que el vertido se produce en una zona limitada, lo que da lugar a una elevada concentración de contaminantes.

Si los accidentes se ocasionan en alta mar, las posibilidades de una rápida recuperación de los ecosistemas son grandes. Diferente es cuando los vertidos se producen cerca de la plataforma continental y sobre todo de la costa, ya que pueden dar lugar a que la vida marina quede seriamente dañada durante años, aunque el mar termine autodepurando los residuos de este tipo.

En la actualidad este problema parece estar remitiendo por la disminución del tráfico marítimo de petróleo, la mejora en la tecnología naval (entre ellas la utilización del doble casco en los barcos petroleros) y, sobre todo, por los progresos en las acciones antisiniestro. Sin embargo, accidentes recientes como el del “Erika” en la costa francesa o el “Prestige” en la gallega parecen haber

dado un cambio en esta tendencia.

El mayor vertido de la historia fue realizado en 1979 por el “Atlantic Express”, un barco de bandera griega que arrojó frente a las costas de Taboga 276.000 toneladas de petróleo. Pero fue muy superior el perjuicio ecológico causado por el naufragio en 1978 del “Amoco Cádiz”, bajo pabellón de conveniencia, que vertió en las costas francesas del Canal de la Mancha 228.000 toneladas de petróleo.

Sin duda el accidente con mayor importancia ecológica ha sido el que protagonizó, en marzo de 1989, el petrolero “Exxon Valdez” en el estrecho Príncipe William en aguas de Alaska, donde vertió unos 240.000 barriles de crudo. Este accidente tuvo una gran trascendencia para la importante, pero frágil, vida que albergan los ecosistemas de Alaska e incidió catastróficamente en la supervivencia de valiosas colonias de peces y mamíferos árticos, a lo que contribuyó las dificultades en la limpieza y en la autodepuración del vertido en las frías condiciones de las aguas.

En España el naufragio del “Urquiola”, en 1976, causó graves perjuicios ambientales al verter frente al puerto de La Coruña 101.000 toneladas de crudo, sin embargo el reciente accidente del Prestige, un petrolero de casco único que transportaba 77.000 toneladas de fuel pesado, es el que ha tenido mayores consecuencias ambientales, al afectar a más de 200 km de costa del litoral Atlántico.

Los convenios incluidos en este grupo pretenden, sobre todo, impedir la contaminación de los mares por hidrocarburos que son arrojados intencionadamente o a través de escapes de las bodegas en el tráfico marítimo ordinario. Acuerdos posteriores como el de Londres de 1973 (ver apartado 1.1.2)

extendieron sus efectos a toda clase de productos tóxicos vertidos desde los barcos [3].

1.1.1 Convenio sobre intervención en alta mar en casos de accidentes de 1969

Este Convenio [4] fue impulsado tras el accidente del “Torrey Canyon” y obliga a las Partes a adoptar una serie de medidas, que el Convenio no especifica, para evitar o eliminar los daños que se puedan provocar en las costas como consecuencia de un accidente de un petrolero en alta mar. Se entiende por alta mar la parte no perteneciente al mar territorial ni a las aguas interiores de un Estado (según la definición del Convenio de Ginebra sobre Alta Mar de 1958) [5]. Se trata de una porción de la hidrosfera que soporta múltiples actividades humanas difícilmente controlables, ya que escapan al ámbito jurisdiccional de los estados ribereños.

1.1.2 Convenios de Londres de 1973 y MARPOL 73/78

El Convenio de Londres de 1973 [6] afecta a toda clase de sustancias vertidas desde buques, aunque tiene presente fundamentalmente a los hidrocarburos. Pretende cubrir determinadas lagunas del ordenamiento internacional, reforzando sobre todo los poderes disuasorios de los Estados y superando, en alguna medida, la exclusividad de los controles por parte de los Estados del pabellón. Su Protocolo de 1978 introdujo precisiones adicionales, en relación con los hidrocarburos, dando lugar al Convenio MARPOL 73/78 [7] que sustituyó al anterior.

Este Convenio introduce la novedad de ser universal en el sentido territorial e incluye todo tipo de descargas, no sólo las accidentales, de un listado amplio de

sustancias perjudiciales e instituye zonas especiales dentro de las cuales se prohíbe todo tipo de vertido, entre las que se encuentra el mar Mediterráneo (otras son el mar Báltico, el mar Negro, el mar Rojo y el golfo Pérsico).

En sus seis anexos técnicos incluye un amplio contenido reglamentario en el que se regula la descarga al mar de los desechos generados por los buques como consecuencia de su propia actividad, de manera que todos aquellos que por su naturaleza o cantidad no pueden ser arrojados al mar deben ser entregados a instalaciones de recepción en los puertos, con la finalidad de que reciban un tratamiento adecuado [8]. También establece las condiciones técnicas requeridas a los buques para evitar vertidos contaminantes, por ejemplo los nuevos petroleros de más de 70.000 toneladas deben contar con instalaciones adecuadas para evitar que se contaminen las aguas de lastre y dispositivos de vigilancia para el control de los vertidos.

Los Anexos son una parte importante del Convenio por el gran rigor de su contenido técnico, siendo especialmente exhaustivo en el caso de derrames de petróleo. Clasifica las sustancias en 4 categorías según sus características de toxicidad para la vida acuática, riesgo para la salud o bioacumulabilidad, aplicando a cada una de ellas controles diferentes.

Desde el punto de vista de los controles, aunque la potestad sancionadora sigue radicada en el Estado del pabellón del navío, se incrementan las posibilidades de intervención por parte de otras naciones. Todo buque está obligado a poseer certificados expedidos conforme a lo dispuesto en las reglas del Convenio, autorizándose a las naciones que lo han suscrito a comprobar en sus puertos respectivos la posesión de tal certificado. En caso necesario, las autoridades que efectúen la inspección deben tomar las medidas precisas para que el buque no se haga a la mar si existe una amenaza razonable de daño al

medio marino. Las partes signatarias del Convenio pueden realizar inspecciones en puerto para verificar si el buque efectuó alguna descarga de sustancias perjudiciales, inspección que puede llevarse a efecto por propia iniciativa o a instancia de otras naciones.

Tabla 1: Categorías según características de toxicidad para la vida acuática recogidas en el Convenio MARPOL 73/78.

Categoría A	Sustancias bioacumulables y que pueden crear riesgos para la vida acuática o la salud humana; o que son muy tóxicas, (TLm ² < 1 ppm).
Categoría B	Sustancias con bioacumulabilidad menor de 1 semana o que pueden alterar el sabor y olor de los alimentos; o que son moderadamente tóxicas (1 < TLm < 10 ppm).
Categoría C	Sustancias ligeramente tóxicas (10 < TLm < 100 ppm).
Categoría D	Sustancias prácticamente no tóxicas (100 < TLm 1000 ppm) o que forman depósitos en el fondo del mar con una alta DBO ₅ .

Tras el accidente del Exxon Valdez, en las costas de Alaska en 1989, los Estados Unidos adoptaron unilateralmente la exigencia de doble casco en los petroleros, tanto para los nuevos como para los existentes, mediante límites de antigüedad (entre 23 y 30 años como máximo a partir de 2005) y plazos de retirada de los petroleros de casco único (entre 2010 y 2015). Este hecho obligó a la Organización Marítima Internacional (OMI) a modificar el Convenio MARPOL y exigir que todos los petroleros entregados a partir de 1996 sean de doble casco y un calendario de retirada de los petroleros de casco único que finaliza en el año 2026. Es posible que esta fecha termine adelantándose, ya que los accidentes del Erika en 1999 y del Prestige en 2002, y el temor a que las mayores exigencias de Estados Unidos termine convirtiendo a los puertos

2 TLm: mediam Tolerance Limit (Límite de tolerancia medio: concentración de una sustancia tóxica a la cual sobreviven el 50% de los seres vivos en un test de exposición y en un determinado periodo).

Europeos en lugares de operación de los petroleros de mayor riesgo de contaminación, están ejerciendo una gran presión para que se adelante en Europa la prohibición del uso del casco único.

1.2. Sobre vertidos intencionados desde buques

Tienden a prevenir la contaminación del mar por vertido intencionado de desechos y otras materias que son transportadas, normalmente por buques fletados al efecto, al objeto de su eliminación. Se trata pues de evacuación deliberada en el mar de ciertas sustancias y no de consecuencias inherentes a las operaciones normales de navegación y el transporte. Este convenio tampoco afecta a los vertidos realizados desde la costa.

Este modo de vertido ofrece la posibilidad de deshacerse de grandes cantidades de sustancias y subproductos industriales tan altamente peligrosos y tóxicos que hacen inviable su vertido cerca de la costa. Sin embargo, el nivel de vertidos ha sido tan grande, sobre todo en zonas industrializadas, que la situación llegó a ser tan grave que los Estados vieron la necesidad de elaborar convenios internacionales al respecto.

Un ejemplo de este tipo de vertidos es el que realizaba la empresa Tioxide ubicada en el polo industrial de Huelva. Los residuos ácidos procedentes de la fabricación de bióxido de titanio en la factoría onubense eran vertidos en el golfo de Cádiz mediante los buques Nerva y Niebla, que arrojaban al mar una media de 1.000 toneladas diarias de ácido sulfúrico y sulfato de hierro. Este vertido, que se produjo durante 14 años, fue suprimido en 1993 después de los compromisos adquiridos en 1987 con la entonces Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, en el marco del Plan de corrección de vertidos del polo industrial de Huelva [9].

1.2.1 *Convenio de Oslo de 1972*

El Convenio de Oslo de 1972 [10] es una iniciativa de carácter regional, al ser su ámbito de aplicación el alta mar y el mar territorial del Atlántico Nordeste.

Clasifica por primera vez los materiales en tres listas, según especificaciones que se recogen en sus anexos. Todos los desechos y materiales enumerados en la primera lista se consideran prohibidos, para los incluidos en la segunda lista se requiere un permiso especial previo, mientras que para las restantes (lista tercera) basta un permiso general. En cualquier caso sólo se pueden autorizar vertidos en aguas profundas (más 2.000 metros de profundidad) y a más de 150 millas de la costa.

El Convenio fue modificado por un Protocolo [11] que introduce un anexo que regula las operaciones de incineración de residuos llevados a cabo en buques pero no incluye a las sustancias radiactivas entre las materias prohibidas. Tiene el mismo ámbito territorial que el Convenio de París de 1974 sobre contaminación marina de origen terrestre (ver 1.3.1), ambos textos han sido objeto de revisión y refundición en el Convenio de París de 1992 para la Protección del Medio Marino en el Atlántico Nordeste (ver 1.4.2).

1.2.2 *Convenio de Londres de 1972*

Este Convenio [12] tiene un contenido análogo al de Oslo de 1972, con la sustancial diferencia de que es aplicable a las aguas internacionales de todos los mares y océanos e incluye el control de sustancias como el petróleo y derivados, sustancias radioactivas, materiales propios de la guerra química y biológica, etc., sin embargo no incluye ningún mecanismo de supervisión de la aplicación de sus reglas.

1.3. Sobre contaminación marina de origen terrestre

Este tipo de contaminación es el originado por vertidos realizados desde tierra, como consecuencia del arrastre de los ríos, por vertidos directos desde las costas o debido al desagüe de emisarios submarinos.

1.3.1 Convenio de París de 1974

El Convenio de París de 1974 [13] tiene como ámbito de actuación el Atlántico Nordeste. Fue objeto de una refundición con el Convenio de Oslo [10], dada la coincidencia del ámbito territorial.

También establece, como el de Oslo, un sistema de listas de sustancias según su incidencia en el medio, siendo sus objetivos: eliminar la contaminación de origen terrestre de la zona marítima delimitada provocada por las sustancias de la parte I (análogas a la lista I del Convenio de Oslo) y limitar la contaminación de origen terrestre de dicha zona, provocada por las sustancias enumeradas en la parte II (análogas a la lista II del Convenio de Oslo), así como adoptar medidas para limitar y, en su caso, eliminar la contaminación provocada por las sustancias radiactivas contenidas en la parte III.

1.4 De carácter integral y ámbito territorial

Por lo comentado hasta ahora se deduce que existían numerosos Convenios con el mismo objetivo, combatir la contaminación de los mares, pero que abordaban sólo una parte del problema. Así, unos trataban sólo de los vertidos desde buques, otros de los vertidos desde tierra y otros de las descargas accidentales. Por ello se vio la necesidad de abordar los problemas de una manera más amplia de lo que se había hecho hasta ese momento, mediante un

enfoque integral que tuviera en cuenta todas las posibles fuentes de contaminación en una zona. Nacen así el Convenio de Helsinki, cuyo ámbito es el mar Báltico, el Convenio de Barcelona, cuyo ámbito es el mar Mediterráneo y el Convenio OSPAR³, cuyo ámbito es el Atlántico Nordeste. A continuación se describen brevemente los Convenios de Barcelona y OSPAR, al ser los dos únicos que tienen relación con España, siendo además Andalucía la única región de Europa que está afectada por ambos.

1.4.1 Convenio de Barcelona de 1976

Las características hidrográficas y ecológicas del mar Mediterráneo le hacen especialmente sensible a la contaminación: mar cerrado con escasa renovación de sus aguas, gran población ribereña que desarrolla numerosas actividades contaminantes, importante tráfico marítimo, elevada población estacional en época estival debido al intenso turismo. Las actividades desarrolladas en tierra firme (urbanización, industria y agricultura) constituyen las principales fuentes de contaminación del Mediterráneo, estando localizados sus “puntos negros” en bahías y golfos, que son recintos semicerrados cercanos, en un buen número de casos, a puertos importantes, grandes ciudades y áreas industriales [14]. El enfoque para abordar el problema necesariamente debe ser regional e integral.

3 Este nombre proviene de la fusión de los Convenios de Oslo y París.



Figura 1: Ámbito del Convenio de Barcelona de 1976 y países firmantes.

En 1975 los países ribereños del Mediterráneo acordaron establecer el Plan de Acción del Mediterráneo (MAP)⁴ para el que se adoptó en 1976 el Convenio de Barcelona mediante un Acuerdo Marco [15] y dos protocolos (sobre vertidos desde buques y sobre cooperación para combatir situaciones de emergencia) a los que más tarde se añadieron cinco más, sin embargo la mayoría de éstos últimos aún no han entrado en vigor al no haber sido ratificados por $\frac{3}{4}$ de las Partes contratantes. Fueron revisados en 1995 para orientarlos más a la acción y para que pudieran servir como instrumento de desarrollo sostenible en la región.

Los convenios internacionales que existían hasta ese momento trataban los temas sectorialmente, dependiendo del tipo de fuente contaminante. Este Convenio insta a las Partes a que adopten medidas para prevenir, reducir y combatir la contaminación de la zona del mar Mediterráneo causada por cuatro grandes fuentes [16]:

4 MAP: Mediterranean Action Plan.

1. Los vertidos directos de origen terrestre, realizados a través de los ríos, establecimientos costeros, emisiones y otras posibles fuentes.
2. Las operaciones de vertido efectuadas desde buques y aeronaves.
3. Las descargas desde los buques.
4. La exploración y explotación de la plataforma continental del fondo del mar y del subsuelo.

La primera gran fuente de contaminación que se contempla en el marco del Convenio, en concreto en el “Protocolo para la protección del Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre” [17], es la procedente de la descarga de desechos domésticos e industriales hídricos y atmosféricos no tratados, insuficientemente tratados o evacuados de forma inadecuada, que provocan un grave perjuicio económico y ecológico en las aguas costeras y en los estuarios del Mediterráneo.

Las Partes se comprometen a eliminar, mediante la adopción de programas y las medidas necesarias, la contaminación de origen terrestre provocada por las sustancias enumeradas en el anexo I del Protocolo, y que han sido incluidas en función de su toxicidad, persistencia y bioacumulación. No se aplica este anexo si las sustancias son descargadas en cantidades inferiores a los límites definidos conjuntamente por las Partes, en cuyo caso se requerirá un permiso de vertido.

Además hay que reducir la contaminación originada por las sustancias enumeradas en el anexo II del Protocolo, las cuales están sujetas a la expedición de un permiso. Son en general menos nocivas o se convierten más fácilmente en inocuas mediante procesos naturales, afectando a zonas costeras más limitadas.

Los factores que han de tomarse en cuenta en la expedición de autorizaciones son: las características y composición de los desechos, su nocividad, el lugar de descarga en el medio marino receptor, la disponibilidad de tecnologías relacionadas con los desechos y la posible perturbación de los ecosistemas marinos y de los usos del agua del mar.

En 1996 se enmendó el Protocolo y actualmente persigue eliminar la contaminación procedente de fuentes y actividades de origen terrestre, y se centra especialmente en las sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulativas de la cadena alimentaria. Su ámbito de acción incluye no sólo el mar Mediterráneo sino también su cuenca hidrográfica, de esta forma se reconoce el impacto que provocan los cursos de agua y las corrientes atmosféricas en la contaminación del Mediterráneo. El Programa de Acción Estratégica (SAP)⁵ se adoptó posteriormente para definir las metas de reducción y eliminación y para fijar los plazos según las sustancias.

La segunda gran fuente se incluye en el “Protocolo sobre la prevención de la contaminación del Mar Mediterráneo causada por vertidos desde buques y aeronaves” [18], su contenido es similar al del Convenio de Londres de 1972 [12]. Las sustancias reguladas se enumeran en tres anexos del Protocolo, de tal forma que, al igual que con las fuentes terrestres, se prohíbe el vertido de los desechos u otras materias enumeradas en el anexo I del Protocolo, mientras que las sustancias del anexo II precisan, para poder ser vertidas, de un permiso especial expedido por las autoridades nacionales competentes. Para los desechos que quedan excluidos de estos anexos es necesario un permiso expedido por las autoridades competentes. También se prevén situaciones de fuerza mayor y de emergencia en las que dichas prohibiciones no serán aplicables.

5 SAP: Strategic Action Plan.

En 1995 se enmendó el Protocolo sobre vertidos desde buques, transformándolo de un sistema que permitía vertidos con algunas excepciones en otro que prohibía los vertidos, salvo algunas excepciones. Una de ellas es el vertido de las plataformas obsoletas de petróleo y gas situadas mar adentro, que contienen numerosas sustancias tóxicas. Este tipo de vertidos ya ha sido prohibido en el Atlántico Nordeste por el Convenio de OSPAR, tras la campaña realizada por las asociaciones ecologistas contra la plataforma Brent Spar.

El Convenio de Barcelona es demasiado ambicioso en sus planteamientos y objetivos, ya que pretende anticiparse al futuro realizando planteamientos a largo plazo, que incluyen no sólo el descubrimiento del origen de la contaminación, sino también el examen de los componentes del desarrollo socioeconómico, al objeto de orientar un adecuado ecodesarrollo, ampliando el ámbito geográfico para abarcar todo lo que constituye la cuenca y la civilización mediterránea. Este programa, de loable ambición, supone ampliaciones culturales no desdeñables pero de difícil instrumentación en términos rigurosamente científicos.

El Plan de Acción para el Mediterráneo trata de responder a los propósitos generales del Convenio de Barcelona, entroncándose con la organización especializada de las Naciones Unidas para el Medioambiente, PNUMA⁶, con sede en Nairobi y que tiene diversas divisiones, una de las cuales es precisamente la que lleva a efecto la estrategia internacional del Mediterráneo y desempeña las funciones de Secretaría del Convenio y sus Protocolos.

Entre sus programas se encuentra el MEDPOL⁷ (Programa coordinado de investigación y vigilancia de la contaminación del Mediterráneo) que se

6 PNUMA: Plan de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

7 MEDPOL: Mediterranean Pollution.

encuentra en la fase III y tiene como objetivos: evaluar las fuentes de contaminación y estado del medio ambiente, elaborar y aplicar planes de acción contra la contaminación marina, formular planes de acción de prevención y de lucha contra la contaminación y vigilar la aplicación de los planes, programas y medidas adoptadas.

1.4.2 Convenio OSPAR

El Convenio OSPAR [19] sustituye a los de Oslo de 1974 y París de 1976 que tratan de la prevención de la contaminación del mar por vertidos desde buques (Oslo) y por fuentes situadas en tierra (París), por tanto se ocupa de todas las fuentes de contaminación del medio marino, y su ámbito territorial es el Atlántico Nordeste (ver figura 2).

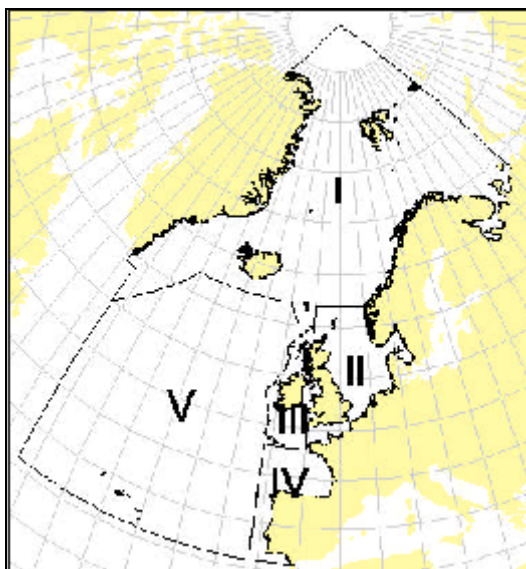


Figura 2: Ámbito de actuación del Convenio OSPAR.

El objeto de este Convenio es la protección integral del medio marino y para ello trata de reducir o eliminar las fuentes de contaminación que puedan

afectar al mar, ya sea directamente o indirectamente a través de los ríos o la atmósfera. Está inspirado por la Conferencia de Naciones Unidas sobre medio Ambiente y Desarrollo, que se celebró en Río de Janeiro en 1992, e incorpora principios aprobados en la ciudad de Río como el de “precaución” y el de “quién contamina paga” y conceptos como la utilización de los últimos desarrollos tecnológicos.

Los logros más importantes del Convenio son la posibilidad de adoptar decisiones de carácter jurídicamente vinculante y la obligación de facilitar información al público sobre el estado del medio ambiente marino, las actividades que pueden afectarle y las medidas adoptadas en cumplimiento del Convenio.

Tiene cuatro anexos que tratan los siguientes temas:

1. Sobre la prevención y la eliminación de la contaminación procedente de fuentes terrestres: se contempla la adopción de planes para la reducción o prohibición de las sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulables (como por ejemplo un buen número de compuestos organoclorados) y, cuando proceda, programas y medidas para la reducción de las aportaciones de nutrientes de fuentes urbanas, industriales, agrícolas y de otros tipos.
2. Sobre la prevención y eliminación de la contaminación por vertidos y por incineración desde buques: prohíbe los vertidos desde buques de todos los residuos y otras materias excepto fangos de dragado, desechos de pescado y materia inerte de origen natural. También prohíbe los vertidos de residuos y sustancias radiactivas de baja y media actividad y la incineración desde buques o plataformas.

3. Sobre la prevención y eliminación de la contaminación procedentes de fuentes mar adentro: prohíbe los vertidos desde las plataformas de residuos y otras materias y regula la utilización de productos químicos, también prohíbe el vertido y el abandono de instalaciones o de tuberías mar adentro no utilizadas sin permiso expedido al afecto. Este permiso no se expedirá si éstas contienen sustancias que provoquen, o puedan provocar, riesgos para la salud humana, daños a los recursos vivos y a los ecosistemas marinos, el deterioro de las posibilidades recreativas o la obstaculización de otros usos legítimos del mar. Como consecuencia de las modificaciones introducidas en la reunión de Sintra [20] se acordó prohibir el desmantelamiento en el mar de plataformas petrolíferas fuera de uso.

4. Sobre la evaluación de la calidad del medio marino: se establece la obligación de vigilar la calidad del medio marino y las actividades que puedan afectarle, obliga a cumplir prescripciones de garantía de calidad, incluida la participación en ejercicios de intercalibración, que han de ser enviados a la Comisión del Convenio.

La Comisión OSPAR es la responsable de la administración del Convenio y se estructura en Comités y Grupos de trabajo. Entre los grupos de trabajo especializados (tercer nivel), se pueden citar los de concentraciones, tendencias y efectos (SIME)⁸, aportes al medio ambiente marino (INPUT)⁹, vigilancia (MON)¹⁰, eutrofización (ETG)¹¹, fuentes puntuales y difusas (PDS)¹², sustancias

8 SIME: Working Group on Concentrations, Trends and Effects of Substances in the Marine Environment.

9 INPUT: Working Group on Inputs to the Marine Environment.

10 MON: Working Group on Monitoring.

11 ETG: Eutrophication Task Group.

12 PDS: Working Group on Point and Diffuse Sources.

prioritarias (SPS)¹³, etc.

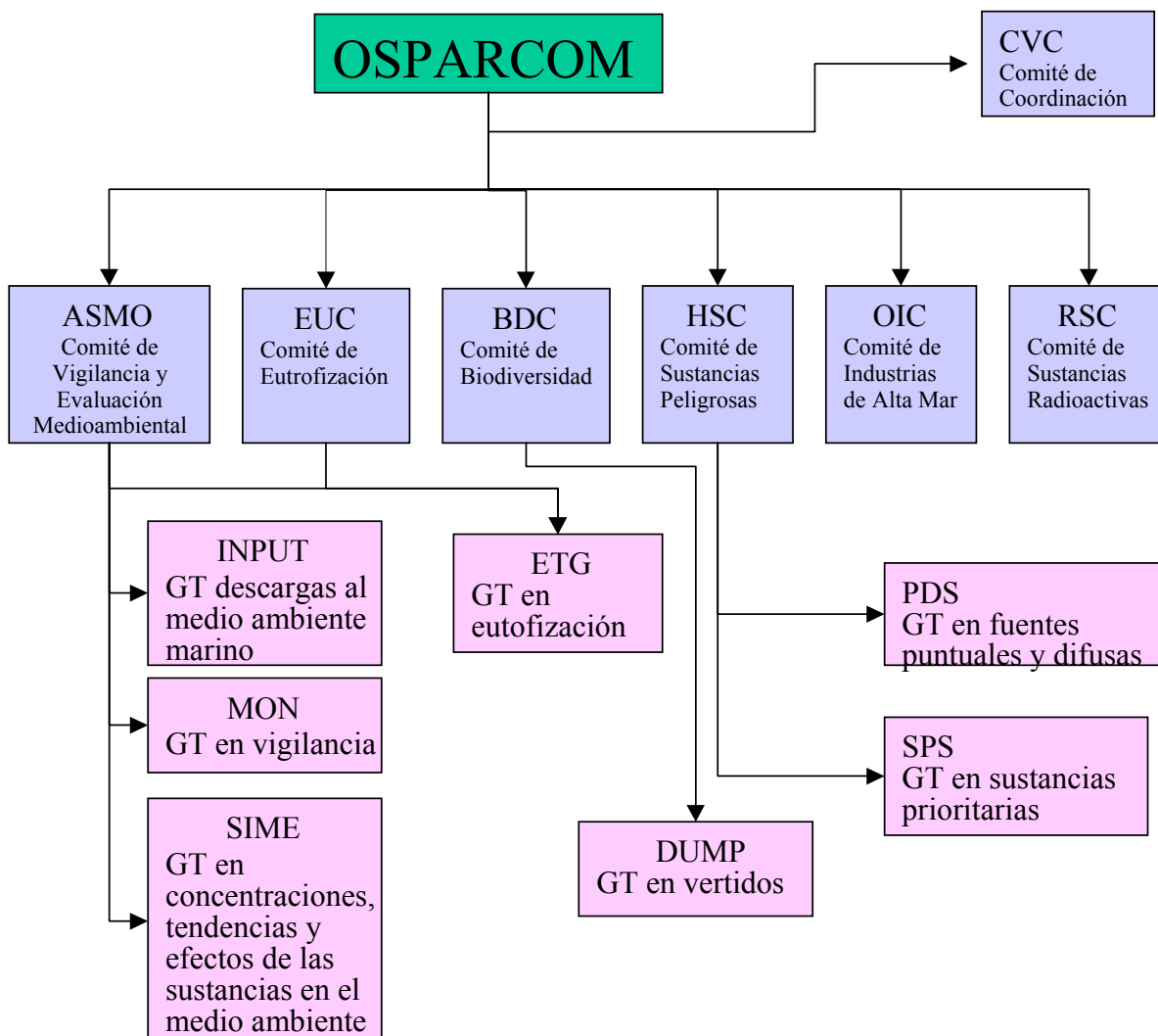


Figura 3: Organización de comités y grupos de trabajo del Convenio OSPAR.

Además se desarrolla un programa conjunto de vigilancia y evaluación (JAMP)¹⁴ que se divide en dos de control de fuentes: de aportes de ríos y

13 SPS: Working Group on Priority Substances.

14 JAMP: Joint Assessment and Monitoring Programme.

descargas directas (RID)¹⁵ y exhaustivo de vigilancia atmosférica (CAMP)¹⁶, y dos programas de control de medio receptor: coordinado de vigilancia medioambiental (CEMP)¹⁷ y de vigilancia de nutrientes (NMP)¹⁸.

En el marco de estos grupos de trabajo y programas de vigilancia se elaboran numerosos documentos que tratan de homogeneizar criterios técnicos y científicos que van desde métodos de redondeo hasta de cálculo de la carga contaminante que los ríos aportan al mar, pasando por límites de detección de los métodos analíticos, cálculo de tendencias o establecimiento de niveles de referencia y de fondo de sustancias naturales, etc.

2. NORMATIVA COMUNITARIA

La actuación comunitaria en materia medioambiental, y en particular la de aguas, se plasma en la elaboración de unos Programas de Acción, a desarrollar normalmente en cuatro años, en los que se indican los objetivos prioritarios a cumplir y que orientan los instrumentos y actos jurídicos que se aprueban.

Actualmente está en vigor el Sexto Programa que fue aprobado mediante la Decisión 1600/2002/CE [21] y tiene como principal objetivo lograr un nivel elevado de protección del medio ambiente y de la salud humana y una mejora general del medio ambiente y de la calidad de vida. Los objetivos más directamente relacionados con la protección del medio ambiente marino y la calidad de las aguas litorales y las actuaciones para alcanzar dichos objetivos aparecen en la tabla 2.

15 RID: Riverine Inputs and Direct Discharges.

16 CAMP: Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme.

17 CEMP: Coordinated Environmental Monitoring Programme.

18 NMP: Nutrients Monitoring Programme.

Tabla 2: Objetivos y actuaciones del sexto programa de acción comunitario.

OBJETIVOS	ACTUACIONES
<p>Conservar, restaurar adecuadamente y utilizar de manera sostenible el medio marino, las costas y los humedales.</p>	<p>Desarrollar nuevas medidas que contribuyan a prevenir los principales riesgos de accidentes, en particular los asociados a minería, transporte marítimo de sustancias peligrosas y sistemas de canalización.</p>
	<p>Promover una gestión sostenible de industrias como la turística y la extractiva.</p>
	<p>Fomentar de una agricultura más respetuosa con el medio ambiente</p>
	<p>Fomentar el uso sostenible del mar y la conservación de los ecosistemas marinos, incluidos los fondos marinos, los estuarios y las zonas costeras, mediante: 1) el fomento de la gestión integrada de las zonas costeras, 2) una estrategia para la protección y conservación del medio ambiente marino, teniendo en cuenta las obligaciones que se derivan de los convenios sobre el mar y la necesidad de reducir emisiones y los efectos del transporte marítimo y de otras actividades</p>
<p>Procurar que no se produzcan y utilicen productos químicos que generen repercusiones negativas sobre la salud y el medio ambiente (objetivo que se intentará lograr en una generación, año 2020) y reducir al impacto de los plaguicidas y lograr niveles de calidad de las aguas subterráneas y superficiales que no den lugar a riesgos o efectos significativos.</p>	<p>Revisión y actualización de los valores límites actuales.</p>
	<p>Aumentar el conocimiento de los riesgos inherentes del uso de los productos químicos haciendo recaer sobre los productores e importadores el desarrollo de los conocimientos y desarrollar procedimientos de prueba para la determinación del riesgo de sustancias nuevas</p>
	<p>Que las sustancias carcinogénicas, mutágenas o tóxicas para la reproducción y aquellas con características de contaminantes orgánicos persistentes (COP) sólo se utilicen en casos justificados y previa autorización.</p>
	<p>Ratificar el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).</p>
	<p>En cuanto al uso sostenible y la calidad elevada del agua: 1) Completa aplicación de la Directiva marco sobre aguas. 2) Desarrollar medidas destinadas al cese de los vertidos y los escapes de sustancias peligrosas prioritarias. 3) Garantizar un elevado nivel de protección de las aguas de baño y revisar la Directiva de aguas de baño.</p>

2.1 Instrumentos jurídicos de la Unión Europea

Los instrumentos jurídicos comunitarios tienen características especiales que los diferencian de los que existen en España y en otros países de la Unión Europea. El hecho diferencial se debe a que en muchos casos sus destinatarios

son Estados, y éstos pueden tener normativa propia que puede colisionar con la comunitaria. La regulación comunitaria, en general, se realiza mediante las disposiciones siguientes:

A) Reglamentos

Son los instrumentos jurídicos con los que las instituciones comunitarias pueden intervenir de la forma más intensa en los ordenamientos jurídicos nacionales. Los definen dos propiedades no habituales en el derecho internacional: su aplicabilidad directa, por eso no precisan ser transcritos al derecho nacional, y su carácter comunitario, es decir, su particularidad de crear un mismo derecho en toda la Comunidad (siendo válidos, uniforme e íntegramente, en toda la Comunidad). Al igual que las leyes nacionales, confieren derechos o imponen obligaciones a los ciudadanos comunitarios. Los Estados miembros, sus instituciones y autoridades están obligados directamente y deben respetarlos como si se tratara del derecho nacional y son obligatorios en todos sus elementos, una vez publicados en el Diario Oficial de la Comunidad y transcurrido el plazo que en ellos se fija o, en su defecto, a los veinte días de su publicación.

B) Directivas

El segundo instrumento obligatorio creado por el derecho comunitario es la directiva. Se dirige a todos los Estados miembros o a uno sólo. Prescribe un objetivo a los destinatarios, quienes deben realizarlo en un plazo determinado. Son ellos los que deben escoger los medios para llevarlo a cabo. Se trata de una forma más atenuada de intervención en los sistemas jurídicos y económicos nacionales que permite tener en cuenta las particularidades de los Estados miembros en la puesta en práctica de las

directivas.

Por regla general, los Estados miembros deben crear una nueva legislación nacional o bien modificar o suprimir disposiciones legislativas, reglamentarias o administrativas existentes. No crea derechos u obligaciones directas para los ciudadanos de la Comunidad, pues está dirigida exclusivamente a los Estados. Es la incorporación de la directiva a la legislación nacional lo que confiere derechos o impone obligaciones a los ciudadanos.

C) Decisiones

Una aplicación eficaz del Tratado comunitario y de los reglamentos sólo se concibe si las instituciones comunitarias cuentan con la posibilidad de actuar directamente sobre las condiciones impuestas a los ciudadanos, empresas o Estados miembros.

Esto corresponde exactamente a la situación que existe en los ordenamientos jurídicos nacionales, donde las administraciones nacionales establecen en un acto administrativo las condiciones de aplicación de una ley a un caso particular. Estas funciones las cumplen las decisiones individuales que representan el acto típico mediante el cual las instituciones comunitarias regulan, con carácter obligatorio, los casos particulares. Mediante una decisión, las instituciones comunitarias pueden exigir a un Estado miembro, o a un ciudadano comunitario, que realice, o se abstenga de realizar, una acción, otorgarle derechos o imponerle obligaciones.

Las decisiones son obligatorias en todos sus elementos para los destinatarios que designen, teniendo como fin aplicar un tratado o

cuestiones procedimentales.

D) Recomendaciones y Dictámenes

Esta última categoría de actos, expresamente prevista por el Tratado comunitario, permite a las instituciones de la Comunidad pronunciarse de forma no vinculante, es decir, sin obligar a los Estados miembros.

En el dominio del medio ambiente los instrumentos más empleados en la regulación comunitaria han sido las directivas. Una vez adoptada, se notifica a cada Estado. Varios meses antes de la fecha límite para transponerla al derecho interno (plazo incluido normalmente en la propia directiva), se vuelve a notificar la necesidad de transposición. Generalmente, los plazos se cumplen y los Estados la adoptan. Cuando éstos no atienden los plazos o cumpliéndolos la transposición atenta contra el espíritu de la directiva, la Comisión puede iniciar, a través del Tribunal de Justicia, un procedimiento judicial contra el Estado miembro que no haya cumplido.

2.2 Aproximación global a la legislación de la Unión Europea en materia de aguas

El agua es una de las áreas más ampliamente regulada por la legislación medioambiental de la Unión Europea. La política de aguas europea comenzó en los años setenta con el Primer Programa de Acción en 1973, que fue continuada por una primera oleada de legislación, que empezó con la Directiva de aguas superficiales de 1975 y culminó en 1980 con la Directiva de aguas potables. Esta primera oleada de legislación de aguas incluyó la de calidad de las aguas para la vida piscícola (1978), la de aguas para la producción de moluscos (1979), la de aguas de baño (1976) y la de aguas subterráneas (1980). En el campo de los

valores límite de emisión se reguló la Directiva de sustancias peligrosas (1976) y se adoptaron sus Directivas Hijas en varias sustancias individuales.

La segunda oleada fue fruto de una revisión de la legislación existente e identificación de las mejoras necesarias y de los huecos que debían ser cubiertos. Esta fase legislativa incluyó las Directivas de tratamiento de agua residuales urbanas (1991) y la de nitratos (1991). También se incluyen en esta oleada: las revisiones de las Directivas de aguas potables y de aguas de baño para su actualización (las propuestas de Directiva se adoptaron en 1994 y 1995, respectivamente, siendo la de aguas potables la única que ha llegado a Directiva, en 1999), el desarrollo de un Programa de Acción de aguas subterráneas y una propuesta para una Directiva de calidad ecológica de las aguas en 1994. Para las grandes instalaciones industriales, la Directiva de prevención y control integrado de la contaminación (1996) cubre también aspectos relativos a la contaminación del agua.

Durante este periodo, después de una amplia discusión, se llegó al convencimiento de que una protección eficaz de las aguas necesitaba tanto de legislación sobre valores límite de emisión como sobre objetivos de calidad de las aguas, es decir, un llamado “acercamiento combinado”. Este acercamiento está de acuerdo con los principios establecidos en el Tratado de la Unión Europea: el principio de precaución y el de que el daño medioambiental debe, prioritariamente, ser corregido en la fuente.

En 1995 las Instituciones europeas estaban de acuerdo en que se necesitaba un proceso de revisión y reestructuración global para la política de aguas de la Comunidad, proceso que finalizó con la publicación de la Directiva 2000/60/CE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

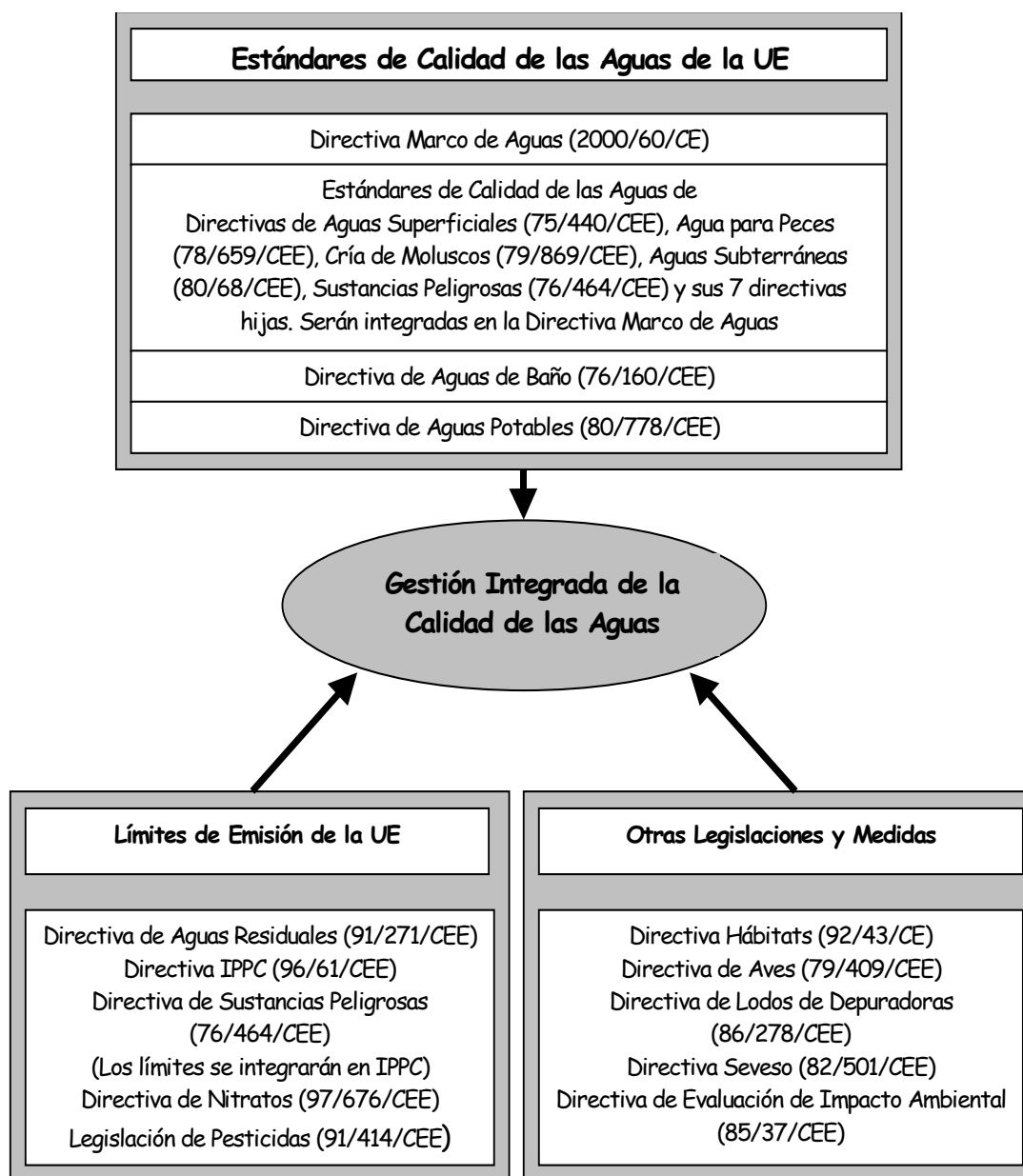


Figura 4: Esquema global de las Directivas en materia de aguas.

Es indudable que España se ha enfrentado con singulares inconvenientes para alinear su ordenamiento ambiental al comunitario, como lo demuestra el hecho de que se hayan llegado a imputar a nuestro país numerosas infracciones (figura 5), lo que puede ser un indicador expresivo de las dificultades de

adaptación originadas por razones económicas y por cuestiones técnicas, entre las que se encuentran los problemas de coordinación entre las diferentes administraciones implicadas en su aplicación.

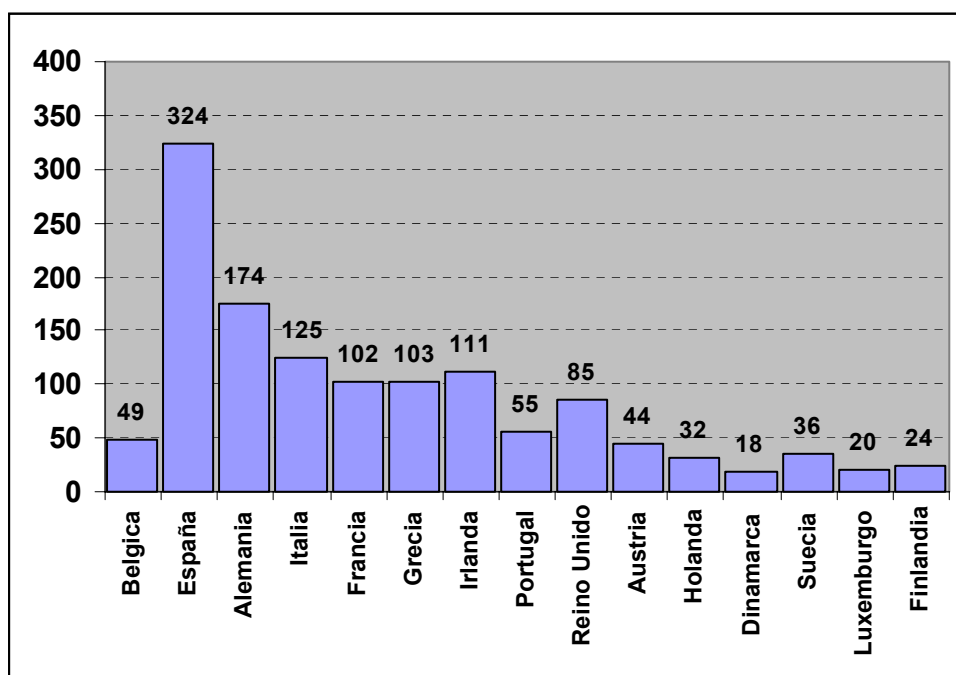


Figura 5: Número de incumplimientos de las directivas medioambientales que están en examen.

A continuación se hace una breve descripción de las directivas con mayor incidencia en las aguas marinas y de estuario. Se han clasificado en dos grupos, según regulen los vertidos o la calidad de las aguas.

2.3 Régimen de vertidos

2.3.1 Directiva 76/464/CEE sobre sustancias peligrosas y sus directivas hijas

Esta Directiva [22] se ocupa de la contaminación causada por determinadas

sustancias peligrosas vertidas desde fuentes terrestres en el medio acuático de la Comunidad, sean aguas continentales o costeras.

Su objeto es la regulación de cualquier vertido que pueda contener sustancias nocivas, exigiendo para ello, con carácter general, una autorización administrativa dentro de unas condiciones que permitan la eficaz protección del medio receptor. Se inspira en la experiencia internacional sobre prevención de la contaminación, partiendo del criterio de doble lista del Convenio de Oslo de 1972.

Establece los elementos fundamentales del sistema de control de la contaminación en todos los medios acuáticos comunitarios, regulando integralmente la contaminación de las aguas:

- Interiores superficiales.¹⁹
- Subterráneas.
- Marinas territoriales.
- Interiores del litoral.²⁰

La Directiva aborda fundamentalmente los vertidos tierra-agua, y exceptúa de la misma los vertidos de lodos de dragado y los efectuados desde buques en las aguas marinas territoriales.

Las sustancias implicadas se clasifican por familias en dos listas: la denominada lista negra o lista I y la gris o lista II, según su incidencia en el

19 Aguas interiores superficiales: todas las aguas continentales superficiales estancadas o corrientes.

20 Aguas interiores del litoral: las aguas situadas antes de la línea de base que sirve para medir la anchura del mar territorial y que, en el caso de los cursos de agua, se extienden hasta el límite de las aguas continentales.

medio acuático.

La lista I recoge aquellas sustancias que por su toxicidad, persistencia en el medio o por su capacidad de bioacumulación son reguladas con un mayor rigor.

En la lista II se incluyen aquellas sustancias perjudiciales de menor peligrosidad cuyo vertido pueda ser considerado como de efectos limitados, según las características de las aguas receptoras.

Una de las principales dificultades de la aplicación de esta Directiva está en la determinación de las sustancias afectadas ya que en ella sólo se incluyen familias de productos²¹. De estas familias los técnicos de la Comisión derivaron e identificaron 1.500 compuestos por su estructura afín, finalmente se seleccionaron 129 sustancias en razón de la intensidad de su uso y de los riesgos que implicaban para el medio acuático y la salud humana [23].

De las 129 sustancias candidatas a ser incluidas en la lista I tan sólo se ha realizado su adscripción definitiva en 18 de ellas para las que ya existe una normativa de vertido completa contenida en diversas Directivas específicas, que son las denominadas 7 Directivas Hijas, estas sustancias son: mercurio, cadmio, HCH (Hexaclorociclohexano), DDT (Diclorodifenilcloroetano), Tetracloruro de carbono, PCP (Pentaclorofenol), Cloroformo, Aldrín (Hexacloropentadieno), Dieldrín, Endrín, Isodrín, HCB (Hexaclorobenceno), HCBd (Hexaclorobutadieno), EDC (1,2 Dicloroetano), TRI (Tricloroetileno), PER (Percloroetileno), TCB (Triclorobenceno). Las restantes sustancias y algunas pocas más, añadidas posteriormente a las 129 iniciales, deben provisionalmente ser consideradas de la lista II hasta que se haya decidido expresamente sobre cada

21 Aparecen familias de sustancias como organoclorados, organofosforados, aceites minerales persistentes, etc.

una de ellas.

El desarrollo en la aplicación de estas Directivas ha sido lento y complejo como lo demuestra el hecho de que la primera Directiva hija tardase más de 6 años en ser aprobada. El proceso se desbloqueó con la adopción de la Directiva 86/280/CEE que vino a introducir un subsistema de regulación más ágil, que permitió la incorporación de nuevos anexos sin necesidad de modificar o reproducir el texto normativo central.

El objetivo de la Directiva 76/464 es la eliminación del vertido de las sustancias de la lista I (o al menos limitarlos estrictamente) y disminuir los vertidos de sustancias de la lista II. Para ello, todo vertido que pueda contener una de dichas sustancias requerirá una autorización previa, expedida por la autoridad competente, que deberá revisarse cada 4 años.

Los vertidos que contienen sustancias de la lista I, ante la evidente imposibilidad de su supresión inmediata, deben cumplir un valor límite que se define por la concentración máxima de una sustancia admisible en los vertidos (en caso de dilución, el valor límite previsto se dividirá por el factor de dilución) y/o por la cantidad máxima durante uno o varios períodos determinados, y si fuera procedente o necesario, en unidad de peso del contaminante por unidad de elemento característico de la actividad contaminante (por ejemplo, unidad de peso por materia prima o por unidad de producto).

Estos límites aplicables a los efluentes industriales se establecen por sectores y tipos de productos, cuando se considera oportuno. En las tablas 3 y 4 se recogen todos los límites, expresados tanto en concentración como en carga contaminante, que se incluyen en las Directivas hijas para cada uno de los sectores industriales regulados. Para algunos casos, los marcados con (*), no se establecen límites, lo que no exime a los Estados miembros de fijar normas de emisión para dichos vertidos.

Tabla 3: Límites de vertido por sectores de las Directivas hijas de la 76/464/CE.

DIRECTIVA	PARÁMETRO	SECTOR INDUSTRIAL	NORMAS DE EMISIÓN	
			Conc mg/l	CARGA CONTAMINANTE (g/por unidad característica)
D82/176	Hg	Electrolisis de cloruros alcalinos	0,05	0.5 g/t de capacidad de producción de cloro instalada (salmuera reciclada)
				5 g/t (salmuera perdida)
D84/156	Hg	Industrias químicas que utilicen catalizadores de mercurio	0,05	0,1 g/t de capacidad para producción de cloruro de vinilo 5 g/kg de mercurio tratado para otras producciones
		Fabricación de catalizadores de mercurio utilizados para la producción de cloruro de vinilo	0,05	0,7 g/kg de mercurio tratado
		Fabricación de otros compuestos de Hg	0,05	0,05 g/kg de mercurio tratado
		Fabricación de baterías primarias que contengan Hg	0,05	0,03 g/kg de mercurio tratado
		Industria de los metales no ferrosos	0,05	
		Plantas de tratamiento de residuos tóxicos con Hg	0,05	
D83/513	Cd	Extracción del Zn, refinado del Pb y Zn, industria de metales no ferrosos y del Cd	0,2	
		Fabricación de compuestos de cadmio	0,2	0,5 g/ kg. de cadmio tratado
		Fabricación de pigmentos	0,2	0,3 g/ kg. de cadmio tratado
		Fabricación de estabilizantes	0,2	0,5 g/kg de cadmio tratado
		Fabricación de baterías 1ª y 2ª	0,2	1,5 g/kg de cadmio tratado
		Electrodeposición	0,2	0,3 g/kg de cadmio tratado
		Fabricación de ácido fosfórico y/o abonos fosfatados a partir de roca fosfatada	(*)	
D84/491	HCH	Instalación de producción de HCH	2	2 g/t de HCH producida
		Instalación de extracción de lindano	4	4 g/t de HCH producida
		Instalación donde se efectúan la prod. de HCH y extracción de lindano	2	5 g/t de HCH producida

* No se establecen límites.

Tabla 3: Continuación.

DIRECTIVA	PARÁMETRO	SECTOR INDUSTRIAL	NORMAS DE EMISIÓN	
			mg/l	CARGA CONTAMINANTE (g/por unidad característica)
D86/280	CCl₄	Producción de tetracloruro de carbono, por percolación	1,5	Procedimiento con lavado: 40 g/t de prod. de CCl ₄ y PER. Procedimientos sin lavado: 2.5 g/t de prod. de CCl ₄ y PER
		Producción de clorometanos por cloración de metanos	1,5	10 g /t de prod. total de clorometanos
		Producción de clorofluorocarburos	(*)	
	DDT	Producción DDT, incluida su formulación	0.2	4 g /t de sustancias producidas, tratadas o utilizadas
	PCP	Prod. de PCP-Na por hidrólisis de HCB	1	25 g /t de capacidad de producción
D88/347	Drines	Producción de aldrín, dieldrin, endrín, incluida la formulación en el mismo lugar	2	3 g /t de capacidad de producción total
	HCB	Producción y transformación de HCB	1	10 g de HCB/t de capacidad de producción de HCB
		Producción de PER y CCl ₄ por percloración	1,5	1,5 g de HCB/t de capacidad de producción total de PER+CCl ₄
	HCBD	Producción de PER y CCl ₄ por percloración	1,5	1,5 g de HCBD/t de capacidad de producción total de PER+CCl ₄
	CHCl₃	Producción de clorometanos a partir de metanol y metanos	1	10 g /t de capacidad total de prod. de clorometanos
		Producción de clorometanos por cloración de metanos	1	7,5 g /t de capacidad total de prod. de clorometanos
Producción de clorofluorocarburos		(*)		

* No se establecen límites.

Tabla 3: Continuación.

DIRECTIVA	PARÁMETRO	SECTOR INDUSTRIAL	NORMAS DE EMISIÓN	
			mg/l	CARGA CONTAMINANTE (g/por unidad característica)
D90/415	EDC	Producción sólo de 1,2-dicloroetano	1,25	4 g /t
		Producción de 1,2-dicloroetano y transformación o utilización en el mismo lugar	2,5	5 g /t
		Transformación del 1,2-dicloroetano en sustancias distintas del cloruro de vinilo	1	2,5 g /t
		Uso de EDC para desengrase de metales	0,1	
		Uso de EDC en la prod. de intercambiadores de iones	(*)	
	TRI	Producción de TRI y PER	0,5	2,5 g/t
		Uso de TRI para el desengrase de metales	0,1	
	PER	Producción de TRI y de PER (procedimiento TRI-PER)	0,5	2,5 g/t
		Prod. de CCl ₄ y de PER (procedimiento TETRA-PER)	1,25	2,5 g/t
		Uso de PER para el desengrase de metales	0,1	

* No se establecen límites.

Igualmente se fijan, para las sustancias de la lista I, unos objetivos de calidad en el medio receptor que se establecen en función de las características anteriores en los organismos vivos y en los sedimentos.

Tabla 4: Objetivos de calidad de las Directivas hijas de la 76/464.

DIRECTIVA	COMPUESTOS	OBJETIVOS DE CALIDAD
82/176/CEE [24]	Mercurio	Aguas Interiores: 0,5 µg/l
		Estuarios: 0,5 µg/l
84/156/CEE [25]		Aguas Marinas: 0,3µg/l
83/513/CEE [26]	Cadmio	Aguas Interiores y Estuarios: 5 µg/l
		Aguas Marinas: 2,5µg/l
84/491/CEE [27]	HCH (Hexaclorociclohexano)	20 ng/l
86/280/CEE [28]	DDT (Diclorodifenilcloroetano)	DDT total: 25 µg/l
		Pp-DDT : 10 µg/l
	Tetracloruro de carbono	12 µg/l
88/347/CEE [29]	PCP (Pentaclorofenol)	2 µg/l
	Cloroformo	12 µg/l
	Aldrín (Hexacloropentadieno)	10 µg/l
	Dieldrín	10µg/l
	Endrín	5 µg/l
	Isodrín	5 µg/l
	HCB (Hexaclorobenceno)	0,03 µg/l
HCBD (Hexaclorobutadieno)	0,1 µg/l	
90/415/CEE [30]	EDC (1,2 Dicloroetano)	10 µg/l
	TRI (Tricloroetileno)	10 µg/l
	PER (Percloroetileno)	10 µg/l
	TCB (Triclorobenceno)	0,4 µg/l

En cuanto a las sustancias de la lista II, sus autorizaciones se condicionan al cumplimiento de unas normas de emisión calculadas en función de los objetivos

de calidad de las aguas que deben establecer los Estados miembros.

Para reducir la contaminación de las aguas por las sustancias de esta lista los Estados miembros deben establecer programas de reducción de la contaminación de este origen, que deben ser comunicados a la Comisión.

Si bien la Directiva 76/464/CEE tiene como ámbito de aplicación todas las aguas, incluidas las subterráneas, pronto se vio la necesidad de hacer una directiva específica para aguas subterráneas, dadas las especiales características de éstas, por este motivo se publicó la Directiva 80/68/CEE [31] relativa a la protección de las aguas subterráneas, que es muy parecida a la anterior, tanto en sus objetivos como en su contenido. Tiene por objeto prevenir la contaminación de las aguas subterráneas por sustancias que pertenezcan a las familias y grupos de sustancias enumeradas en las listas I y II del Anexo (equivalentes a las de la Directiva 76/464/CEE) y reducir o eliminar, en la medida de lo posible, las consecuencias de su contaminación actual.

En cuanto a la aplicación de la Directiva 76/464 y sus hijas (las que fijan normas específicas por sustancia) se puede afirmar que ha tenido numerosos problemas, como lo demuestra el que existan procedimientos de infracción contra la mayoría de los Estados miembros.

Uno de los principales problemas ha sido la dificultad técnica de fijar límites y objetivos de calidad para las sustancias de la lista I. Lo que ha llevado a que 114 sustancias candidatas a esta lista han permanecido en la II, y a que la obligación normativa incumplida de la Comunidad pase a serlo de los Estados, que deben establecer programas de reducción y objetivos de calidad para las sustancias de la lista II.

Así el Tribunal de Justicia Europeo constató, en 1998, que Luxemburgo no disponía de programas de reducción para 99 sustancias de la lista II, hecho que se repitió para Italia ese mismo año y para el mismo número de parámetros. En España la situación era todavía peor, puesto que ninguna sustancia de la lista II lo tenía. Otros como Alemania, Bélgica, Grecia, Portugal, Países Bajos, Francia e Irlanda no estaban en mejor situación, ya que tenían procedimientos de infracción incoados por el mismo motivo, si bien éstos aún no se habían concluido [32].

2.3.2 Directiva 91/271/CEE sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas

Esta Directiva [33] regula el transporte, tratamiento y descarga de las aguas residuales de origen urbano y de ciertos sectores industriales cuyos vertidos son biodegradables. Como regla general requiere para las aguas residuales urbanas de todas las aglomeraciones de más de 2.000 habitantes equivalentes²² (en adelante h-e) un sistema colector y un tratamiento secundario o equivalente.

Para las que viertan en zonas sensibles (aguas eutróficas o en riesgo de estarlo) se requiere un tratamiento más riguroso que el secundario.

Para las zonas menos sensibles (bahías abiertas, estuarios y aguas costeras con un buen intercambio de agua) un tratamiento primario podría ser suficiente, con tal de que pueda demostrarse que la calidad del agua no se ve negativamente afectada.

22 Habitante equivalente (h-e): carga orgánica biodegradable con una DBO₅ de 60 gramos de oxígeno por día. La carga orgánica expresada en h-e se debe calcular, a efectos de las obligaciones de la Directiva, a partir del valor máximo registrado de la carga semanal media (pero sin tener en cuenta situaciones excepcionales como intensa lluvia).

Además, todos los vertidos de aguas residuales urbanas, aunque no superen los umbrales de habitantes equivalentes que especifica la Directiva, están obligados a tener un tratamiento adecuado.

Las fechas para alcanzar los objetivos dependen del tamaño de la aglomeración y de la clasificación del agua receptora. Ampliando las estipulaciones antes descritas con carácter general esta Directiva exige:

A) Sistemas colectores: las aglomeraciones urbanas de más de 2.000 h-e deben contar con sistemas colectores para aguas residuales urbanas, en las fechas que se indican:

Tabla 5: Obligaciones de la Directiva respecto a sistemas colectores.

Tamaño del núcleo	Sensibilidad de las aguas receptoras	Fecha para disponer de sistemas colectores
> 10.000 h-e	SENSIBLE	31 Diciembre 1998
> 15.000 h-e	TODAS	31 Diciembre 2000
2.000 – 15.000 h-e		31 Diciembre 2005

B) Tratamiento secundario: las aguas residuales urbanas deben someterse antes de su vertido a un tratamiento secundario o equivalente cuando:

- El vertido se produzca a agua dulce o estuario y sea mayor de 2.000 h-e.
- Se produzca en aguas costeras y sea mayor de 10.000 h-e.

Se considera tratamiento secundario de aguas residuales urbanas a aquel proceso de depuración que incluya un tratamiento biológico con sedimentación secundaria, u otro proceso en el que se respeten los requisitos que se resumen:

Tabla 6: Requisitos para un tratamiento secundario *.

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción ²³
DBO ₅ ²⁴	25 mg/l O ₂	70-90 % 40% ²⁵
DQO	125 mg/l	75 %
Total de sólidos en suspensión ²⁶	35 mg/l 60 mg/l ²⁷	90 % 70 %

* Se pueden aplicar valores de concentración o porcentajes de reducción.

Los análisis de DBO₅ y DQO en vertidos procedentes de sistemas de depuración por lagunaje²⁸ se llevan a cabo sobre muestras filtradas, no obstante, la concentración de los sólidos totales en suspensión de las muestras sin filtrar no deben superar los 150 mg/l.

C) Tratamiento más riguroso: si los vertidos son descargados en zonas sensibles y proceden de aglomeraciones urbanas de más de 10.000 h-e, éstos deberán someterse a un tratamiento más riguroso que el descrito como secundario, ya que no sólo se deben tener en cuenta los parámetros de contaminación carbonada y sólidos en suspensión, sino también los

23 Reducción relacionada con el caudal de entrada.

24 DBO₅ medido a 20°C sin nitrificación. Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una relación entre DBO₅ y el parámetro sustituto.

25 En los supuestos de regiones de alta montaña (>1.500 m sobre el nivel del mar). Debido a que las bajas temperaturas pueden afectar a los rendimientos del tratamiento biológico, hay que demostrar que el vertido no perjudica al medio ambiente.

26 Este requisito es optativo.

27 En los supuestos alta montaña (>1.500 m sobre el nivel del mar) y de 2.000 a 10.000 h-e.

28 En el texto de la Directiva decía “fosos de fermentación” lo que ha sido corregido en la transposición.

nutrientes (nitrógeno y fósforo) en caso de zonas sensibles a la eutrofización, o cualquier otro tratamiento adicional que sea necesario para cumplir las directivas sobre calidad de las aguas.

Se consideran zonas sensibles las aguas (tanto dulces, como costeras y estuarios) que son eutróficas o pueden serlo en un futuro próximo si no se toman medidas. También a las aguas dulces destinadas a la obtención de agua potable que pueden rebasar el límite de concentración en nitratos (50 mg/l) y aquellas en las que sea necesario un tratamiento adicional para cumplir otras directivas como las de baños o cría de moluscos.

En las zonas sensibles propensas a la eutrofización el tratamiento más riguroso es aquel que permite la eliminación de nitrógeno y/o fósforo según la situación local, dependiendo de cual sea el nutriente limitante. También en este caso se puede elegir entre aplicar el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

Tabla 7: Límites para los tratamientos de eliminación de nutrientes.

Parámetro	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción ²⁹
Fósforo total	2 mg P/l (de 10.000 a 100.000 h-e) 1 mg P/l (más de 100.000 h-e)	80 %
Nitrógeno total ³⁰	10 mg N/l (más de 100.000 h-e) ³¹ 15 mg N/l (de 10.000 a 100.000 h-e)	70-80 %

29 Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

30 Nitrógeno total equivale a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (N orgánico + NH₃), nitrógeno en forma de nitrato (NO₃⁻) y nitrógeno en forma de nitrito (NO₂⁻).

31 Estos valores de concentración constituyen medias anuales. No obstante, los requisitos relativos al nitrógeno pueden comprobarse mediante medias diarias, cuando se demuestre que tiene el mismo nivel de protección. En este caso, la media diaria no deberá superar los 20 mg/l.

- D) Tratamiento primario:** para el caso de vertido al mar o a estuarios en áreas denominadas menos sensibles, los vertidos podrán recibir sólo un tratamiento primario, siempre y cuando estudios pertinentes indiquen que ello no afectará de forma negativa al medio ambiente debido a la morfología, hidrología o condiciones hidráulicas específicas de la zona. Solamente podrá aplicarse tratamiento primario a los núcleos de población de menos de 150.000 h-e que viertan al mar y a los menores de 10.000 h-e que viertan a estuarios.

El tratamiento primario se define como el proceso físico y/o químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión u otros procesos en los que se reduzca la DBO_5 al menos un 20% y el total de sólidos en suspensión en un 50%.

- E) Tratamiento adecuado:** independientemente de los habitantes equivalentes del núcleo de población, o de la zona a la que vierta, todos los núcleos tienen que tener un tratamiento adecuado. Este tratamiento se define como cualquier proceso o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido, las aguas receptoras cumplan objetivos de calidad y las disposiciones pertinentes de la presente Directiva y de las restantes que le afecten.

En la tabla 8 se esquematiza el nivel de tratamiento requerido en las aguas residuales y el plazo para su cumplimiento.

Tabla 8: Nivel de tratamiento requerido y fecha de cumplimiento.

TAMAÑO NÚCLEO (1.000 h-e)	NATURALEZA DE LAS AGUAS RECEPTORAS		NIVEL DE TRATAMIENTO REQUERIDO Y FECHA DE CUMPLIMIENTO	
	Sensibilidad	Tipo de aguas	Tratamiento	Fecha
< 2	Todas	Todas	Adecuado	31.12.2005
2 – 10	Normal	Costeras	Adecuado	31.12.2005
		Estuarios	Secundario	
		Dulces		
Menos Sensible	Estuarios	Primario		
> 10	Menos Sensible ³²	Costeras	Primario	31.12.2005 ³³
	Normal	Todas	Secundario	31.12.2000 ³⁴
	Sensible	Todas	Terciario	31.12.1998

F) Funcionamiento: se debe vigilar que las plantas de tratamiento, construidas para cumplir las exigencias descritas, estén diseñadas, construidas, operadas y mantenidas para asegurar el rendimiento suficiente bajo condiciones climáticas normales. Cuando se diseñe una depuradora se deben tener en cuenta las variaciones estacionales de carga.

Un dato muy importante que no se recoge en las tablas es el periodo de integración a que se refieren los límites del tratamiento secundario, es evidente que hay gran diferencia entre que éstos sean puntuales (que no deben superarse en ningún instante) a que sean medias anuales. En realidad no es ni una cosa ni la otra, sino una media diaria que puede superarse con ciertas condiciones. En efecto, la Directiva exige que se tomen muestras representativas de un periodo de 24 horas, el número mínimo de muestras

32 No puede clasificarse una zona como menos sensible si la carga de vertido es >150.000 h-e.

33 Para núcleos entre 10.000 y 15.000 h-e.

34 Para núcleos de más de 15.000 h-e.

que se deben tomar a lo largo del año (distribuidas a intervalos regulares) es el que se especifica en la tabla 9

Tabla 9: Número mínimo de muestras anuales.

Habitantes equivalentes	Nº mínimo de muestras anuales (a intervalos regulares)
De 2.000 a 9.999	12 muestras el primer año 4 muestras los siguientes si existe cumplimiento
De 10.000 a 49.999	12 muestras
50.000 o más	24 muestras

De todos los valores diarios que se midan a lo largo del año se permiten una serie de incumplimientos que van desde 1 incumplimiento cuando se toman 4 muestras al año hasta 25 cuando se toman 365 muestras al año. Además, las muestras no conformes no podrán superar en más de un 100% los valores límites expresados en concentración de la DBO₅ y la DQO, ni en más de un 150% el valor de los sólidos en suspensión. Lo que significa que ninguna muestra diaria debe superar 50 mg/l de DBO₅, 250 mg/l de DQO y 87,5 mg/l de sólidos en suspensión.

G) Lodos de depuradora: desde el 31 de diciembre de 1998 está prohibido cualquier descarga de lodos de depuradora al medio acuático.

H) Aguas residuales industriales: las que pertenezcan a los sectores regulados³⁵ por dicha Directiva y cuyo vertido se lleve a cabo de una forma

35 Los sectores regulados por la D91/271 son: industrialización de la leche, productos elaborados del sector hortofrutícola, elaboración y embotellado de bebidas sin alcohol, industrialización de la patata, industria cárnica, industria cervecera, producción de alcohol y bebidas alcohólicas, fabricación de piensos a partir de productos vegetales, fabricación de gelatina y de cola a partir de cueros, pieles y huesos, almacenes de malta e industrialización del pescado.

directa, es decir, que no pase por el sistema urbano de saneamiento, deberán respetar una serie de condiciones o autorizaciones específicas, siempre que estos vertidos representen más de 4.000 h-e.

Algunos de los plazos impuestos por la Directiva han pasado ya, por lo que los núcleos de más de 15.000 h-e deberían tratar correctamente sus aguas residuales. Entre los numerosos incumplimientos destacaban los retrasos, ya anunciados en 1998, de ciudades europeas tan importantes como Bruselas y Milán, o españolas como Barcelona y San Sebastián.

2.3.3 Directiva 91/676/CEE sobre nitratos de origen agrario

Altos niveles de nitratos en el agua potable pueden causar una enfermedad llamada el “síndrome del bebé azul” o metahemoglobinemia. Aunque puede ocurrir en cualquier edad afecta principalmente a niños menores de seis meses, debido a que su acidez estomacal es más baja, lo que permite el crecimiento de ciertos tipos de bacterias en el estómago y los intestinos que pueden convertir los nitratos en nitritos. Los nitritos transforman la hemoglobina, que transporta oxígeno, en metahemoglobina (que no lo transporta), lo que causa la falta del mismo y que la piel de los niños tenga un tono azulado, pudiendo provocarles incluso la muerte.

Entre las fuentes difusas que contribuyen a la contaminación de las aguas por nitratos, la más importante actualmente es el uso excesivo o inadecuado de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, que además de un incremento de la concentración de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas puede provocar la eutrofización de los embalses, estuarios y aguas litorales.

El objetivo de esta Directiva es reducir la contaminación causada o

provocada por los nitratos de origen agrario y actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones de dicha procedencia y puede considerarse complementaria de la Directiva 91/271, sobre tratamiento de aguas residuales en cuanto a la reducción de nitrógeno³⁶.

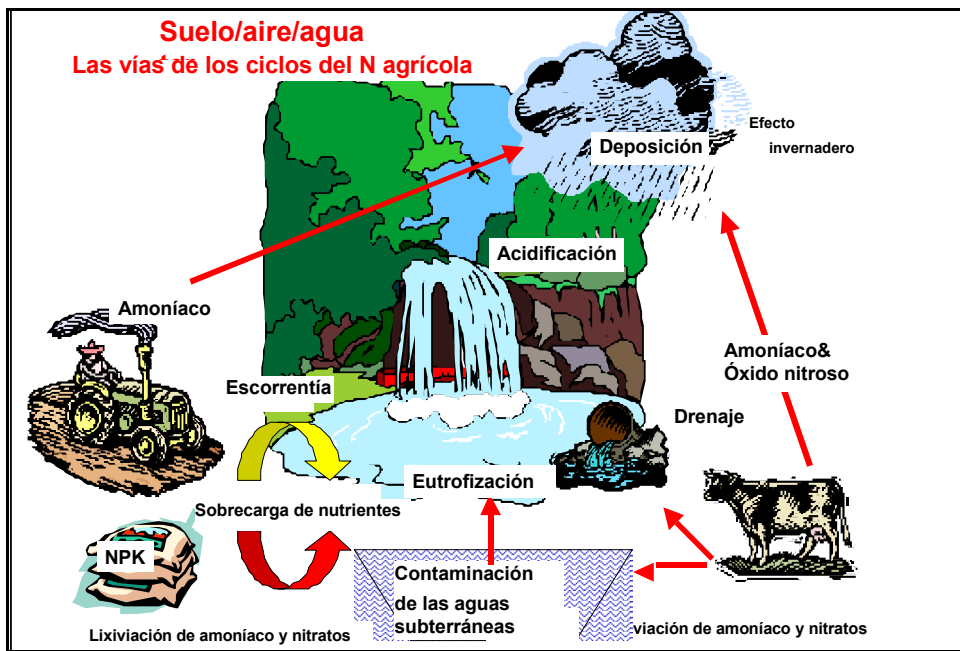


Figura 6: Intercambios atmósfera/suelos/agua del nitrógeno agrícola.

Para ello la Directiva 91/676/CEE [34] impone a los Estados miembros la obligación de identificar las aguas que se hallen afectadas por la contaminación por nitratos, o podrían verse afectadas si no se toman medidas y designar como zonas vulnerables a aquellas superficies territoriales cuyo drenaje fluya hacia dichas aguas. Una vez determinadas tales zonas, se deberán realizar y poner en funcionamiento programas de acción que serán obligatorios en las zonas vulnerables.

36 De hecho, en los primeros borradores de esta Directivas se limitaba el contenido en nitrógeno de los vertidos de aguas residuales en zonas eutróficas, más tarde se decidió incluir esta limitación en una Directiva propia sobre aguas residuales.

Se consideran aguas afectadas por nitratos

- Las aguas dulces superficiales, en particular las que se utilicen o vayan a utilizarse para la extracción de agua potable, y las aguas subterráneas que presenten una concentración de nitratos superior a 50 mg/l.
- Los lagos naturales de agua dulce, otras masas de agua dulce naturales, los estuarios, las aguas costeras y las aguas marinas que son eutróficas o pueden alcanzar este estado en un futuro próximo si no se actúa de conformidad con los programas de acción.

Los programas de acción deben contener medidas que se correspondan con prácticas agrarias correctas entre las que se encuentran: normas relativas a periodos en los que está prohibida la aplicación de determinados tipos de fertilizantes, capacidad mínima de los tanques de almacenamiento de estiércol y limitación en la cantidad de fertilizantes que se aplican de manera que se alcance un equilibrio con la cantidad de nitrógeno que la planta necesita. Además se deben elaborar “códigos de buenas prácticas agrarias” al objeto de que sean aplicados por los agricultores de forma voluntaria en el resto del territorio y así poder establecer para todas las aguas un nivel general de protección contra la contaminación.

También establece el control que hay que realizar sobre los nitratos y sobre el estado de eutrofia de las aguas, a fin de designar las zonas vulnerables y de modificar o ampliar las mismas.

El apartado de control del medio receptor adquiere especial importancia debido al carácter difuso de este tipo de contaminación, ya que no es posible controlar las fuentes de contaminación de una manera fácil y eficaz, por lo que

solamente se podrá comprobar si verdaderamente se están aplicando las medidas obligatorias mediante el control de las posibles aguas afectadas. La complejidad aumenta en el caso de las aguas subterráneas, debido a la gran inercia de este medio, que hace que las medidas que se tomen no tendrán reflejo en la calidad de las aguas hasta que transcurra mucho tiempo.

La única restricción sobre “emisiones” que aparece en el texto de la Directiva es que no se puede aplicar una cantidad de estiércol por hectárea que contenga más de 170 kg de nitrógeno en las zonas vulnerables, este valor no es limitante en España ya que las cantidades que se aplican aquí en los cultivos son, en general, muy inferiores, por otro lado no deja de ser paradójico que se limite tan sólo el nitrógeno procedente de estiércol y en cambio no se diga nada de los abonos químicos.

La designación de zonas vulnerables ha sido muy diferente en los distintos estados, así mientras Dinamarca, Alemania, Luxemburgo, Países Bajos, Austria y Finlandia han declarado todo su territorio, Irlanda no ha declarado ninguna y Portugal tan sólo el 1%. España ha declarado el 6% de su territorio, sin embargo la Comisión, en una revisión realizada en el año 2000, consideró que este valor debería incrementarse en un 14% más, también que otros países como Portugal, Suecia e Italia deben ampliar sus zonas vulnerables [35].

2.3.4 Directiva 96/61/CEE de prevención y control integrados de la contaminación

Esta Directiva [36], también denominada IPPC³⁷, es consecuencia de la nueva política comunitaria de medio ambiente consagrada en el Tratado de

37 IPPC: Integrated Pollution Prevention and Control.

Maastricht que tiene como objetivo la prevención, la reducción y, en la medida de lo posible, la eliminación de la contaminación, actuando preferentemente en la fuente misma, y garantizar una gestión prudente de los recursos naturales. Aplica el planteamiento general establecido en el Quinto Programa comunitario de medio ambiente que considera prioritario el control integrado de la contaminación, ya que el tratamiento por separado del control de las emisiones a la atmósfera, el agua o el suelo puede potenciar la transferencia de contaminación entre los diferentes ámbitos, en lugar de protegerlo en su conjunto.

Su objeto es la prevención y la reducción integradas de la contaminación de determinadas actividades mediante el establecimiento de medidas para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones de las mismas en la atmósfera, el agua y el suelo, incluidas las medidas relativas a los residuos, con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto.

Exige que la explotación de las instalaciones afectadas se efectúe de forma que: se tomen las medidas adecuadas de prevención de la contaminación, en particular mediante la aplicación de las mejores técnicas disponibles, no se produzca ninguna contaminación importante, se evite la producción de residuos, se utilice la energía de manera eficaz y se tomen las medidas necesarias para prevenir los accidentes graves y limitar sus consecuencias.

Para ello se establece la necesidad de una Autorización Ambiental Integrada de modo que las instalaciones nuevas no pueden explotarse sin el permiso correspondiente, concedido conforme a la Directiva. Para las instalaciones existentes hay un período transitorio de ocho años que se cumple a mediados del año 2007.

Un aspecto importante de esta autorización es la necesidad de tomar medidas para coordinar plenamente el procedimiento de concesión y las condiciones de autorización, cuando en dicho procedimiento intervengan varias autoridades competentes (enfoque integrado en la concesión de permisos).

El permiso deberá especificar los valores límite de emisión (basados en las mejores técnicas disponibles) para las sustancias contaminantes que puedan ser emitidas por la instalación en cantidades significativas, habida cuenta de su naturaleza y potencial de traslado de la contaminación de un medio a otro (agua, aire y suelo). En el caso de que fuera necesario, el permiso incluirá las prescripciones adecuadas que garanticen la protección del suelo y de las aguas subterráneas, así como las medidas relativas a la gestión de los residuos generados por la instalación. Por otra parte, y en determinados casos, los valores límite de emisión pueden ser complementados o reemplazados por parámetros o medidas técnicas equivalentes.

Cuando alguna norma de calidad medioambiental³⁸ requiera condiciones más rigurosas que las que se puedan alcanzar mediante el empleo de las mejores técnicas disponibles, el permiso exigirá la aplicación de condiciones complementarias, sin perjuicio de otras medidas que pudieran tomarse para respetar las normas de calidad medioambiental.

La Comisión debe fijar los valores límites de emisión para las instalaciones afectadas y para las sustancias contaminantes respecto a las cuales se evidencie la necesidad de acción comunitaria. Sin embargo, a falta de valores límites

38 Norma de calidad medioambiental: conjunto de requisitos, establecidos por la legislación comunitaria, que deben cumplirse en un momento dado en un entorno determinado o en una parte determinada de éste. En el caso de contaminación de las aguas sería equivalente al término “objetivo de calidad” de la Directiva 76/464.

definidos en la Directiva, son de aplicación los valores límites que aparezcan en otras normativas comunitarias.

2.3.5 *Industria del dióxido de titanio*

La legislación sobre la industria del dióxido de titanio suele encontrarse en el apartado de residuos en todos los recopilatorios de legislación ambiental, el motivo de que se incluya su estudio en esta Tesis Doctoral se debe a que la forma habitual de deshacerse de estos residuos era su vertido en alta mar, lo que acarrearía graves consecuencias sobre el medio ambiente marino.

Por otro lado, la Directiva 78/176/CEE sobre residuos de la industria del dióxido de titanio [37] es la primera que regula (junto con la Directiva 76/464) la necesidad de una autorización específica para vertidos (incluyendo en este concepto la inmersión, almacenamiento, depósito e inyección de los residuos), estableciendo la necesidad de realizar programas de reducción de estos vertidos y controles físicos, químicos, biológicos y ecológicos en el medio receptor afectado, al menos en tres compartimentos: columna de agua, materia viva y sedimentos.

Posteriormente, Directivas desarrollaron los aspectos de supervisión y control de los efectos sobre el medio (Directiva 82/883/CEE) [38] y los de programas de reducción de estos vertidos (Directiva 92/112/CEE) [39], constituyendo este cuerpo normativo un importante hito de la normativa ambiental, ya que incorporó importantes y novedosos aspectos para la época, como el control del medio receptor a través de parámetros biológicos (mediante la determinación de metales en peces, el estudio de la diversidad y la abundancia relativa de macroinvertebrados bentónicos o la presencia de lesiones en peces). Respecto a la reducción de las emisiones se contempló, por primera vez, el control integrado

de la contaminación de una actividad concreta, ya que se establecieron límites de emisiones al aire y al agua y se regularon aspectos relativos a la gestión de residuos.

En Andalucía, concretamente en Palos de la Frontera (Huelva), está ubicada una de las pocas industrias del bióxido de titanio que existe en Europa. Esta empresa vertía, hasta los años ochenta, sus efluentes ácidos en el Golfo de Cádiz mediante dos buques, actividad que fue eliminada en aplicación de estas Directivas y a partir de entonces se tratan estos efluentes en una planta que obtiene un subproducto comercial y un residuo inerte.

En la figura 7 se representa, mediante una poligonal, la zona autorizada para el vertido y, mediante manchas superpuestas, la zona afectada según imágenes de satélites. Como se puede observar la zona afectada era muy amplia, llegando hasta la ciudad de Cádiz.

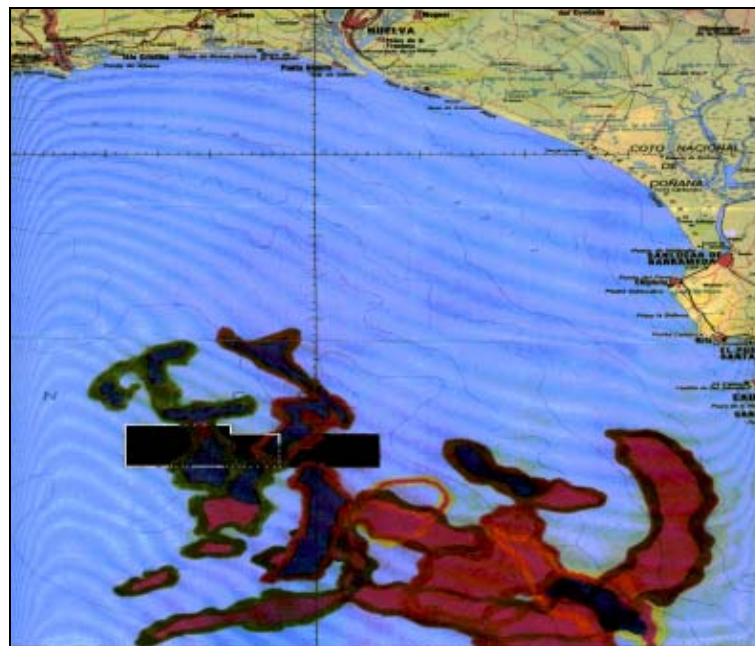


Figura 7: Zona de vertido autorizada (poligonal) y zonas afectadas según imágenes de satélites.

2.4 Calidad de las aguas naturales

En este apartado se describen las 4 directivas que establecen normas sobre la calidad de las aguas naturales. Tres de ellas (las de aguas prepotables, baño y cría de moluscos) tienen un carácter más sanitario que ambiental, puesto que su objetivo principal es proteger la salud de los seres humanos, y tan sólo una es estrictamente ambiental (aguas piscícolas). Debido a que imponen una serie de niveles de calidad a las aguas naturales en función del uso que se hace de ellas, es necesario hacer una clasificación previa de las aguas.

2.4.1 Directiva 75/440/CEE de aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Esta Directiva [40], también llamada de aguas prepotables, contempla las aguas continentales superficiales destinadas a utilizarse en la producción de agua potable, después de la aplicación de los tratamientos convenientes y suministradas por redes públicas de canalización. Fue modificada por las Directivas 79/869/CEE [41].

En su contexto, las aguas superficiales se dividen en tres grupos: A1, A2 y A3, que se corresponden con los métodos apropiados de tratamiento que permiten su transformación en agua para alimentación, así:

- La categoría A1 requiere un tratamiento físico simple y desinfección, por ejemplo, filtración rápida y desinfección.
- La categoría A2 necesita un tratamiento normal físico, químico y desinfección, por ejemplo, precloración, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección (cloración final).

- La categoría A3 precisa un tratamiento avanzado físico, químico, afino y desinfección, por ejemplo cloración hasta break-point³⁹, coagulación, floculación, decantación, filtración, afino (carbón activo) y desinfección (ozono).

Además establece los requisitos mínimos que debe cumplir la calidad de las aguas dulces superficiales, en cuanto a los parámetros que definen las características físicas, químicas y microbiológicas; los valores límite y los indicativos de dichos parámetros; la frecuencia mínima de muestreo y de análisis y los métodos no obligatorios de medidas de referencia comunes para determinar los valores de los parámetros.

No hay que confundir esta Directiva con las de aguas potables, se diferencian en que las de aguas prepotables se refirieren a las aguas naturales que se utilizan para abastecimiento, mientras que las de aguas potables regulan las características del agua “del grifo” y por tanto son estrictamente sanitarias. En estos momentos existe un periodo de cambios para las Directivas de aguas potables ya que la 80/778/CEE [42] relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, ha sido sustituida por la 98/83/CE [43] que ha entrado plenamente en vigor en España el 1 de enero de 2004.

2.4.2 Directiva 79/923/CEE de calidad de aguas para la cría de moluscos

Esta norma [44] establece la calidad mínima de las aguas propias para el desarrollo de los moluscos, siendo de aplicación para las aguas costeras y salobres necesitadas de protección o mejora, a fin de permitir la vida y el crecimiento de los moluscos (bivalvos y gasterópodos), contribuyendo así a la buena calidad de estos productos, directamente consumibles por los seres

39 Punto de ruptura.

humanos.

Establece los criterios mínimos de calidad que deben cumplir las aguas para cría de moluscos: parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; valores límites obligatorios e indicativos de dichos parámetros; frecuencia mínima de muestreo y métodos de análisis de referencia. Obliga a los Estados miembros a fijar valores para una serie de parámetros⁴⁰, no se pueden establecer valores menos estrictos que los que figuran en la columna I (de valores imperativos) y se esforzarán por cumplir los valores que figuran en la columna G (valores guía).

Las aguas se consideran conformes a la Directiva, si muestras tomadas según la frecuencia mínima prevista, en un mismo lugar de muestreo y durante un período de doce meses, respetan los valores fijados (así como las observaciones que figuran en las columnas G e I), por lo que respecta al:

- a) 100 % de las muestras para las sustancias organohalogenadas y metales.
- b) 95 % de las muestras para los parámetros salinidad y oxígeno disuelto.
- c) 75 % de las muestras para los demás parámetros que figuran en la tabla.

Los Estados miembros pueden fijar requisitos más estrictos que los establecidos en esta Directiva e incluso parámetros adicionales.

40 Los parámetros son: pH, temperatura, coloración, materias en suspensión, salinidad, oxígeno disuelto, hidrocarburos de origen petrolero, sustancias organohalogenadas, metales (plata, arsénico, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo, zinc), sustancias que influyen en el sabor de los moluscos, y saxitoxina producida por diloflagelados.

2.4.3 Directiva 76/160/CEE relativa a la calidad de las aguas de baño

En esta norma [45], se entiende por “aguas para baños” las aguas, o parte de ellas, corrientes o estancadas, así como el agua de mar, en las cuales el baño está expresamente autorizado o no está prohibido y es habitualmente practicado por un número importante de bañistas.

Establece los criterios mínimos de calidad a los que deben responder las aguas de baño: los parámetros físico-químicos⁴¹ y microbiológicos⁴², los valores límites obligatorios (G) y los indicativos (I) de estos parámetros, la frecuencia mínima de muestreo y los métodos de análisis o de inspección de estas aguas.

Las aguas de baño se consideran conformes cuando las muestras, tomadas con arreglo a la frecuencia prevista (en general quincenalmente) en un mismo lugar de recogida, cumplan que:

- a) El 95 % de las muestras no excedan los valores límites imperativos contenidos en la columna I.
- b) El 90 % de las muestras no excedan los valores guías señalados para los distintos parámetros en la columna G (con la excepción de coliformes totales y coliformes fecales).
- c) El 80 % de las muestras no excedan los valores guías señalados para coliformes totales y fecales en la columna G.

41 Color, aceites minerales persistentes, sustancias tensoactivas, fenoles, transparencia, oxígeno disuelto, residuos alquitranados y materias flotantes, amoníaco, plaguicidas, metales pesados (arsénico, cadmio, cromo VI, plomo, mercurio), cianuros, nitratos y fosfatos.

42 Coliformes totales, coliformes fecales, estreptococos fecales, salmonellas y enterovirus.

En relación con el 5%, 10% ó 20% de las muestras que según el caso, no sean conformes con lo que disponen los párrafos anteriores, debe cumplirse a su vez que no sobrepasen en más del 50 % los valores límites imperativos o guías contenidos en el anexo (a excepción de los correspondientes a parámetros microbiológicos, el pH y el oxígeno disuelto). La superación de los límites no se tiene en cuenta en el cálculo de los porcentajes, cuando sea consecuencia de inundaciones y catástrofes naturales o condiciones meteorológicas excepcionales.

Esta Directiva está actualmente en revisión, existiendo una propuesta de nueva directiva [46] para adaptarla a la evolución de la ciencia y de la tecnología, así como a la experiencia de gestión adquirida.

2.4.4 Directiva 78/659/CEE sobre calidad de las aguas piscícolas

Esta Directiva [47] se aplica a las aguas dulces que deben ser protegidas o mejoradas para ser aptas para la vida piscícola. No es de aplicación a las aguas utilizadas para la cría intensiva de peces y a las contenidas en reductos naturales o artificiales.

Las aguas piscícolas se dividen en salmonícolas y ciprinícolas, siendo:

- Aguas salmonícolas: en las que viven o podrían vivir los peces que pertenecen a especies tales como el salmón (*Salmo salar*), la trucha (*Salmo trutta*), el timalo (*Thymallus thymallus*) y el corégono (*Coregonus*).
- Aguas ciprinícolas: en las que viven o podrían vivir los peces que pertenecen a los ciprínidos (*Cyprinidae*), o a otras especies tales como el lucio (*Esox lucius*), la perca (*Perca fluviatilis*) y la anguila (*Anguilla*

anguilla).

Los Estados miembros no deben fijar valores menos estrictos que los que figuran en la columna I y se esforzarán por respetar los valores que figuran en su columna G.

Se considerarán conformes si las muestras de dichas aguas, tomadas según la frecuencia mínima prevista, en un mismo lugar de muestreo y durante un período de doce meses, cumplen los valores fijados por los Estados miembros, así como las observaciones que figuran en las columnas G e I, en lo que se refiere al 95 % de las muestras para los parámetros siguientes: pH, DBO₅, amoníaco no ionizado, amonio total, nitritos, cloro residual total, zinc total y cobre soluble. Si la frecuencia de muestreo fuese inferior a una toma por mes, los valores y observaciones antes mencionados deberán respetarse para todas las muestras.

El incumplimiento de los valores o de las observaciones que figuran en las columnas G e I del Anexo I no debe ser tomado en consideración en el cálculo de los porcentajes, cuando ello fuera consecuencia de inundaciones o de otras catástrofes naturales.

2.5 Directiva marco de aguas, 2000/60/CE

En 1994 la Comisión presentó una propuesta de Directiva sobre la calidad ecológica del agua dirigida esencialmente a aspectos no incluidos hasta el momento en la legislación comunitaria, más tarde se puso de manifiesto la desconexión existente en el conjunto de normas sobre aguas. En diciembre de 1995 se pidió oficialmente a la Comisión la elaboración de una Directiva Marco relativa a las aguas.

La Comisión, que ya había estado considerando la necesidad de un acercamiento más global a la política de aguas, aceptó las demandas del Parlamento Europeo y del Consejo de Ministros de medio ambiente. Tras una amplia consulta con todas las partes interesadas, tales como autoridades locales y regionales, usuarios, proveedores, industriales, agricultores y organizaciones no gubernamentales de consumidores y ecologistas, la Comisión adoptó, en febrero de 1997, una Propuesta de Directiva Marco de Aguas. Tras muchos avatares y discusiones en su trámite a través de diversas instituciones europeas (incluso tuvo que actuar el Comité de Conciliación), a finales del año 2000 se publicó la Directiva Marco de Aguas [48].

2.5.1 *Contenido de la Directiva*

Con vistas a su aplicación los Estados miembros deben determinar todas las cuencas hidrográficas que se encuentren en su territorio (incluyendo las aguas costeras asociadas) y asignarlas a demarcaciones hidrográficas. Las cuencas hidrográficas que se extiendan por el territorio de más de un Estado se incorporarán a una demarcación hidrográfica internacional, en cada uno de ellos se debe designar una autoridad competente.

Se tiene que hacer un análisis de las características de cada demarcación hidrográfica, un estudio de la incidencia de la actividad humana sobre las aguas, un análisis económico del uso de las mismas y un registro de las zonas que necesiten una protección especial.

Una vez determinadas las demarcaciones hidrográficas y analizadas sus características, deberá elaborarse un plan de gestión⁴³ y un programa de medidas en cada demarcación, teniendo en cuenta los resultados de los análisis y estudios realizados.

Las medidas del plan de gestión de la demarcación hidrográfica deben tener por objeto:

1. Prevenir el deterioro, mejorar y restaurar el estado de las masas de agua superficiales, lograr que estén en buen estado químico y ecológico y reducir la contaminación debida a los vertidos y emisiones de sustancias peligrosas.
2. Proteger, mejorar y restaurar las aguas subterráneas, prevenir su contaminación y deterioro y garantizar un equilibrio entre su captación y su renovación.
3. Preservar las zonas protegidas.

Los objetivos anteriores deberán alcanzarse 15 años después de la entrada en vigor de la Directiva, pero este plazo podrá retrasarse o modificarse siempre que se respeten las condiciones establecidas por la Directiva.

Existen una serie de excepciones al cumplimiento de los objetivos medioambientales, así los Estados miembros podrán fijar objetivos medioambientales menos rigurosos que los exigidos cuando: una masa de agua

43 En la versión española se ha traducido interesadamente como “plan hidrológico” usando la misma terminología que la Ley de Aguas, sin embargo los objetivos de ambos planes hidrológicos son muy diferentes.

superficial se clasifique como artificial o muy modificada, su condición natural sea tal que alcanzar dichos objetivos sea inviable o tenga un coste desproporcionado o se deba a causas naturales o de fuerza mayor, en particular graves inundaciones y sequías prolongadas.

Otro aspecto importante es el de la recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua. La Directiva exige a los Estados miembros tener en cuenta el principio de la recuperación de estos costes⁴⁴, incluidos los medioambientales y los relativos a los recursos, a la vista del análisis económico efectuado de conformidad con el principio de que quien contamina paga (año 2010).

Los Estados miembros deben fomentar la participación activa de todas las partes interesadas por la aplicación de esta Directiva, en particular en lo que se refiere a los planes de gestión de las demarcaciones hidrográficas.

El deterioro temporal de las masas de agua no constituye una infracción si es consecuencia de las circunstancias excepcionales e imprevisibles ligadas a un accidente, una causa natural o un caso de fuerza mayor.

Mediante la Decisión 2455/2001/CE [49] se establece la lista de sustancias que representan un riesgo significativo para el medio acuático, o a través de él, y respecto a las cuales hay que tomar medidas específicas de reducción progresiva de los vertidos, emisiones, y pérdidas y, en el caso de las sustancias peligrosas prioritarias la interrupción o supresión de tales vertidos, emisiones o pérdidas en el plazo de 20 años, con el objetivo de conseguir en el medio marino

44 Este aspecto fue suavizado en el texto final, ya que la propuesta de la Directiva hablaba de aplicar este principio, que es muy diferente a tenerlo en cuenta.

concentraciones cercanas a los valores de fondo para las sustancias de origen natural y próximas a cero para las sustancias sintéticas artificiales

En relación con la prevención y el control de la contaminación, la política comunitaria de aguas debe basarse en un enfoque combinado a partir del control de la contaminación en la fuente, mediante la fijación de valores límite de emisión y de normas de calidad medioambiental. Deben establecerse en la legislación comunitaria, a modo de requisitos mínimos, normas comunes de calidad medioambiental y valores límite de emisión para determinados grupos o familias de contaminantes.

Deben garantizarse la sostenibilidad medioambiental de los sistemas acuáticos afectados mediante principios generales de control de la captación y del almacenamiento del agua.

2.5.2 Valoración sobre la aplicación de la Directiva

La Directiva recoge una serie de obligaciones que sin embargo no son nuevas para España, como es la creación de organismos de cuenca, la realización de planes de cuenca y la necesidad de desarrollar un sistema de autorizaciones de captación de aguas o de vertido, no obstante hay otras obligaciones realmente nuevas.

Se considera al agua, en primer lugar como un elemento natural y luego como un bien económico (excepto para los abastecimientos), pero no tiene el valor estratégico del agua para los países semiáridos por su escasez e irregularidad. La problemática de la escasez en casos de sequía sigue siendo un tema importante para España.

Quizá los aspectos de la Directiva de mayor repercusión para España sean los de mantenimiento de la buena calidad ecológica durante las sequías o en los períodos de mayor escasez, ya que podrían conllevar la suspensión de riegos o el cierre temporal de empresas por deterioro de su calidad (hecho que se produciría antes que la falta de agua) tal y como está previsto en la Directiva.

Uno de los retos más importantes que se plantea en la aplicación de la Directiva es la necesidad de coordinar a todas administraciones competentes. La creación de demarcaciones hidrográficas que incluirían a nuestras actuales cuencas hidrográficas, gestionadas desde hace muchos años por Organismos de Cuenca, y a su tramo costero asociado, donde existen numerosas competencias de las Comunidades Autónomas, sobre todo en cuanto a vertidos y protección del medio ambiente. También obligará a coordinar los programas de medidas con las Comunidades Autónomas y los Ayuntamientos.

Los aspectos más importantes, desde el punto de vista técnico y medioambiental, se encuentran en sus anexos (11 en total) ya que para alcanzar el buen estado ecológico de las aguas es necesario definir primero en que consiste, puesto que los ecosistemas naturales son muy diferentes en las distintas masas de aguas europeas.

La herramienta utilizada para ello es un sistema de caracterización de las aguas superficiales (ríos, lagos, aguas de transición y costeras) en tipos ecológicos utilizando una serie de descriptores obligatorios y otros voluntarios. Una vez que se tengan divididas las aguas en grupos (tipos), que sean homogéneos desde el punto de vista ecológico, será necesario saber en que estado ecológico se encuentran⁴⁵ mediante la comparación con una serie de

45 Que pueden ser: muy bueno, bueno, aceptable, malo o muy malo.

indicadores que describen las masas de aguas (biológicos, hidromorfológicos, fisicoquímicos, etc.) con los que tengan las aguas del mismo tipo ecológico que se consideren prístinas (y por tanto clasificadas como en estado muy bueno).

Es evidente que para clasificar todas las aguas y establecer su estado será necesario, no sólo un importante esfuerzo económico sino también científico, ya que habrá que homogeneizar y estandarizar metodológicamente aspectos sobre medición de indicadores biológicos que están aun en fase de investigación.

3. NORMATIVA ESTATAL

En España, aunque en épocas pasadas y concretamente entre 1866 y 1879 hubo una regulación común, a partir de 1879 se estableció un régimen diferenciado para las aguas continentales y marítimas. Desde esa fecha las primeras son reguladas por una llamada Ley de Aguas, mientras que la regulación de las segundas se contiene en la legislación de costas, puertos o de la zona marítimo-terrestre, lo que revela que el objetivo de esta última no es propiamente el mar, sino la franja del litoral o zona marítimo-terrestre. Dentro de este régimen, en los estuarios y lugares en los que las aguas continentales y marítimas se confunden ha prevalecido la legislación marítima sobre la continental, pese a que las aguas marítimas tienen menos usos que las continentales. A la vez, y en contra de los criterios químicos de algunos tratados internacionales (basados en la salinidad), la legislación española sigue criterios físicos (el alcance de las mayores pleamares o las mayores olas en los temporales ordinarios) para determinar hasta dónde se extienden las aguas marinas.

La legislación europea en materia de aguas comprende en su ámbito las aguas continentales y las marítimas. En España, sin embargo, tradicionalmente se han establecido regímenes diferentes para ambas. Este hecho es una fuente de

problemas para la adaptación al derecho de la Comunidad en el que el agua está regulada, además, desde una doble vertiente: los vertidos de sustancias nocivas al medio acuático y los objetivos de calidad para los distintos usos que de la misma se puedan hacer. Esto supone una doble adaptación para aguas marítimas y continentales.

A esta adaptación legislativa hay que unir otro problema importante como es el derivado de la organización administrativa y el reparto de competencias entre el Estado, Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales. Todo ello ha dado lugar a que la actual legislación española sobre aguas se caracterice por su extensión y dispersión.

La actual normativa básica española está recogida en la Ley de Aguas de 1985 [50]⁴⁶ y en la Ley de Costas de 1988 [51], que pueden considerarse el punto de partida de la adaptación a la legislación dictada por la Comunidad Europea, al mismo tiempo que actualiza y unifica la normativa anterior. El desarrollo de ambas Leyes básicas a través de sus Reglamentos, Reales Decretos, y Órdenes Ministeriales recoge la doble vertiente, antes indicada, por la que la Comunidad regula el agua.

La diversidad entre las dos regulaciones, de aguas y de costas, se pone también de manifiesto en los contenidos ambientales de ambas, ya que revelan distinta sensibilidad hacia estos asuntos en sus regulaciones y atribuciones de competencias.

46 La Ley 29/1985, de Aguas ha tenido varias modificaciones siendo la más importante la que se realizó mediante la Ley 46/1999, todas las modificaciones fueron recogidas en un texto refundido que fue aprobado mediante Real Decreto Legislativo 1/2001. Posteriormente ha sido modificada por la Ley 62/2003, de medidas fiscales, administrativas y de orden social que transpone parte de los contenidos de la Directiva Marco de Aguas.

En este capítulo sólo se analizará la normativa relacionada con las aguas litorales, siendo gran parte de ella aplicable también a las aguas continentales, principalmente las que proceden de la transposición de directivas europeas a la normativa española. Estas últimas constituyen la mayor parte de la normativa estatal, ya que el Estado Español tiene escasa “producción propia” desde que ingresó en la Comunidad Europea. Por tanto, debido a que las directivas ya se han comentado extensamente, en este capítulo tan sólo se indicará lo que la transposición aporta respecto a las directivas, principalmente en lo relacionado con el sistema de competencias, particularmente complicado por la distribución de poderes interiores.

3.1 Régimen de vertidos desde tierra

La normativa estatal sobre vertidos desde tierra está formada por la Ley de Costas y sus reglamentos de desarrollo a los que se le añaden las leyes y decretos de transposición de las directivas comunitarias sobre la materia. Tan sólo existe una importante Orden, que aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertido desde tierra al mar, que aporta elementos nuevos a la norma comunitaria.

3.1.1 *Ley 22/1988, de Costas y sus reglamentos*

La Ley de Costas [51] actualiza y conjunta la normativa sobre vertidos a las aguas marítimas, fue desarrollada reglamentariamente por el Real Decreto 1471/1989 [52] que más tarde fue modificado por el Real Decreto 1112/1992 [53].

El objetivo de la Ley es la determinación y conservación del dominio público marítimo-terrestre garantizando su uso público, así como regular la

utilización racional de sus bienes con respecto al paisaje, medio ambiente y patrimonio histórico, manteniendo un adecuado nivel de calidad de sus aguas y de la ribera del mar.

Las disposiciones sobre vertidos son de aplicación a los efectuados a cualquier bien de dominio público marítimo-terrestre, tanto líquidos como sólidos, y exceptúa aquellos realizados desde buques y aeronaves que son regulados por una legislación específica. Igualmente prohíbe el vertido de residuos sólidos y escombros al mar y su ribera, así como a la zona de servidumbre de protección, excepto cuando éstos se utilicen como relleno y estén debidamente autorizados.

La Ley somete a autorización a todos los vertidos, sean contaminantes o no, y dispone que si son contaminantes será necesario que el peticionario justifique previamente la imposibilidad o dificultad de aplicar otra solución alternativa para la eliminación o tratamiento de dichos vertidos. No se pueden verter sustancias ni introducir formas de energía que puedan comportar un peligro o perjuicio superior al admisible para la salud pública y el medio natural.

Exige que los vertidos se limiten en función de los objetivos de calidad fijados para el medio receptor y en la medida en que lo permita el estado de la técnica, las materias primas y la capacidad de absorción de la carga contaminante por el medio receptor, sin que se produzca una alteración significativa de dicho medio.

Establece las condiciones a incluir en las autorizaciones de vertido:

1. Plazo de vencimiento, que no será superior a treinta años.
2. Instalaciones de tratamiento, depuración y evacuación necesarias,

estableciendo sus características y los elementos de control de su funcionamiento.

3. Volumen anual de vertido.
4. Límites cualitativos del vertido y plazos, si proceden, para la progresiva adecuación de las características del efluente a los límites impuestos.
5. Evaluación de los efectos sobre el medio receptor, objetivos de calidad de las aguas en la zona receptiva y previsiones que se hayan adoptado para reducir la contaminación.
6. Canon de vertido.

En el artículo 85 de la Ley de Costas se indica que los vertidos contaminantes autorizados se gravarán con un canon, en función de la carga contaminante, aspecto que se desarrollará en el capítulo III de esta Tesis Doctoral.

Las condiciones de las autorizaciones de vertido se pueden modificar, sin derecho a indemnización, cuando las circunstancias que motivaron su otorgamiento se hubiesen alterado, o bien sobrevinieran otras que, de haber existido anteriormente, habrían justificado su denegación o el otorgamiento en términos distintos. Si la Administración lo considera necesario, podrá suspender los efectos de la autorización hasta que se cumplan las nuevas condiciones establecidas.

La Administración competente puede efectuar cuantos análisis e inspecciones estime convenientes para comprobar las características del vertido y contrastar el cumplimiento de las condiciones impuestas en la autorización del vertido.

Las autorizaciones administrativas sobre establecimiento, modificación o

traslado de instalaciones o industrias que originen, o puedan originar, vertidos al dominio público marítimo-terrestre se otorgan condicionadas a la obtención de las correspondientes autorizaciones de vertido y concesiones de ocupación de dicho dominio.

Se pueden prohibir, en zonas concretas, aquellos procesos industriales cuyos efluentes, a pesar del tratamiento a que sean sometidos, puedan constituir un riesgo de contaminación superior a la admisible, según la normativa vigente, para el dominio público marítimo-terrestre, bien sea en su funcionamiento normal o derivado de situaciones excepcionales previsibles. Sin embargo no hace referencia explícita a las sustancias que se consideran contaminantes, como lo hace la Ley de Aguas de 1985 [50].

3.1.2 *Vertido de sustancias peligrosas*

La Ley de Costas y su Reglamento tienen su prolongación natural en el Real Decreto 258/89 sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar [54] ya que traspone al ordenamiento jurídico español la norma básica comunitaria sobre sustancias peligrosas, la Directiva 76/464, que somete a autorización previa los vertidos desde tierra al mar de sustancias comprendidas en las listas I y II de su anexo.

El Real Decreto 258/1989 es de aplicación a todo vertido, efectuado desde tierra en las aguas interiores y en el mar territorial español, que pueda contener una o varias de las sustancias peligrosas indicadas en el anexo (listas I y II equivalentes a las de la Directiva 76/464 [22]); exceptuando los vertidos de lodos de dragados, descargas operativas efectuadas desde buques y el vertido de residuos desde buques y aeronaves al mar. Es igualmente de aplicación a los vertidos de sustancias peligrosas que se hagan a través de alcantarillado, siempre

que éste descargue en el mar.

Fija las mismas obligaciones que la Directiva un cuanto a limitar los vertidos que contengan sustancias peligrosas, sin embargo establece que el órgano competente de la Comunidad Autónoma para conceder la autorización podrá, en caso necesario, establecer unas normas de emisión más exigentes.

Las autorizaciones de vertido habrán de revisarse al menos cada 4 años. Solamente podrán autorizarse vertidos procedentes de núcleos urbanos o instalaciones nuevas, cuando se apliquen las normas correspondientes a los mejores medios técnicos económicamente viables para eliminar la contaminación.

Corresponde a las Comunidad Autónoma garantizar la vigilancia del medio acuático afectado por los vertidos, estableciendo las redes de vigilancia correspondientes y realizar el inventario de vertidos que puedan contener sustancias peligrosas a las que se apliquen normas de emisión, así como establecer programas específicos para:

- Evitar o eliminar la contaminación procedente de fuentes importantes de sustancias de la lista I, inclusive aquellas múltiples y difusas que no están sometidas a normas de emisión.
- Reducir la contaminación cuando pertenezcan a la lista II.

En cuanto al seguimiento de los objetivos de calidad, fija el medio receptor afectado por el vertido como el círculo de radio 1 milla náutica y centro el propio vertido.

En desarrollo de este Real Decreto 258/89, y con el fin de incorporar al ordenamiento jurídico español las Directivas hijas que fijaban límites de vertido y objetivos de calidad para las sustancias peligrosas de la lista I, aparecieron dos Ordenes:

- La de 31 de octubre de 1989 [55] que regula las 13 primeras sustancias de la lista I⁴⁷ y por tanto transpone las Directivas 82/176/CEE [24], 84/156/CEE [25], 83/513/CEE [26], 84/491/CEE [27], 86/280/CEE [28] y 88/347/CEE [29].
- La segunda fue la de 28 de octubre de 1992 [56] que incluye cuatro nuevas sustancias peligrosas⁴⁸ y por tanto transpone la Directiva 90/415/CEE [30].

3.1.3 Vertidos de aguas residuales urbanas

La transposición de la Directiva 91/271/CEE [33] se hizo en España a través de dos normas de distinto rango, la primera, el Real Decreto-ley 11/1995 [57], sobre normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas, transpone lo referente a las obligaciones de tratamiento de las aguas residuales y los plazos para su cumplimiento.

La necesidad de que tenga rango de Ley se debe a que esta norma modifica los criterios establecidos en el artículo 26 de la Ley 7/1985, de Bases del

47 Mercurio, cadmio, hexaclorociclohexano (HCH), tetracloruro de carbono, dicloro difeniltricloroetano (DDT), pentaclorofenol, hexaclorociclopentadieno (aldrín), dieldrín, endrín, isodrín, cloroformo, hexaclorobenceno (HCB) y hexaclorobutadieno (HCBBD).

48 1,2 dicloroetano (EDC), tricloroetileno (TRI), percloroetileno (PER) y triclorobenceno (TCB).

Régimen Local [58], al cambiar el criterio de número de habitantes por el número de habitantes-equivalentes y diferir a las Comunidades Autónomas la delimitación de las aglomeraciones urbanas, con las consecuencias que tiene en el cumplimiento de las obligaciones establecidas en este Real Decreto-ley.

La segunda norma es el Real Decreto 509/1996 [59], que completa la incorporación de la Directiva 91/271/CEE, desarrollando lo dispuesto en el Real Decreto-ley 11/1995, fijando los requisitos técnicos que deberán cumplir los sistemas colectores y las instalaciones de tratamiento de las aguas residuales, los requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones secundarias o de aquellos que vayan a realizarse en zonas sensibles. También regula el tratamiento previo de los vertidos de las aguas residuales industriales cuando éstos se realicen a sistemas colectores o a instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas.

Asimismo, se determinan los criterios que deberán tomarse en consideración para la declaración de las “zonas sensibles” y “zonas menos sensibles”, que corresponderá efectuar a la Administración General del Estado (en el caso de aguas continentales de cuencas intercomunitarias) o a las Comunidades Autónomas (en el resto de los casos).

Por último, se establece que las Administraciones públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán efectuar el seguimiento y los controles precisos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones.

3.1.4 Contaminación por nitratos de origen agrario

Mediante Real Decreto 261/1996 [60], sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, se transpone la Directiva 91/676/CEE [34]. Tan sólo aporta respecto a la Directiva

la distribución competencial.

Asigna la determinación de las masas de aguas afectadas, o en riesgo de estarlo, al Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (ahora Ministerio de Medio Ambiente) en el caso de aguas continentales de cuencas hidrográficas que excedan del ámbito territorial de una Comunidad Autónoma y al órgano competente de las Comunidades Autónomas en el resto de los casos (incluidas las aguas litorales y estuarios).

La determinación de las zonas vulnerables corresponde a las Comunidades Autónomas, así como el establecimiento en las mismas de programas de actuación.

Los programas de muestreo y seguimiento de calidad de las aguas corresponde a los organismos de cuenca y a las Comunidades Autónomas en el ámbito de sus respectivas competencias.

Por otro lado, en el Real Decreto 324/2000 [61], sobre ordenación de explotaciones porcinas, aparecen una serie de requisitos medioambientales que deben cumplir las explotaciones porcinas en cuanto a la gestión de sus estiércoles. Así prevé cuatro procedimientos:

- Valoración como abono órgano-mineral.
- Tratamiento mediante compostaje, secado artificial, etc.
- Eliminación mediante vertido.
- Entrega a un centro de gestión de estiércoles.

En el caso de su valoración como abono se debe disponer de balsas impermeabilizadas y del tamaño preciso para poder almacenar la producción de

al menos tres meses, para que permita la adecuada gestión de los estiércoles. Además se deben respetar una serie de distancias a núcleos urbanos y cursos de agua y acreditar que se dispone de superficie agrícola suficiente, propia o concertada.

3.1.5 Ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación

La Ley 16/2002 [62] transpone la Directiva del mismo nombre 96/61/CE [36], su principal aportación es la distribución competencial y el procedimiento administrativo, que en ambos casos es muy complejo. Ello se debe a la necesidad de integrar todas las autorizaciones ambientales existentes en una sola. Corresponde a las Comunidades Autónomas otorgar la autorización ambiental integrada, que incluye emisiones a la atmósfera, vertidos a aguas continentales y desde tierra al mar, de producción y gestión de los residuos y otras exigencias de carácter ambiental contenidas en la legislación sectorial.

Especialmente complicado es el procedimiento cuando existen vertidos a aguas continentales, ya que la antigua autorización otorgada por la Confederación Hidrográfica se sustituye por un informe vinculante de la misma que debe ser tenido en cuenta, siempre que se reciba antes de la autorización ambiental integrada.

3.1.6 Orden de 13 de junio de 1993, Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar

La Instrucción [63] es aplicable a todos los vertidos que se realicen desde tierra al mar mediante conducciones de vertido. Sus objetivos son:

- Establecer las condiciones técnicas mínimas para el proyecto y cálculo

de las conducciones y dispositivos de vertido de aguas residuales desde tierra al mar.

- Definir los requisitos que deben cumplir los proyectos de aliviaderos.
- Determinar los procedimientos de vigilancia y control que aseguren, por una parte, el buen funcionamiento estructural de las instalaciones y, por otra, el mantenimiento de los objetivos de calidad establecidos en la normativa vigente.

Define un emisario submarino como conducción cerrada que transporta las aguas residuales desde la estación de tratamiento hasta una zona de inyección en el mar, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes: que la distancia entre la línea de costa en bajamar máxima viva equinoccial y la boquilla de descarga más próxima a ésta sea mayor de 500 m y que la dilución inicial sea mayor de 100:1 (calculada para máximo caudal y en ausencia de estratificación).

Define conducción de desagüe como la conducción abierta o cerrada que transporta las aguas residuales desde la estación de tratamiento hasta el mar, vertiendo en superficie o mediante descarga submarina, sin que se cumplan las anteriores condiciones del emisario submarino.

El término conducción de vertido engloba tanto a los emisarios de vertido como a las conducciones de desagüe.

Exige que el interesado presente un programa de vigilancia y control, tanto estructural de la conducción (que debe detallar los procedimientos y medios que se van a emplear en la inspección y mantenimiento preventivo de los elementos estructurales) como ambiental de la calidad del efluente (toma de muestra y la

medida de caudal con una frecuencia, tipo y número de parámetros a analizar que dependerá de la naturaleza e importancia del vertido) y del medio receptor.

Para las aguas residuales urbanas se establecen tres categorías de emisarios submarinos y dos tipos de análisis en función del número de habitantes equivalentes servidos y del grupo de parámetros considerados, respectivamente. Las tres categorías son: emisarios que sirven a aglomeraciones urbanas con menos de 10.000 h-e (categoría I), entre 10.000 y 50.000 h-e (categoría II) y mayores de 50.000 h-e (categoría III).

El número mínimo anual de análisis para las aguas residuales urbanas se especifica en la tabla 10:

Tabla 10: Número de análisis por categoría de emisario.

TIPO EMISARIO.	Simplificado	Completo	TOTAL
I	11	1	12
II	9	3	12
III	18	6	24

El análisis simplificado de vertidos debe constar de DBO₅, DQO, sólidos sedimentables, pH, caudal, N-Kjeldhal, N-oxidado, P total (los tres últimos cuando las aguas receptoras se encuentren en zonas de riesgo de eutrofización) y cualquier otro parámetro que la Administración considere, si tiene sospecha de su existencia en el vertido en concentraciones que puedan afectar negativamente al medio ambiente. El análisis completo debe constar, además de los análisis anteriores, del resto de los contaminantes cuyas concentraciones deban ser controladas de acuerdo con la normativa vigente. Como se puede observar no se especifica nada de los controles de emisión para las aguas residuales industriales.

En cuanto al control de las aguas receptoras afectadas por los emisarios submarinos se deben seleccionar al menos 5 puntos: 3 situados sobre la línea de costa (2 a ambos lados del emisario y 1 en el arranque de éste) y 2 entre la salida del efluente y la costa, estableciendo análisis simplificado y completo en el caso de aguas receptoras afectadas por aguas residuales urbanas. El número mínimo anual de análisis debe ser 6 en zonas de baño y 4 en las restantes, 2 deben ser completos y el resto simplificados.

En el análisis simplificado de las aguas receptoras se deben analizar como mínimo: coliformes fecales, coliformes totales, estreptococos fecales, pH, sólidos en suspensión, temperatura, color, salinidad, O₂ disuelto, N-oxidado y ortofosfato (los dos últimos cuando las aguas receptoras estén ubicadas en zonas eutróficas o bien cuando éstas puedan llegar a serlo si no se toman medidas de protección). Además se debe analizar cualquier otro parámetro que la Administración competente considere necesaria su determinación para mantener los objetivos de calidad. Igualmente se han de realizar observaciones visuales referentes al viento, oleaje y lluvia.

En el análisis completo se tienen que determinar los parámetros anteriores más el resto de los contaminantes cuyas concentraciones deban ser controlada, de acuerdo con la normativa vigente. Asimismo, se determinarán parámetros representativos de las condiciones oceanográficas y meteorológicas de la zona en el momento del muestreo, junto con parámetros físico-químicos indicadores de las condiciones de la masa de agua: viento, corrientes, oleaje, perfil de salinidad, temperatura y O₂ disuelto en el agua en un punto cercano a la salida del efluente, pero no afectado por éste.

Para el control de las aguas receptoras afectadas por emisarios de aguas residuales industriales la frecuencia mínima de muestreo debe ser de 8 al año (4

de ellos completos) y realizarse coincidiendo con períodos de máxima descarga. Los parámetros serán los adecuados al proceso industrial de que se trate, tanto para el análisis simplificado como para el completo.

Si el vertido corresponde a una conducción de desagüe se han de seleccionar 3 puntos de muestreo sobre la línea de costa (2 a ambos lados del desagüe y 1 en el arranque de éste) y otro en la salida del efluente. Sólo se realizarán análisis completos y la frecuencia mínima de muestreo será de 2 por año.

El control de sedimentos y organismos tiene que realizarse con carácter anual y se deben seleccionar puntos de muestreo en el área de influencia del emisario, donde el sedimento tienda a acumularse, y en lugares donde se encuentren poblaciones abundantes de organismos representativos de la zona.

3.2 Objetivos de calidad

De las cuatro Directivas relacionadas con la calidad de las aguas naturales, dos son aplicables a las aguas marinas y estuarios, en concreto la de baños que ha sido transpuesta por el Real Decreto 734/1988, por el que se establecen normas de calidad de las aguas de baño [64] y la relativa a las aguas para la cría de molusco, transpuesta por el Real Decreto 345/1993, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos [65].

3.3 Otra legislación estatal

La Ley 10/77, sobre mar territorial [66] establece las líneas de base recta sobre las que se mide la distancia de 12 millas que sirve para definir el mar

territorial. Su importancia radica en que dicha línea es utilizada en la legislación nacional e internacional para delimitar las aguas litorales. Así, por ejemplo, en la Directiva marco de aguas se definen aguas costeras (sobre las que hay que alcanzar el buen estado ecológico) como “ las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximos de la línea de base recta que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales ...”

Recientemente la Directiva Marco de Aguas [48] ha sido transpuesta parcialmente al ordenamiento jurídico español mediante la Ley 62/2003, de medidas fiscales, administrativas y de orden social [67] que modifica la Ley de Aguas.

4. NORMATIVA DE LA COMUNIDAD ANDALUZA

En el marco competencial español en materia de medio ambiente corresponde a la Administración Estatal el establecimiento de la legislación básica y a las Comunidades Autónomas su desarrollo y el establecimiento de normas adicionales de protección. Así la normativa andaluza en materia de vertidos y objetivos de calidad se realiza en desarrollo de la Ley de Costas y sus Reglamentos, que son legislación básica.

En este caso la legislación andaluza ha llenado los huecos de la legislación de costas que dejó para desarrollos normativos posteriores, que finalmente no se produjeron, aspectos tan importantes como el desarrollo del canon de vertido y el establecimiento de límites de vertido y objetivos de calidad de las sustancias no reguladas por las normas europeas.

4.1 Normativa sobre vertidos y calidad de aguas

La norma básica de la que se ha dotado la Comunidad Autónoma Andaluza para la prevención de la contaminación y protección del medio ambiente es la Ley 7/1994, de Protección Ambiental [68]. Tiene un capítulo dedicado a las aguas litorales que establece su protección como objetivo de gran interés estratégico, dada la importancia económica y ambiental del espacio litoral andaluz. Este capítulo ha sido desarrollado mediante el Decreto 14/1996, que aprueba el Reglamento de la calidad de las aguas litorales [69] y éste a su vez por la Orden de 14 de febrero de 1997, de objetivos de calidad de las aguas litorales [70].

4.1.1 *Ley 7/1994, de Protección Ambiental*

Actualiza y desarrolla la normativa estatal en cuanto a vertidos, asumiendo el reto de sanear el litoral en los plazos marcados por las directrices comunitarias. El proyecto articula un canon de vertido con carácter progresivo y finalista, con el doble objetivo de asignar equitativamente las cargas en razón del daño causado en el medio marino y de aplicarlo al objetivo de corrección para el saneamiento y mejora de la calidad de las aguas.

Prohíbe todos los vertidos, cualquier que sea su naturaleza y estado físico, que se realicen de forma directa o indirecta desde tierra a cualquier bien de dominio público marítimo-terrestre, que no cuenten con la correspondiente autorización administrativa. También prohíbe los vertidos de aguas residuales en la zona de servidumbre de protección y en la zona de influencia.

Corresponde a la Agencia de Medio Ambiente (ahora Consejería de Medio Ambiente) otorgar las autorizaciones de vertido, sin perjuicio de la concesión de

ocupación de dominio público marítimo-terrestre, que pueda necesitar. La autorización de vertido no es efectiva sin la comprobación previa de las condiciones impuestas, existiendo la obligación de realizar una declaración anual de vertidos.

Establece que el importe del canon establecido en la Ley de Costas se fijará teniendo en cuenta la carga contaminante aportada, así como la capacidad de dilución y la clasificación del medio receptor.

Los vertidos existentes con anterioridad a la entrada en vigor de la ley pueden tener un plazo máximo de 10 años para adecuarse a los límites y objetivos que reglamentariamente se determinen.

4.1.2 Decreto 14/1996, Reglamento de la calidad de las aguas litorales

El Reglamento de la calidad de las aguas litorales [69] se estructura en cinco capítulos relativos a: disposiciones generales, régimen de las autorizaciones de vertido; comprobación, vigilancia y control; objetivos de calidad y canon y fianza; completándose el articulado con tres anexos que recogen las tablas de límites para vertidos y métodos de análisis, los valores del coeficiente K para el cálculo del canon de vertido y las normas para su estimación en las industrias que utilizan el agua como refrigeración.

Es de aplicación a los vertidos, cualquiera que sea su naturaleza y estado físico, que de forma directa o indirecta se realicen desde tierra a cualquier bien del dominio público marítimo-terrestre.

Los vertidos se limitan en la medida que lo permite el estado de la técnica, las materias primas y especialmente, en función de la capacidad de absorción de

la carga contaminante por el medio receptor, sin que se superen los objetivos de calidad fijados para el mismo. De forma general no pueden autorizarse vertidos cuya carga contaminante supere los límites de emisión establecidos en el anexo I del Reglamento (tablas 11 y 12 del capítulo III), tan sólo pueden sobrepasarse los límites fijados cuando las circunstancias especiales de los vertidos o de las aguas receptoras lo permitan y pueda justificarse que en el medio acuático afectado se alcanzan y mantienen permanentemente los objetivos de calidad. En ningún caso pueden alcanzarse los límites permitidos por dilución salvo que esté expresamente autorizado, en cuyo caso se tiene en cuenta el factor de dilución.

Todos los vertidos que se realicen a través de alcantarillado y contengan alguna de las sustancias peligrosas deben ajustarse a los límites establecidos específicamente para cada una de dichas sustancias. Las autorizaciones de vertidos que contengan alguna de estas sustancias deben de revisarse al menos cada cuatro años.

Los titulares de las autorizaciones de vertido están obligados al pago del canon de vertido y a realizar anualmente una declaración de vertidos que contenga, entre otros datos: características del vertido, volumen anual de vertido, caudal medio mensual, rendimiento efectivo de la planta de tratamiento, informe de vigilancia del vertido, de la conducción que lo soporta y del medio receptor afectado. Se considera medio receptor afectado directamente por el vertido el círculo con centro en el punto de vertido y radio de una milla náutica, salvo que se justifique otro radio distinto y así se establezca en la autorización de vertido.

Los objetivos de calidad de las aguas litorales andaluzas afectadas directamente por los vertidos son expresados como concentraciones de contaminantes que no deben ser sobrepasados, que se establecen en una Orden posterior. Los objetivos de calidad de las aguas no afectadas directamente por los

vertidos son los establecidos por la normativa que resulte de aplicación en función de su uso, tal como la de aguas de baño o la de cría de moluscos.

Para establecer estos objetivos de calidad se clasifican a las aguas en especiales, limitadas, normales y menos limitadas.

El canon de vertido que grava la carga contaminante de los vertidos autorizados, es percibido por la Consejería de Medio Ambiente y se destina a actuaciones de vigilancia del cumplimiento de los niveles de emisión autorizados, así como a la financiación de actuaciones y obras de saneamiento y mejora de la calidad de las aguas litorales.

4.1.3 Orden de 14 de febrero de 1997, de objetivos de calidad de las aguas litorales

Al objeto de fijar los límites de vertidos contaminantes, los objetivos de calidad de las aguas litorales afectadas directamente por los mismos y el canon de vertido, se establecen en esta Orden [70] cuatro tipos de aguas según su característica y necesidad de protección: especiales, limitadas, normales y menos limitadas:

1. Tienen la consideración general de aguas especiales aquellas caracterizadas por sus singulares condiciones ambientales, bien en su vertiente de aguas de acusado valor estético o con destacado valor ecológico o paisajístico y aquellas donde se reconozca la importancia de su conservación. Se definen como aguas especiales las incluidas dentro de los espacios litorales que presenten alguna figura de protección establecida legalmente, como el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar o las Marismas del Odiel.

2. Aguas limitadas son aquellas caracterizadas por su escasa renovación o por recibir gran cantidad de sustancias contaminantes y/o nutrientes, lo que puede ocasionar procesos de eutrofización, acumulación de sustancias tóxicas o cualquier otro fenómeno que incida negativamente en las condiciones naturales del medio y reduzca sus posibilidades de uso. Se definen como aguas limitadas las de estuarios y bahías cerradas. En particular se consideran limitadas las incluidas como tales en el anexo I⁴⁹, así como todas las desembocaduras de los ríos hasta donde es sensible el efecto de las mareas.

3. Aguas normales son las que debido a sus condiciones de renovación o a la cantidad de sustancias contaminantes que reciben puedan verse menos afectadas por fenómenos de eutrofización, acumulación de sustancias tóxicas, etc., no previéndose efectos negativos sobre las mismas y sus usos. Se definen como aguas normales las litorales distintas de las de estuarios, así como las de bahías abiertas que se encuentran en la franja costera, hasta la distancia de una milla náutica en el litoral atlántico y de media milla náutica en el mediterráneo⁵⁰.

4. Aguas menos limitadas son aquellas con un intercambio bueno o en las que se considere que es altamente improbable que lleguen a desarrollarse fenómenos que afecten negativamente a las mismas y a sus usos. Se definen como aguas menos limitadas las interiores y del mar territorial situadas entre la línea de base recta que determina el límite exterior del mar territorial y las líneas que delimitan las aguas especiales y normales.

Los objetivos de calidad de las aguas especiales, limitadas, normales y menos limitadas que estén afectadas directamente por los vertidos son los que se especifican en la tabla 11.

49 Bahía de Cádiz, estuarios de los ríos Tinto, Odiel, Guadalquivir y Guadiana.

50 El punto exacto de separación de ambas delimitaciones es el cabo de Trafalgar.

Tabla 11: Objetivos de calidad de las aguas afectadas por vertidos.

PARÁMETRO	A.E. ¹	A.L. ²	A.N. ³	A.M.L. ⁴	Observaciones
Coloración después de filtración (mg de Pt por litro, escala Platino-Cobalto)	MN+10				MN= media normal en la zona no afectada por el vertido
Transparencia disco Secchi (metros)	MN-1	MN-2	MN-1		
Salinidad (µS/cm)	0.9MN-1.1MN				
Sólidos en suspensión (mg/l)	1.15MN	1.3MN	1.2MN		
pH	7-9	6-9			Todas las muestras
Oxígeno disuelto (%saturación)	80	60	70		
Carbono orgánico total (mg/l)	2	5	3		
Nitratos (µg de NO ₃ ⁻ /l)	700	1400	1000	1000	
Hidrocarburos no polares	Sin película en la superficie y ausencia de olor				
Aceites y grasas (mg/l)	1	5	3		Muestra superficial
Detergentes (µg/l)	100	300	200		
Fenoles (como µg/l de C ₆ H ₅ OH)	20	50	30		
Cianuros libres (µg de CN ⁻ /l)	5	10	5		
Fluoruros(mg/l)	1,7				
Amonio (µg de NH ₄ ⁺ /l)	600	1200	1000		
Nitritos (µg de NO ₂ ⁻ /l)	600	1000	600		
Fósforo total (µg de P/l)	600	800	600		
Arsénico (µg/l)	25	50	25		
Cadmio (µg/l)	2.5	5	2.5		
Cobre (µg/l)	20	40	20		
Cromo total (µg/l)	10	20	10		
Cromo IV (µg/l)	4	6	4		
Estaño (µg/l)	50	60	50		
Mercurio total (µg/l)	0.3	0.5	0.3		
Níquel (µg/l)	25	50	25		
Plomo (µg/l)	10	20	10		
Selenio (µg/l)	1				
Titanio (µg/l)	20				
Cinc (µg/l)	60	80	60		
Hexaclorociclohexano (nanogramos/l)	20				
Tetracloruro de carbono (µg/l)	10				
DDT total (µg/l)	25				
p-p-DDT (µg/l)	10				
Pentaclorofenol (µg/l)	2				
Aldrin, Dieldrin y Clordano (ng/l)	10				
Endrín y Isodrín (ng/l)	5				
Cloroformo (µg/l)	12				
Hexaclorobenceno (nanogramos/l)	30				
Hexaclorobutadieno (nanogramos/l)	100				
1,2 Dicloroetano (µg/l)	10				
Tricloroetileno (µg/l)	10				
Percloroetileno (µg/l)	10				
Triclorobenceno (µg/l)	0.4				
Otros plaguicidas y productos similares	100				
Tributilestaño (nanogramos/l)	20				
H.A.P. (nanogramos/l)	200				

1. A.E. aguas especiales; 2. A.L: aguas limitadas; 3. AN: aguas normales; 4. AML: aguas muy limitadas.

Los valores de concentraciones fijados como objetivos de calidad se refieren a la media aritmética de los resultados obtenidos en el Plan de Vigilancia y Control del medio receptor en el transcurso de un año. Este Plan debe tener en cada muestreo al menos 4 muestras integradas de la columna de agua en puntos situados en la circunferencia de radio 0,5 millas y centro el punto de descarga del vertido, han de estar repartidos de manera homogénea en la circunferencia, con uno de ellos orientado según la pluma del vertido o la línea de costa, si la pluma no fuera fácilmente identificable.

Independientemente de la comprobación de los objetivos de calidad establecidos debe verificarse que no se producen aumentos significativos en la concentración de la sustancia de que se trate en el medio acuático afectado por el vertido. Se entenderá “aumento significativo” el incremento del valor medio de la concentración de la sustancia superior al 50% del valor existente previamente al establecimiento del vertido, en sedimentos, crustáceos y moluscos que, considerados de manera conjunta o separadamente, sean representativos del medio acuático afectado por el vertido.

4.1.4 Otras normas sobre vertidos y calidad de aguas

Entre estas normas se incluyen a una serie de decretos y órdenes de carácter procedimental y competencial, así el Decreto 97/1994 [71], de asignación de competencias en materia de vertidos al dominio público marítimo terrestre y de usos en zonas de servidumbre de protección, asigna a la Agencia Medio Ambiente (ahora Consejería de Medio Ambiente) las competencias de la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de vertidos al dominio público marítimo-terrestre y de limitaciones de uso en la zona de servidumbre de protección, así como la vigilancia, control y el ejercicio de la potestad sancionadora.

Otra norma importante es el Decreto 334/1994 [72], que regula el procedimiento para la tramitación de autorizaciones de vertido al dominio público marítimo-terrestre y de uso de zona de servidumbre de protección. También regula el contenido de la solicitud de autorización de vertido y su procedimiento, que es muy complicado al llevar aparejado tres autorizaciones de dos administraciones diferentes (vertidos y uso de zona de servidumbre de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y ocupación de dominio público marítimo-terrestre de la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente).

Se debe recabar informe de: Ayuntamientos, Delegaciones Provinciales de la Consejería de Obras Públicas y Transportes para informe urbanístico, Delegaciones Provinciales de la Consejería de Salud en el caso de que el vertido afecte a zona de baño, Delegaciones Provinciales de la Consejería de Agricultura y Pesca en el caso de vertidos a zonas de cría de moluscos, y se someterá a un período de información pública. También han de solicitar los informes que resulten preceptivos de los Organismos de la Administración del Estado, entre ellos Ministerio de Defensa y Dirección General de la Marina Mercante en el caso de vertidos a través de emisarios submarinos.

La Orden de 24 de Julio de 1997 [73] aprueba el pliego de condiciones generales para el otorgamiento de autorizaciones de vertido al dominio público marítimo-terrestre. Condiciones que se incorporan, junto con las particulares, en cada autorización de vertido.

4.2 Aplicación de la legislación estatal en Andalucía

En el reparto de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas corresponde a estas últimas el desarrollo y aplicación de la

legislación básica estatal, por este motivo existen numerosos decretos de las Comunidades Autónomas cuya finalidad es aplicar sobre el territorio la legislación estatal, que a su vez derivan de directivas comunitarias. Así existen decretos para declarar las zonas sensibles de la Directiva de aguas residuales, las zonas vulnerables de la Directiva de nitratos, las aguas protegidas de la Directiva de cría de moluscos.

4.2.1 *Aguas residuales urbanas*

El Decreto 54/1999 [74] tiene por objeto la declaración de zonas sensibles, menos sensibles y normales en las aguas del litoral y de las cuencas hidrográficas intracomunitarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía, de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto-ley 11/1995 [57] y Real Decreto 509/1996 [59].

Se declaran como zonas sensibles las aguas superficiales de las cuencas hidrográficas intracomunitarias y las litorales de Andalucía, que a continuación se relacionan:

1. Paraje Natural Marismas del Odiel.
2. Parque Natural Bahía de Cádiz.
3. Lagunas litorales de los ríos Aguas y Antas.
4. Embalses de Guadalhorce-Guadalteba
5. Embalse de Beas
6. Embalse de Los Hurones.

Se declaran como zonas menos sensibles:

1. Desde la desembocadura del Guadiana hasta el Cabo de Trafalgar, la

franja comprendida entre el límite exterior del mar territorial y la línea situada a una milla náutica de la línea de bajamar escorada.

2. Desde el Cabo de Trafalgar hasta el límite con la Comunidad Autónoma de Murcia, la franja comprendida entre el límite exterior del mar territorial y la línea situada a media milla náutica de la línea de bajamar escorada.

Se declaran como zonas normales: Las aguas litorales y las continentales superficiales de las cuencas hidrográficas intracomunitarias no declaradas como sensibles o menos sensibles.

4.2.2 *Contaminación por nitratos de origen agrario*

El Decreto 261/1998 [75] designa las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario, en la Comunidad Autónoma de Andalucía, los términos municipales que se relacionan en su anexo, en cumplimiento del artículo 4 del Real Decreto 261/1996 [60].

Para el establecimiento de los programas de actuación previstos en el artículo 6 del Real Decreto 261/1996, los términos municipales designados zonas vulnerables en el anexo de este Decreto se agrupan en las seis áreas siguientes, sobre cada una de las cuales se debe establecer un Programa de Actuación:

1. Valle del Guadalquivir (Sevilla).
2. Valle del Guadalquivir (Córdoba y Jaén).
3. Detrítico de Antequera.
4. Vega de Granada.
5. Litoral Atlántico.

6. Litoral Mediterráneo.

4.2.3 Aguas de baño

El Decreto 194/1998 [76] aprueba el reglamento sobre vigilancia higiénico-sanitaria de las aguas y zonas de baño de carácter marítimo en desarrollo del Real Decreto 734/1988 [64] y la Directiva 76/160 de baños [45].

Este Decreto define las aguas de baño, y las clasifica en tres categorías:

1. Buenas: cumplen los criterios de calidad imperativos y guía.
2. Aceptables: cumplen criterios de calidad imperativos pero no los guía.
3. No recomendable: no cumplen criterios de calidad imperativos.

Cuando las aguas de baño no se ajustan a los imperativos de calidad exigibles para la protección de la salud pública, o se detecten vertidos de aguas residuales, el Delegado Provincial de la Consejería de Salud puede establecer una prohibición de baño o recomendación de no bañarse, además debe comunicarlo a los municipios correspondientes.

Anualmente la Dirección General de Salud Pública y Participación publica en internet el informe sobre la situación higiénico-sanitaria de las playas [77], en el que establece la clasificación sanitaria de las playas basadas en los datos de las inspecciones realizadas durante la temporada anterior.

Para las zonas de baño continentales se establece mediante orden de la Consejería de Salud las zonas en las que se prohíbe el baño. La última actualización fue realizada mediante la Orden de 6 de junio de 2003 [78] en la que se ha prohibido en baño en 3 zonas del río Genal en Málaga y se

desclasifican como zonas de baño 5 zonas de la cuenca del Guadalquivir.

4.2.4 Aguas para la cría de moluscos

La normativa europea y estatal sobre calidad de las aguas y producción de moluscos y otros invertebrados marinos implican la declaración y clasificación de zonas de producción de moluscos bivalvos, moluscos gasterópodos, tunicados y equinodermos marinos. En el litoral andaluz estas obligaciones se cumplen a través de órdenes de la Consejería de Agricultura y Pesca, siendo la última aprobada la Orden de 25 de marzo de 2003 [79] en la que se establecen 45 zonas distribuidas: 11 en Huelva, 15 en Cádiz, 9 en Málaga, 2 en Granada y 8 en Almería.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados, hecha en Viena el 23 de mayo de 1969. Instrumento de adhesión de 2 de mayo de 1972. BOE de 13 de junio de 1980.
- [2] Rodríguez, I. y Ortega, R. Tratados internacionales sobre Medio Ambiente suscritos por España. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Política Ambiental. Madrid, 1993.
- [3] Martín Mateo, R. Tratado de Derecho Ambiental. Editorial Trivium, S.A. Madrid, 1992.
- [4] Convenio sobre intervención en alta mar en casos de accidentes que causen o puedan causar una contaminación por hidrocarburos, hecho en Bruselas el 29 de noviembre de 1969. BOE de 28 de Febrero de 1976.
- [5] Convención sobre alta mar, hecha en Ginebra el 29 de abril de 1958. Entró en vigor en España el 27 de marzo de 1971. BOE de 29 de Julio de 1964 y de 28 de Octubre de 1967.
- [6] Convenio sobre prevención de la contaminación originada por buques, hecho en de Londres el 2 de noviembre de 1973. Modificado por el

- Convenio MARPOL 73/78. <http://www.miliarium.com/Paginas/Leyes/residuos/internacional/buques1.htm>.
- [7] Protocolo relativo al Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, hecho en Londres el 17 de febrero de 1978, modifica y sustituye al Convenio sobre prevención de la contaminación originada por buques, hecho en Londres el 2 de noviembre de 1973. BOE 17 y 18 de octubre de 1978. Enmiendas publicadas en BOE de 10 y 15 de julio de 1999, 27 de septiembre de 1999, 22 de marzo de 2002, 11 y 14 de mayo de 2002 y 12 de junio de 2002.
- [8] Convenios internacionales, normas comunitarias y españolas y medidas adoptadas para la protección del medio ambiente marino. Actuaciones Públicas en Materia de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente. http://www.mma.es/info_amb/act_pub/pdf/4_convenios.pdf.
- [9] Informe de Medio Ambiente de Andalucía. Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Sevilla, 1993.
- [10] Instrumento de ratificación de 19 de febrero de 1973 del Convenio para la prevención de la contaminación marina provocada por vertidos desde buques y aeronaves, Oslo 15 de febrero de 1972. BOE de 7 de abril de 1974.
- [11] Protocolo de enmienda para la prevención de la contaminación marina provocada por vertidos desde buques y aeronaves, hecho en Oslo el 2 de marzo de 1983. BOE de 11 de septiembre de 1989.
- [12] Convenio sobre prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, hecho en Londres, Méjico D.F., Moscú y Washington el 29 de diciembre de 1972. Fue ratificado por España al 31 de julio de 1974 y entró en vigor el 30 de agosto de 1975.
- [13] El Convenio para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre, hecho en París el 4 de Junio de 1974. Modificado por el Protocolo de enmienda del Convenio para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre, hecho en París el 26 de marzo de 1986.
- [14] Situación y presiones del medio ambiente marino y del litoral mediterráneo. Agencia Europea de Medio Ambiente. Copenhage, 2000.
- [15] Instrumento de ratificación del Convenio para la protección del mediterráneo contra la contaminación, hecho en Barcelona el 16 de febrero de 1976. BOE nº 44 de 21 de febrero de 1978. Modificado en Barcelona en 10 de junio de 1995, pasó a denominarse Convenio para la protección del

- medio ambiente marino y la región costera del Mediterráneo (aún no ha entrado en vigor).
- [16] Convenio de Barcelona para la protección del Mediterráneo. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Ministerio de Medio Ambiente. Serie “Monografías”. Madrid, 1996.
- [17] Protocolo sobre protección del Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre, hecho en Atenas el 17 de Mayo de 1980 (enmiendas: Siracusa, 7 de marzo 1996).
- [18] Protocolo sobre la prevención de la contaminación del Mar Mediterráneo causada por vertidos desde buques y aeronaves (enmienda: Barcelona, junio de 1995, que aún no han entrado en vigor).
- [19] Instrumento de Ratificación del Convenio para la protección del medio marino en el Atlántico nordeste, hecho en París el 22 de septiembre de 1992. BOE de 24 de junio de 1998.
- [20] Instrumento de aceptación del anexo V (sobre la Protección y la Conservación de los Ecosistemas y la Diversidad Biológica de la Zona Marítima) y apéndice 3 (Criterios para la determinación de las actividades humanas a los efectos del anexo V) del Convenio OSPAR, adoptado en Sintra (Portugal) el 23 de julio de 1998.
- [21] Decisión 1600/2002/CE del Parlamento y del Consejo de 22 de julio de 2002, por la que se establece el Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente. DOCE nº L 242 de 10 de septiembre de 2002.
- [22] Directiva 76/464/CEE, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la comunidad. DOCE nº L 129 de 18 de mayo de 1976.
- [23] Valerio La legislación europea del medio ambiental. Su aplicación en España. COLEX, Madrid, 1991.
- [24] Directiva 82/176/CEE, de 22 de marzo, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos. DOCE nº L 81, de 27 de marzo de 1981.
- [25] Directiva 84/156/CEE, de 8 de marzo, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos. DOCE nº L 74, de 17 de marzo de 1984.

- [26] Directiva 83/513/CEE, de 26 de septiembre, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio. DOCE nº L 291, de 24 de octubre de 1985.
- [27] Directiva 84/491/CEE, de 8 de octubre, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de Hexaclorociclohexano (HCH). DOCE nº L 274, de 17 de octubre de 1984.
- [28] Directiva 86/280/CEE, de 12 de junio, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la D76/464/CEE. Regula los valores límite y los objetivos de calidad del DDT (diclorodifeniltricloroetano), tetracloruro de carbono, pentaclorofenol. DOCE nº L 181, de 4 de julio de 1986, rectificada en DOCE nº L 191, de 15 de julio de 1986.
- [29] Directiva 88/347/CEE, de 16 de junio, por la que se modifica el Anexo II de la D 86/280/CEE. Regula los vertidos de cloroformo, aldrín (hexaclorociclopentadieno) y sus derivados (dieldrín, endrín e isodrín), hexaclorobenceno (HCB) y hexaclorobutadieno (HCBd). DOCE nº L 158, de 25 de junio de 1988.
- [30] Directiva 90/415/CEE; de 27 de julio, por la que se modifica el Anexo II de la D 86/280/CEE. Incorpora a cuatro nuevas sustancias: 1,2 dicloroetano (EDC), tricloroetileno (TRI), percloroetileno (PER) y triclorobenceno (TCB). DOCE nº L 129, de 14 de agosto de 1990.
- [31] Directiva 80/68/CEE, de 17 de septiembre de 1979, relativa a la protección de las aguas subterráneas de la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas. DOCE nº L 20, de 26 de enero de 1980.
- [32] Decimosexto informe anual sobre control de la aplicación de Derecho comunitario (1998). COM (1999) 301 final, Bruselas, 9 de julio de 1999. http://europa.eu.int/comm/environment/law/99301_es.pdf.
- [33] Directiva 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. DOCE nº L 135, de 30 de mayo de 1991. Modificada por Directiva 98/15, de 27 de febrero de 1998, en determinados requisitos del anexo I. DOCE nº L 67, de 7 de marzo de 1998.
- [34] Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura. DOCE nº 375, de 31 de diciembre de 1991.
- [35] Informe de Comisión sobre aplicación de la Directiva 91/676 del Consejo

- relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura. COM (2002) 407 final, Bruselas 17 de julio de 2002. http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/rpt/2002/com2002_0407es01.pdf.
- [36] Directiva 96/61/CEE relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (IPPC). DOCE nº L 257, de 10 de octubre de 1996.
- [37] Directiva 78/176/CEE, de 20 de febrero de 1978, relativa a los residuos de la industria del dióxido de titanio. DOCE nº L 54, de 25 de febrero de 1978. Modificada por Directiva 83/29/CEE, de 24 de enero de 1983, por la que se modifica la D 78/176/CEE (DOCE nº L 32, de 3 de febrero de 1983)
- [38] Directiva 82/883/CEE, de 3 de diciembre, relativa a las modalidades de supervisión y control de los medios afectados por los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio. DOCE nº L 378, de 31 de 1982.
- [39] Directiva 92/112/CEE del Consejo, de 15 de diciembre de 1992, por la que se fija el régimen de armonización de los programas de reducción, con vistas a la supresión, de la contaminación producida por los residuos de la industria del dióxido de titanio. DOCE nº L 409, de 31 de diciembre de 1992.
- [40] Directiva 75/440/CEE, de 16 de junio de 1975, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. DOCE nº L 194, de 25 de julio de 1975.
- [41] Directiva 79/869/CEE, de 9 de octubre, relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de los muestreos y análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados Miembros. DOCE nº L 271, de 29 de octubre de 1979.
- [42] Directiva 80/778/CEE, de 15 de julio, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. nº L 229, de 30 de agosto de 1980.
- [43] Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. nº L 330, de 5 de diciembre de 1998.
- [44] Directiva 79/923/CEE, de 30 de octubre, relativa a la calidad exigida a las aguas para la cría de moluscos. DOCE nº L 281, de 10 de noviembre de 1979.
- [45] Directiva 76/160/CEE, de 8 de diciembre, relativa a la calidad de las aguas de baño. DOCE nº L 31, de 5 de febrero de 1976.

- [46] Propuesta de Directiva relativa a la calidad de las aguas de baño. COM (2002) 581 final. http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2002/com2002_0581es01.pdf.
- [47] Directiva 78/659/CEE, de 18 de julio, relativa a la calidad de las aguas continentales para ser aptas para la vida de los peces. nº L 222, de 14 de agosto de 1978.
- [48] Directiva 2000/60/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. DOCE nº L 327, de 22 de diciembre de 2000.
- [49] Decisión 2455/2001/CE, de 20 de noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. DOCE nº L 331 de 15 de diciembre de 2001.
- [50] Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. BOE de 8 de agosto de 1985.
- [51] Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. BOE de 29 de junio de 1988.
- [52] Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de Costas. BOE de 12 de diciembre de 1989.
- [53] Real Decreto 1112/1992, de 18 de septiembre, por el que se modifica parcialmente el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988 de Costas, aprobado por el Real Decreto 1471/1989. BOE de 6 de noviembre de 1992.
- [54] Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar. BOE de 16 de marzo de 1989.
- [55] Orden de 31 de octubre de 1989, por la que se establecen normas de emisión, objetivos de calidad, métodos de medida de referencia y procedimiento de control relativas a determinadas sustancias peligrosas contenidas en los vertidos desde tierra al mar. Fue modificada por la Orden de 9 de mayo de 1991, por la que se modifica el anejo V de la Orden 31 de octubre de 1989. BOE de 11 de noviembre de 1989 y BOE de 18 de abril de 1991.
- [56] Orden de 28 de octubre de 1992 por la que se amplía el ámbito de aplicación de la Orden de 31 de octubre de 1989 a cuatro nuevas sustancias

- peligrosas que pueden formar parte de determinados vertidos al mar. BOE de 6 de noviembre de 1992.
- [57] Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas. BOE de 30 de diciembre de 1995.
- [58] Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local. BOE nº 80, de 3 de abril de 1985; corrección de errores en BOE de 11 de junio de 1985.
- [59] Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas, BOE nº 77, de 29 de marzo de 1996. Modificado por Real decreto 2116/1998, de 2 de octubre, de modificación del Real Decreto 509/1996, BOE nº 251 de 20 de octubre de 1998 (corrección de errores en BOE de 30 de noviembre de 1998).
- [60] Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. BOE de 11 de marzo de 1996.
- [61] Real Decreto 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas. BOE nº 58 de 8 de marzo de 2000. Modificado por Real Decreto 2483/2000, de 29 de diciembre. BOE de 12 de enero de 2001.
- [62] Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. BOE de 2 julio de 2002.
- [63] Orden de 13 de junio de 1993, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar. BOE de 27 de julio de 1993 (corrección de errores en BOE de 13 de agosto de 1993).
- [64] Real Decreto 734/1988, de 1 de julio de 1988, por el que se establecen normas de calidad de las aguas de baño. BOE de 13 de julio de 1988.
- [65] Real Decreto 345/1993, de 5 de marzo, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos. BOE nº 74, de 27 de marzo de 1993 (corrección de errores en BOE nº 152 de 24 de junio de 1993).
- [66] Ley 10/77, de 4 de enero, sobre mar territorial. BOE de 8 de enero de 1977.
- [67] Ley 62/2003, de medidas fiscales, administrativas y de orden social. BOE de 31 de diciembre de 2003.

- [68] Ley 7/1994, de 13 de Mayo, de Protección Ambiental. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 79 de 31 de mayo de 1994.
- [69] Decreto 14/1996, de 16 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de la calidad de las aguas litorales. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 19 de 8 de febrero de 1996.
- [70] Orden de 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por vertidos, en desarrollo del Decreto 14/1996. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 27 de 4 de marzo de 1997 (corrección de errores Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 143, de 11 de diciembre de 1997).
- [71] Decreto 97/1994, de 3 de mayo, de asignación de competencias en materia de vertidos al dominio público marítimo terrestre y de usos en zonas de servidumbre de protección. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 97, de 28 de junio de 1994.
- [72] Decreto 334/1994, de 4 de octubre, por el que se regula el procedimiento para la tramitación de autorizaciones de vertido al dominio público marítimo-terrestre y de uso de zona de servidumbre de protección. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 175 de 4 de noviembre de 1994.
- [73] Orden de 24 de Julio de 1997, por la que se aprueba el pliego de condiciones generales para el otorgamiento de autorizaciones de vertido a dominio público marítimo-terrestre. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 107 de 19 de septiembre de 1997.
- [74] Decreto 54/1999, de 2 de marzo, por el que se declaran las zonas sensibles, normales y menos sensibles en las aguas del litoral y de las cuencas hidrográficas intracomunitarias de la comunidad autónoma de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 5, 12 de enero de 1999. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 35, de 23 de marzo de 1999.
- [75] Decreto 261/1998, de 15 de diciembre, por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en la comunidad autónoma de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 5, de 12 de enero de 1999.
- [76] Decreto 194/1998, de 13 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Vigilancia Higiénico- Sanitaria de las Aguas y Zonas de Baño de carácter marítimo. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 122, 27 de octubre de 1998.

- [77] Informe sobre la situación higiénico-sanitaria de las aguas y zonas de baño de carácter marítimo de Andalucía correspondiente al inicio de temporada de baño 2003. <http://www.juntadeandalucia.es/salud>.
- [78] Orden de 6 de junio de 2003 de la Consejería de Salud, por la que se prohíbe el baño por motivos sanitarios en diversas zonas de carácter continental en Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 113, de 16 de junio de 2003.
- [79] Orden de 25 de marzo de 2003 de la Consejería de Agricultura y Pesca por la que se declaran las zonas de producción y protección o mejora de moluscos bivalvos, moluscos gasterópodos, tunicados y equinodermos marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 65, de 4 de abril de 2003.

III

Estudio comparativo de fiscalidad sobre vertidos

Entre los diversos ejemplos de fiscalidad sobre vertidos existentes a escala mundial se han escogido para su estudio a 9 que se consideran los más representativos. Dos de ellos se aplican o se han aplicado en todo el territorio español, cuatro en comunidades autónomas y los tres últimos en otros países.

Se estudian en primer lugar dos cánones de ámbito estatal en España: el canon de vertidos de Ley de Aguas [1] que ha estado en vigor hasta mediados del año 2003 y el canon de control de vertidos que lo sustituyó a partir del RD 606/2003 [2].

De los tributos autonómicos dos son andaluces: el canon de vertidos al mar y el impuesto sobre vertidos a las aguas litorales, el primero ha estado en vigor hasta el 31 de diciembre de 2003 y el segundo lo ha sustituido. Los dos siguientes son el canon del agua de Cataluña y el canon de saneamiento de Valencia. Entre el gran número de cánones de saneamiento autonómicos existentes se han elegido a éstos por haber servido ambos de modelo a todos demás, como se demuestra por el gran parecido que tienen todos los cánones autonómicos con alguno de los dos anteriores.

Entre los tributos de otros países se han elegido los de Alemania, Dinamarca y Australia ya que son tres ejemplos de tributos que dependen de la carga contaminante del vertido y que aportan aspectos en su aplicación que son interesantes de estudiar e incorporar a un futuro impuesto.

A continuación se describen cada uno de los casos elegidos para analizar después sus ventajas y limitaciones.

1. CANON DE VERTIDOS DE LA LEY DE AGUAS

Desde 1985 los vertidos a aguas continentales han sido gravados con un canon que estaba regulado por la Ley 29/1985, de Aguas [1] y el Real Decreto 849/1986 que aprueba el reglamento de dominio público hidráulico [3].

Este canon ha sido sustituido por el de control de vertidos de la Ley 46/1999 [4] que modificó la Ley de Aguas y recogido en el Real Decreto Legislativo 1/2001 [5] que aprobó el texto refundido. No ha sido hasta el año 2003 cuando se ha desarrollado un nuevo canon, tras la publicación del Real Decreto 606/2003 [2]. En este capítulo se describen tanto el antiguo como el nuevo canon.

1.1 Canon de vertidos de la Ley 29/1985, de Aguas

Este canon de vertido ha sido sin duda el más ampliamente conocido y aplicado en el territorio español. Estaba destinado a la protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica. Es anterior al canon de vertidos al dominio público marítimo-terrestre, con el que tiene gran parecido en cuanto a estructura y finalidad, debido a que la Ley de Costas tomó los criterios previamente definidos en la Ley de Aguas

Los aspectos del canon que se recogen en la Ley de Aguas son los referidos al importe, perceptor y su destino.

Así, el importe de esta exacción es el resultado de multiplicar la carga contaminante del vertido, expresada en unidades de contaminación, por el valor que se asigne a estas unidades. Se entiende por unidad de contaminación a un patrón convencional de medida, fijado reglamentariamente, referido a la carga contaminante producida por el vertido tipo de aguas domesticas correspondientes a 1.000 habitantes y al periodo de un año. Asimismo, por vía reglamentaria se establecen los baremos de equivalencia para los vertidos de aguas residuales de otra naturaleza.

El valor de la unidad de contaminación puede ser distinto para los diferentes ríos y tramos de éstos.

El canon es percibido por los Organismos de cuenca (Confederaciones Hidrográficas) y destinado a las actuaciones de protección de la calidad de las aguas continentales, de modo que se cubra la financiación de las obras necesarias para el cumplimiento de las previsiones de los Planes Hidrológicos de Cuenca.

El reglamento que desarrolla los aspectos relativos al canon es Real Decreto 849/1986, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, en concreto, en su Capítulo II, en el que se indica que el canon que se establece en el artículo 105 de la Ley de Aguas se denominará “canon de vertido”, y es objeto del mismo los vertidos de aguas residuales procedentes de saneamientos urbanos, establecimientos industriales y otros focos susceptibles de degradar la calidad de las aguas.

La obligación de satisfacer el canon tiene carácter periódico y anual y nace en el momento en el que sea otorgada la autorización de vertido. Están obligados al pago del canon los titulares de las autorizaciones.

Para la definición de la unidad de contaminación (UC) se considera que la carga contaminante por habitante y día es de 90 gramos de materias en suspensión y 61 gramos de materiales oxidables.

En tanto que se establecían por los Organismos de cuenca los valores de la unidad de contaminación, se fijó con carácter general y transitorio un valor para la misma de 500.000 pesetas (3.005 €).

A) Cálculo del canon de vertido

La carga contaminante se determina por la fórmula siguiente:

$$C = K \times V$$

C = Carga contaminante medida en unidades de contaminación.

V = Volumen del vertido en m³/año.

K= Coeficiente que depende de la naturaleza del vertido y de su grado de tratamiento. Los valores de este coeficiente se incluyen en la tabla 1.

Tabla 1: Valores de k para cálculo del canon de vertido (con $K = k \times 10^{-5}$).

Naturaleza del vertido		GRADO DE TRATAMIENTO		
		El efluente no supera los valores de:		
		k1	k2	k3
Urbano	Sin industria.	1,0	0,20	0,10
	Industrialización media	1,2	0,24	0,12
	Muy industrializado	1,5	0,30	0,15
Industrial	Clase 1	2,0	0,40	0,20
	Clase 2	3,0	0,60	0,30
	Clase 3	4,0	0,80	0,40

Por lo tanto para determinar el valor exacto de K hay que conocer:

- Si el vertido es urbano, el grado de industrialización.
- Si el vertido es industrial a que sector pertenece la industria, para lo cual se ofrecen tres listas de sectores industriales, acompañadas cada una del código del CNAE.
- La concentración de los contaminantes del vertido, para determinar que columna de la tabla 2 no llega a superar.

Según se indica en el Decreto los valores de K se calculan de forma discreta, ya que basta con que uno de los parámetros supere el valor, pongamos por ejemplo, de la columna K_2 para que el valor de K considerado sea el de la columna K_1 . Sin embargo más tarde se introdujo el empleo de valores intermedios de K obtenidos por interpolación (posibilidad que ya venía recogida

en el Decreto) mediante la Orden de 19 de diciembre de 1989 [6].

Las normas para la obtención de los valores intermedios de K por interpolación entre los que se estipulan en la tabla 1 son las siguientes:

1. En primer lugar, atendiendo a la naturaleza del vertido debe seleccionarse, en la tabla 1, la línea horizontal que le corresponda utilizando la clasificación de actividades, si se trata de un vertido industrial.
2. Esta línea horizontal elegida incluye tres valores K_1 , K_2 y K_3 , a los que se añade el valor K_4 nulo como valor límite inferior, que correspondería a un vertido sin carga contaminante. Entre estos cuatro valores se realizará la interpolación.
3. A efectos de definir la fórmula de interpolación se denominan parámetros P_i , a cualquiera de los empleados para determinar la calidad del efluente que figuran en la tabla 2.
4. Los límites $Li_{,1}$; $Li_{,2}$; $Li_{,3}$ y $Li_{,4}$ son los valores límites que en la tabla 2 se asignan a cada parámetro P_i , bien entendido que $Li_{,4}$ es cero, corresponde al vertido de contaminación nula.
5. Las condiciones A_i son las que figuran en la autorización de vertidos para el parámetro P_i .

Tabla 2: Parámetros característicos que se deben considerar como mínimo en la estima del tratamiento de vertido.

PARÁMETRO - Unidad	VALORES LÍMITE		
	Columna K1 ¹	Columna K2	Columna K3
pH	Comprendido entre 5,5 y 9,5		
Sólidos en suspensión (mg/l)	300	150	80
Materias sedimentables (mg/l)	2	1	0,5
Sólidos gruesos	ausentes	ausentes	ausentes
DBO ₅ (mg/l)	300	60	40
DQO (mg/l)	500	200	160
Temperatura (°C)*	3°	3°	3°
Color (inapreciable en disolución)	1/40	1/30	1/20
Aluminio (mg/l)	2	1	1
Arsénico (mg/l)	1,0	0,5	0,5
Bario (mg/l)	20	20	20
Boro (mg/l)	10	5	2
Cadmio (mg/l)	0,5	0,2	0,1
Cromo III (mg/l)	4	3	2
Cromo VI (mg/l)	0,5	0,2	0,2
Hierro (mg/l)	10	3	2
Manganeso (mg/l)	10	3	2
Níquel (mg/l)	10	3	3
Mercurio (mg/l)	0,1	0,05	0,05
Plomo (mg/l)	0,5	0,2	0,2
Selenio (mg/l)	0,1	0,03	0,03
Estaño (mg/l)	10	10	10
Cobre (mg/l)	10	0,5	0,2
Cinc (mg/l)	20	10	3
Tóxicos metálicos	3	3	3
Cianuros (mg/l)	1	0,5	0,5
Cloruros (mg/l)	2.000	2.000	2.000
Sulfuros (mg/l)	2	1	1
Sulfitos (mg/l)	2	1	1
Sulfatos (mg/l)	2.000	2.000	2.000
Fluoruros (mg/l)	12	8	6
Fósforo total (mg/l)	20	20	10
Amoníaco (mg/l)	50	50	15
Nitrógeno nítrico (mg/l)	20	12	10
Aceites y grasas (mg/l)	40	25	20
Fenoles (mg/l)	1	0,5	0,5
Aldehídos (mg/l)	2	1	1
Detergentes (mg/l)	6	3	2
Pesticidas (mg/l)	0,05	0,05	0,05

* Incremento de temperatura.

1 En la tabla original aparecen las columnas encabezadas con los nombres: tabla 1, tabla 2 y tabla 3.

6. Para proceder al cálculo de la interpolación solo se tienen en cuenta los parámetros P_i cuyas condiciones, A_i , figuren expresamente en la autorización y sean realmente significativos del vertido y su tratamiento de depuración.
7. Con estos parámetros seleccionados (P_i) se definirá el menor intervalo (K_a, K_b) en el que queden comprendidos todos los valores correspondientes de A_i en la tabla 2
8. El valor de K en la interpolación es: $K = K_a - \mu (K_a - K_b)$.
9. El cálculo de μ se realiza mediante la ecuación:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{L_{i,a} - A_i}{L_{i,a} - L_{i,b}}$$

siendo n en el número de parámetros P_i seleccionados.

10. No podrá admitirse que $L_{i,a}$ sea igual a $L_{i,b}$ por lo que se tomará el valor de $L_{i,b}$ como nulo si fuese necesario, lo que implica ampliar hasta $b = 4$ el intervalo común. Del mismo modo, si A_i fuese superior a $L_{i,1}$ se tomará $A_i = L_{i,1}$ a efectos de la interpolación.

El método de interpolación que se explica en la orden no deja de ser, a pesar de su complicada redacción, el cálculo de la media de los valores de K que corresponde a cada parámetro incluido en la autorización de vertido, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Además de las tres columnas que aparecen tanto en la tabla de límites de vertido como en la de valores de K existen unas cuartas columnas “no escritas” que son las de valores de K nulos y límites de vertido cero.
- Si todos los valores de los parámetros se encontraran entre dos columnas consecutivas de la tabla (por ejemplo menores que las de la columna K1 pero mayores que los de la K2) se trataría de una interpolación simple entre los extremos del intervalo K_1 - K_2 para cada parámetro y a continuación se procedería a obtener la media de todos los parámetros.
- Si no se estuviera en el caso anterior (por ejemplo, si hubiera parámetros entre la columna K1 y K2 y otros entre la K2 y K3) se aplicaría el mismo criterio que en el párrafo anterior, pero interpolando entre la columna K1 y K3 (como si la columna K2 no existiera).

B) Canon para centrales térmicas

Los vertidos procedentes del agua de refrigeración de centrales térmicas para producción de energía eléctrica tienen un tratamiento especial, al aplicarles unos valores de K reducidos para la contaminación de origen térmico, según la Orden de 19 de diciembre de 1989 [6].

El canon correspondiente a la contaminación térmica tiene en cuenta las diferentes modalidades de refrigeración existentes, que se gradúa en función del volumen teórico anual utilizado en el supuesto de un funcionamiento de 5.000 horas, adoptándose el K que corresponda según la tabla 3:

Tabla 3: Valores de K para contaminación térmica de aguas de refrigeración.

Volumen anual destinado a refrigeración en Hm ³	Valor de K
Menor de 100	$0,02 \times 10^{-5}$
Comprendido entre 100 y 250	$0,015 \times 10^{-5}$
Comprendido entre 250 y 1.000	$0,008 \times 10^{-5}$
Superior a 1.000	$0,004 \times 10^{-5}$

El canon por contaminación térmica calculado se modificará proporcionalmente a las horas de funcionamiento realmente habidas en el año correspondiente.

Del mismo modo si en la autorización de vertido se hubiera fijado un incremento térmico permisible diferente al de 3°C, se corregirá el importe del canon en lo que proporcionalmente le corresponda.

El incremento de contaminación admisible producido por las características física, química y biológica de las aguas alteradas en los diferentes procesos de la explotación de la central debe ser considerado independientemente. Para ello, de acuerdo con el método establecido por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, se fija un coeficiente K de valor $0,2 \times 10^{-5}$ aplicable al volumen anual vertido no destinado directamente a la refrigeración.

1.2 Canon de control de vertidos del Real Decreto Legislativo 1/2001

Este canon ha sido desarrollado recientemente por el Real Decreto 606/2003 [2], en su capítulo II, y sustituye al anterior canon de la Ley 29/1985 de Aguas.

La primera diferencia con el anterior es que el destino de éste es el estudio, control, protección y mejora del medio receptor, por lo que se enfoca más a tareas de vigilancia y control de los vertidos de las aguas naturales que a obras de infraestructuras, como son las depuradoras de aguas residuales. Para que no quede ninguna duda, se establece que este canon es independiente de cualquier tasa o canon que puedan establecer las Comunidades Autónomas o Corporaciones Locales para financiar las obras de saneamiento y depuración. Con el nuevo canon se evita que se interprete que existe doble imposición (pagar dos impuesto por el mismo hecho imponible) en las Comunidades Autónomas en las que hay un canon de saneamiento para financiar las obras de saneamiento y depuración. Además, la Administración del Estado evita tener que transferir parte del crédito recaudado a las Comunidades Autónomas, ya que son éstas las competentes para realizar dichas obras.

Otro aspecto que cambia en el nuevo canon es que no está asociado a la existencia de autorización de vertidos, ya que deben pagar todos los que lleven a cabo vertidos al dominio público hidráulico.

El Real Decreto-ley 1/2001 [5] establece que el importe del canon es el producto del volumen de vertido por el precio unitario que se establece multiplicando el precio básico por m³ (0,01202 euros para el agua residual urbana y 0,03005 euros para el agua residual industrial) por un coeficiente de mayoración o minoración, que no puede ser superior a 4.

En Anexo IV del Real Decreto 606/2003 se establece el método de cálculo de éste coeficiente, en él se indica:

1. En primer lugar hay que determinar la naturaleza del vertido, ya que el precio básico depende de si se trata de agua residual urbana (o

asimilable) o industrial. Para que sea considerada urbana tiene que tener un volumen de aguas residuales industriales inferior al 30%.

2. Los coeficientes de características del vertido se obtienen de la tabla 4:

Tabla 4: Coeficiente de características del vertido del RD 606/2003.

URBANO	≤ 1.999 h-e	1
	2.000-9.999 h-e	1,14
	> 10.000 h-e	1,28
INDUSTRIAL	Clase 1	1
	Clase 2	1,09
	Clase 3	1,18
	Con sustancias peligrosas (clase 1, 2 ó 3)	1,28

La pertenencia a la clase 1, 2 ó 3 para los vertidos industriales se determina en función de la tabla 5:

Tabla 5: Clasificación de sectores.

CLASE	Grupo	SECTOR
Clase 1.	0	Servicios
	1	Energía y Agua.
	2	Metal.
	3	Alimentación.
	4	Conserva.
	5	Confección.
	6	Madera.
Clase 2.	7	Manufacturas diversas.
	8	Minería.
	9	Química.
	10	Materiales de construcción.
	11	Bebidas y tabaco.
	12	Aceites, carnes y lácteos.
	13	Textil.
Clase 3.	14	Papel.
	15	Curtidos.
	16	Tratamiento de superficies.
	17	Zootecnia.

Además existe otra clasificación más amplia según el código del CNAE de la actividad.

Las aguas de procedencia urbana no asimilables a aguas urbanas, por contener más de un 30% de volumen de agua industrial, se clasifican en dos tramos:

- a) Vertidos con un porcentaje de aguas industriales entre el 30% y el 70% del total se clasifican como industriales de clase 1.

- b) Vertidos con un porcentaje de aguas industriales superior al 70% del total se consideran industriales y se clasifican según las clases industriales de las actividades de que se trate. En el caso de vertidos de polígonos industriales u otros vertidos que reúnan los efluentes procedentes de distintas actividades industriales, se aplicará al conjunto del vertido el mayor de los coeficientes que corresponderían a cada una de las actividades si vertieran individualmente. Si la solicitud de autorización de vertido desglosa los volúmenes de las distintas clases industriales, se ponderará el correspondiente coeficiente que deba aplicarse.

En cuanto a la presencia de sustancias peligrosas en los vertidos industriales, bastará con se constaten concentraciones superiores a los límites de cuantificación analítica. Se consideran sustancias peligrosas a los efectos de este coeficiente las que figuran en alguna de las siguientes listas:

- a) Lista I de la Directiva 76/464/CEE de sustancias peligrosas [7] y sus Directivas hijas. Se corresponde con las sustancias de la tabla 4 del capítulo II.

- b) Lista II de la misma Directiva que ha sido establecida para las aguas continentales mediante Real Decreto 995/2000 [8], por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y que se corresponde con las sustancias de la tabla 6:

Tabla 6: Sustancias de la lista II para aguas continentales.

CAS ²	SUSTANCIA
1912-24-9	Atrazina
71-43-2	Benceno
108-90-7	Clorobenceno
25321-22-6	Diclorobenceno (Σisómeros orto, meta y para)
100-41-4	Etilbenceno
51218-45-2	Metolacoloro
91-20-3	Naftaleno
122-34-9	Simazina
5915-41-3	Terbutilazina
108-88-3	Tolueno
No aplicable	Tributilestaño (Σcompuestos de butilestaño)
71-55-6	1,1,1-Tricloroetano
1330-20-7	Xileno (Σisómeros orto, meta, para)
74-90-8	Cianuros totales
16984-48-8	Fluoruros
7440-38-2	Arsénico total
7440-50-8	Cobre disuelto
7440-47-3	Cromo total disuelto
7440-02-0	Níquel disuelto
7439-92-1	Plomo disuelto
7782-49-2	Selenio disuelto
440-66-6	Zinc total

2 CAS: número de registro del Chemical Abstract Services.

- c) La lista de sustancias prioritarias de la Directiva 2000/60/CE [9], marco de aguas aprobada por la Decisión n° 2455/2001/CE [10] y que se corresponde con la tabla 7:

Tabla 7: Sustancias de la lista II para aguas continentales.

CAS	SUSTANCIA	CAS	SUSTANCIA
15972-60-8	Alacloro	7439-97-6	Mercurio y sus compuestos
120-12-7	Antraceno	91-20-3	Naftaleno
1912-24-9	Atrazina	7440-02-0	Níquel y sus compuestos
71-43-2	Benceno	25154-52-3	Nonilfenoles
no aplicable	Difeniléteres bromados	104-40-5	4-(para)-nonilfenol
7440-43-9	Cadmio y sus compuestos	1806-26-4	Octilfenoles
85535-84-8	C _{10,13} -cloroalcanos	140-66-9	(Para-ter-octilfenol)
470-90-6	Clorofenvinfos	608-93-5	Pentaclorobenceno
2921-88-2	Cloropirifos	87-86-5	Pentaclorofenol
107-06-2	1,2-dicloroetanos	no aplicable	Hidrocarburos poliaromáticos
75-09-2	Diclorometano	50-32-8	(Benzo(a)pireno)
117-81-7	Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP)	205-99-2	(Benzo(b)fluoranteno)
330-54-1	Diurón	191-24-2	(Benzo(g,h,i)perileno)
115-29-7	Endosulfán	207-08-9	(Benzo(k)fluoroanteno)
959-98-8	(alfa-endosulfán)	193-39-5	(Indeno(1,2,3-cd)pireno)
206-44-0	Fluoranteno	122-34-9	Simazina
118-74-1	Hexaclorobenceno	688-73-3	Compuestos del tributilestaño
87-68-3	Hexaclorobutadieno	36643-28-4	Tributiltín catión de tributilestaño
608-73-1	Hexaclorociclohexano	12002-48-1	Triclorobencenos
58-89-9	(isómero gamma-lindano)	120-82-1	(1,2,4-triclorobenceno)
34123-59-6	Isoproturón	67-66-3	Triclorometano (cloroformo)
7439-92-1	Plomo y sus compuestos	1582-09-8	Trifluralina

3. Según el grado de contaminación del vertido se aplican los coeficientes de la tabla 8:

Tabla 8: Coeficiente de tratamiento del vertido.

URBANO	Con tratamiento adecuado	0,5
	Sin tratamiento adecuado	2,5
INDUSTRIAL	Con tratamiento adecuado	0,5
	Sin tratamiento adecuado	2,5

La definición de tratamiento adecuado de un vertido urbano, es la que se encuentra en el Real Decreto-ley 11/1995 [11], extendiéndose la definición a los vertidos industriales a los efectos del cálculo del canon de control de vertidos. Por tanto, debe considerarse que los vertidos tienen tratamiento adecuado si están sometidos a cualquier proceso o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido de dichas aguas, las aguas receptoras cumplan los objetivos de calidad y las disposiciones pertinentes de las directivas comunitarias.

4. El coeficiente de medio receptor se calcula según los siguientes criterios:

a) Para los vertidos en zonas de categoría I el coeficiente es 1,25. Siendo zonas de categoría I:

- Las destinadas a la producción de agua potable.
- Las aptas para el baño.
- Las aptas para la vida de los salmónidos.

- Las declaradas de protección especial y los perímetros de protección contemplados en la Ley de Aguas, y todos los vertidos a las aguas subterráneas.
- Las zonas sensibles en las cuencas hidrográficas intercomunitarias declaradas mediante Resolución de 25 de mayo de 1998 de la Secretaría de Estado de Aguas y Costas [12].

b) Para los vertidos en zonas de categoría II el coeficiente es 1,12. Se incluyen en las zonas de categoría II:

- Las aptas para la vida de los ciprínidos,
- Las aptas para la cría de moluscos,
- Cualesquiera otras para las que los planes hidrológicos de cuenca hayan determinado un uso público recreativo.

c) Para los vertidos en zonas de categoría III el coeficiente es 1. Se incluyen en las zonas de categoría III aquellas no incluidas en las categorías anteriores.

En los supuestos en que coincidan dos o más usos en el mismo medio receptor en el que se efectúa el vertido, se aplica el factor más elevado.

5. El coeficiente global se obtiene de multiplicar los coeficientes individuales obtenidos en los puntos 2, 3 y 4.

Existen algunos vertidos que tienen un tratamiento especial, así el

coeficiente será 0,006 para los de piscifactorías y para los de aguas de achique procedentes de actividades mineras. Ello si los valores de los parámetros característicos de contaminación del vertido son inferiores a los fijados como objetivo de calidad del medio receptor, de no cumplirse esta condición, el coeficiente se multiplicará por 3.

Para las aguas de refrigeración se aplican los coeficientes de la tabla 9, siempre que el vertido no ocasione el incumplimiento del objetivo de calidad fijado para la temperatura en el medio receptor y, además, no se alteren los valores del resto de los parámetros o sustancias del vertido respecto al agua de captación. Si el río no tiene fijados objetivos de calidad, el incremento de temperatura media de una sección fluvial tras la zona de dispersión no deberá superar los 3°C. En lagos o embalses, la temperatura del vertido no podrá superar los 30°C.

Tabla 9: Coeficiente de minoración de aguas de refrigeración.

VOLUMEN (Hm³)	COEFICIENTE DE MINORACIÓN
Menor de 100	0,02000
100 a 250	0,01166
250 a 1.000	0,00566
Superior a 1.000	0,00125

De no cumplirse alguna de las condiciones anteriores, los coeficientes se multiplicarán por 3. El importe del canon se determina por adición de los importes parciales que resulten de aplicar los sucesivos tramos de la escala.

2. LOS TRIBUTOS SOBRE VERTIDOS EN ANDALUCÍA

La Ley de Costas [13] en su artículo 85 establece que los vertidos autorizados³ se gravarán con un canon en función de la carga contaminante. Sin embargo ni el Real Decreto 1471/1989 [14], que aprueba el Reglamento de la Ley de Costas, ni modificaciones posteriores, desarrollaron los aspectos del canon que la Ley estableció.

Las comunidades autónomas con litoral tienen competencias para la ejecución de la legislación en materia de vertidos desde tierra al mar, entre las que se incluye la autorización de los vertidos. Por tanto, como administración otorgante de la autorización, le corresponde percibir el canon de vertido. Sin embargo ello no es posible sin desarrollar la legislación estatal existente.

Este vacío sólo se ha cubierto en España por la comunidad autónoma de Andalucía mediante las normas que desarrollan la Ley 7/1994, de Protección Ambiental [15]: el Decreto 14/1996 por el que se aprueba el reglamento de la calidad de las aguas litorales [16] y la Orden de 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por vertidos [17]. Por tanto el canon de vertidos al mar de la Ley de Costas solamente ha sido aplicado en Andalucía.

El segundo tributo andaluz es el Impuesto sobre vertidos a las aguas litorales, ha sido creado por la Ley de acompañamiento de los presupuestos del año 2004 (Ley 18/2003, por la que se aprueban medidas fiscales [18]), que ha establecido en Andalucía cuatro impuestos ecológicos que gravan las emisiones

3 Se refiere tan sólo a los vertidos desde tierra al mar que son los regulados por la Ley de Costas. Quedan expresamente excluidos los que se producen desde buques y aeronaves.

de gases a la atmósfera, los vertidos a las aguas litorales, el depósito de residuos radioactivos y el depósito de residuos peligrosos.

Antes de haber finalizado esta Tesis Doctoral, el doctorando desarrolló la parte técnica del impuesto sobre vertidos a las aguas litorales de Andalucía (incluida en la Ley 18/2003), como se demuestra en el certificado de la Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental de Andalucía (ver anexo), por lo que parte del método para la elaboración de tributos que se propone en esta Tesis se ha aplicado en la Ley antes citada. Sin embargo no se aplicó en su totalidad, ya que el desarrollo completo del mismo se realizó con posterioridad a la Ley.

En esta Tesis se ha aplicado el método propuesto, completo, para elaborar un nuevo tributo para los vertidos al litoral en Andalucía (descrito en el capítulo VI) que presenta mejoras respecto al recogido en la Ley andaluza antes citada (descrito en el apartado 2.2 de esta Tesis).

2.1 El canon de vertidos al mar

La Ley de Costas establece que el canon debe ser el resultado de multiplicar la carga contaminante, expresada en unidades de contaminación, por el valor que se asigne esta unidad. Describe la unidad de contaminación como un patrón convencional de medida, que se fijará reglamentariamente, referido a la carga contaminante producida por un vertido tipo de aguas domésticas correspondientes a 1.000 habitantes y al periodo de un año. También establece que la equivalencia para vertidos de otra naturaleza se establecerá por vía reglamentaria.

Pero la Ley de Costas y sus Reglamentos no indican como se calcula la unidad de contaminación, tan sólo que su valor podrá variar para los diferentes

tramos de la costa y que se revisará y determinará de acuerdo con las previsiones de las normas sobre calidad de las aguas del mar. Por ello, para el establecimiento del canon de vertido desde tierra al mar es necesaria la existencia de una normativa autonómica que supla el vacío legal que existe en la estatal.

El capítulo V del Decreto 14/1996 está dedicado casi en su totalidad al cálculo del canon, así afirma, al igual que en la Ley de Costas, que el importe de este canon es el resultado de multiplicar la carga contaminante del vertido, expresada en unidades de contaminación, por el valor asignado a la unidad. La carga contaminante se determina por la fórmula:

$$C = K \times V$$

Donde V es el volumen de vertido autorizado y K un coeficiente que se obtiene de multiplicar los valores de la tabla 10 por un factor que depende de los límites autorizados al vertido.

Tabla 10: Valores de K para el cálculo del canon (siendo $K=k \times 10^{-5}$).

	VALOR DE K					
	Zona especial o limitada		Zona normal		Zona menos limitada	
TIPO DE VERTIDO	Conducción de desagüe	Emisario submarino	Conducción de desagüe	Emisario submarino	Conducción de desagüe	Emisario submarino
Urbano sin industrializar	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,25
Urbano industrializado	2,0	1,5	1,5	0,75	0,5	0,4
Industrial	2,5	2,0	2,0	1,0	1,0	0,5

El coeficiente K de la tabla se reduce en función del grado de depuración y

del alejamiento entre los límites mensuales establecidos en la autorización de vertido y los límites del Reglamento. El factor de reducción de K (denominado f) se calcula de la siguiente forma:

$$f = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

siendo n el número de parámetros limitados en la autorización de vertido y P_i se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P_i = \frac{\text{Valor autorizado parámetro } i}{\text{Valor límite parámetro } i}$$

Los parámetros que se tienen en cuenta en cálculo son los incluidos en la autorización de vertido, para cada uno de ellos se calcula P_i , dividiendo el valor autorizado por el valor límite que está incluido en las tablas 11 y 12.

Tabla 11: Límites para vertidos (parámetros generales).

Parámetro	Media mensual	Media diaria	Valor puntual
pH	5,5 – 9,5		
Color (1)		1:40	
Sólidos en suspensión (mg/l) (2)	300	400	500
Materia sedimentable (mg/l)	2	3	4
Sólidos gruesos	Ausentes		
Sólidos flotantes	Ausentes		
DBO₅ (mg/l) (2)	300	400	500
DQO (mg/l) (2)	450	600	750
COT (mg/l)	150	200	250
Turbidez (NTU)	150	250	400
Temperatura (°C) (3)	Incremento de $\pm 3^\circ$		
Cloro residual total (mg/l)	0,2	0,5	1
Aluminio (mg/l)	3	6	10
Sulfuros (mg/l)	1	2	4
Sulfitos (mg/l)	1	2	4
Nitratos (mg/l)	75	100	150
Aceites y grasas (mg/l)	25	40	75
Hidrocarburos no polares (mg/l)	15	20	40
Fenoles (mg/l)	3	15	15
Aldehídos (mg/l)	1	2	3
Detergentes (mg/l)	5	20	50
Pesticidas (mg/l)	0,4	1,2	2,5
Toxicidad (equitox)	50	50	50
Hidroc. aromáticos policíclicos (mg/l)	0,01	0,02	0,05
Organoclorados (Kg AOX/TAD) (4)	1	1	1

(1): No perceptible sobre un espesor de 10 cm, con la dilución indicada en más de 10% del valor de referencia en unidades Co-Pt.

(2): Para las aguas residuales urbanas será de aplicación la Directiva 91/271/CEE.

(3): A 100 metros del punto de vertido y 1 metro de profundidad.

(4): TAD: Tonelada de pasta pesada en seco.

Tabla 12: Tablas de límites para vertidos (sustancias peligrosas).

Parámetro	Media mensual	Media diaria	Valor puntual
Cadmio (mg/l)	0,2	0,4	1
Mercurio (mg/l)	0,05	0,2 (1) 0,1 (2)	0,2 (1) 0,1 (2)
Hexaclorociclohexano (mg/l) (HCH)	2	4	8
Tetracloruro de carbono (mg/l)	1,5	3	6
DDT (mg/l)	0,2	0,4	0,8
Pentaclorofenol (mg/l)	1	2	3
Aldrín y derivados (mg/l)	0,002	0,01	0,02
Cloroformo (mg/l)	1	2	4
Hexaclorobenceno (HCB) (mg/l)	1 (3) y 1,9 (4)	2 (3) y 3.8 (4)	4 (3) y 7,6 (4)
Hexaclorobutadieno (mg/l) (HCBD)	1,5	3	4
1,2-dicloroetano (EDC) (mg/l)	2,5	5	10
Tricloroetileno (TRI) (mg/l)	0,5	1	2
Percloroetileno (PER) (mg/l)	1,25	2,5	4
Triclorobenceno (TCB) (mg/l)	1	2	4
Cinc (mg/l)	3	6	10
Cobre (mg/l)	0,5	2,5	4
Níquel (mg/l)	3	6	10
Cromo total (mg/l)	0,5	2	4
Cromo VI (mg/l)	0,2	0,4	0,5
Plomo (mg/l)	0,5	1	2
Selenio (mg/l)	0,05	0,1	0,2
Arsénico (mg/l)	1	3	5
Estaño (mg/l)	10	15	20
Titanio (mg/l)	1	3	5
Fósforo (mg/l)	40	50	60
Cianuros (mg/l)	0,5	1	2
Fluoruros (mg/l)	10	15	20
Amoniaco (mg de NH4+/l)	60	80	100

(1) Sector de electrólisis de los cloruros que utiliza celdas de cátodos de mercurio.

(2) Sectores diferentes del de electrólisis de cloruros alcalinos.

(3) Sector de producción y transformación de HCB.

(4) Sector de producción de percloroetileno y de tetracloruro de carbono por percolación.

Por lo tanto, y dado que el valor de la unidad de contaminación se fijó en 500.000 pesetas, (3.005 €) el canon de vertido era:

$$\text{CANON (ptas)} = 5 \times f \times k \times m^3 \text{ de vertido}$$

Como ejemplo, el canon para un vertido industrial que tiene los límites

máximos que fija el decreto ($f=1$) y vierte a una zona normal a través de una conducción de vertido ($k=2$) es de 10 pesetas (0,60 €) por m^3 , mientras que un vertido urbano sin vertidos industriales a su alcantarillado y que vierta a través de un emisario submarino a una zona menos limitada después de haber sufrido un tratamiento secundario (se toman como valores representativos del vertido los que fija la Directiva 91/271/CEE) es de 0,2 pesetas (0,0012 €) por m^3 .

Realizando un análisis de cada uno de los factores que intervienen en el cálculo del canon se puede comprobar que:

- En f junto con V (volumen de vertido) se incluye la carga contaminante autorizada al vertido que, por tratarse de límites máximos, será siempre superior a la carga realmente vertida.
- En k están incluidos los factores relativos al tipo de vertido (urbano, industrial o urbano industrializado), forma de vertido (a través de emisario submarino o conducción de vertido) y las características del medio receptor (zona especial, limitada, normal o menos limitada) según los coeficientes de la tabla 10.

La clasificación del medio receptor se realiza en la Orden de 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas [17], en ella se establecen cuatro tipos de aguas según su característica y necesidad de protección: especiales, limitadas, normales y menos limitadas (ver apartado 4.1.3 del capítulo II).

Respecto a la forma de vertido, se considera que todos se realizan a través de una conducción de desagüe, a no ser que cumplan las condiciones que se establece para un emisario submarino en la Orden de 13 de junio de 1993, por la

que se aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar [19], que son:

- Que la distancia entre la línea de costa en bajamar máxima viva equinoccial y la boquilla de descarga más próxima a ésta, sea mayor de 500 m.
- Que la dilución sea mayor a 100.

Este esquema general se quiebra para casos especiales, ya que el reglamento hace una excepción con los efluentes procedentes de refrigeración y en aquellos casos en los que el valor del canon calculado resulte desproporcionado con la carga contaminante real del vertido, a los que pueden aplicarse valores reducidos de K.

En el caso de los efluentes de refrigeración se aplican los valores reducidos del coeficiente K de la tabla 13, en función del volumen anual de vertido.

Tabla 13: Coeficiente K para las aguas de refrigeración.

Hectómetros cúbicos	Coeficiente K
Menor de 100	$K = 6,667 \times 10^{-8}$
Entre 100 y 1.000	$K = -5,297 \times 10^{-11} V + 7,260 \times 10^{-8}$
Mayor de 1.000	$K = 1,333 \times 10^{-8}$

Si la autorización de vertido hubiese fijado un incremento térmico permisible diferente al de 3°C, se corrige el importe del canon en lo que proporcionalmente le corresponda.

El valor de K obtenido de la tabla 13 tiene en cuenta tan sólo a la

contaminación de origen térmico. Se calcula de manera independiente a la que se genere en los diferentes procesos inherentes a la explotación de la instalación industrial y que produzcan alteraciones de las características física, química y biológica de las aguas, éstas se evalúan mediante el régimen general.

No se han desarrollado normativamente otros casos en los que sea posible aplicar otro tipo de K reducido.

2.2 Impuesto sobre vertidos a las aguas litorales de Andalucía

Se crea en la sección 3ª del Capítulo I del Título II de la Ley 18/2003, por la que se aprueban medidas fiscales [18] (Ley de acompañamiento de los presupuestos del año 2004), siendo su objetivo promover el buen estado químico y ecológico de las aguas litorales.

Grava a todos los vertidos, estén autorizados o no, que se realicen desde tierra a cualquier bien del dominio público marítimo-terrestre o a su zona de servidumbre de protección.

El valor del impuesto, denominado cuota íntegra, se calcula multiplicando tres valores: la base imponible, el tipo impositivo y el coeficiente multiplicador.

A) Base imponible

La base imponible es la cuantía de la carga contaminante calculada a través de suma de las unidades contaminantes de todos los parámetros característicos del vertido, que se obtienen, para cada parámetro, como resultado de multiplicar el caudal de vertido, expresado en miles de metros cúbicos por año, por el valor de dicho parámetro dividido entre la cifra fijada para el mismo como valor de

referencia y que se incluyen en la tabla 14.

Tabla 14: Parámetros característicos y valores de referencia del impuesto sobre vertidos a las aguas litorales de Andalucía (Ley 18/2003).

NÚM.	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA
1	DQO	mg/l	450
2	Carbono orgánico total (COT)	mg/l	150
3	Sólidos en suspensión	mg/l	300
4	Temperatura: incremento en medio receptor	°C	750
5	Temperatura: incremento en vertido	°C	2500
6	Cloro residual total	mg/l	200
7	1,2-dicloroetano (EDC)	mg/l	2,5
8	Aldrín y derivados	mg/l	0,002
9	Aluminio	mg/l	3
10	AOX	mg/l	15
11	Arsénico	mg/l	0,20
12	Benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos (como BTEX)	mg/l	10
13	Cadmio	mg/l	0,20
14	Cianuros	mg/l	5
15	Cinc	mg/l	3
16	Cloroalcanos (C10-13)	mg/l	1
17	Cloroformo	mg/l	1
18	Cobre	mg/l	0,50
19	Compuestos órgano estánnicos	mg/l	1
20	Conductividad	mS/cm	200
21	Cromo	mg/l	0,50
22	DDT	mg/l	0,20
23	Diclorometano (DCM)	mg/l	1
24	Difenileter bromado	mg/l	1
25	Fenoles	mg/l	1
26	Fósforo total	mg/l	15
27	Hexaclorobenceno (HCB)	mg/l	1
28	Hexaclorohutadieno (HCBd)	mg/l	1,50
29	Hexaclororiclohexano (HCH)	mg/l	2
30	Hidrocarburos aromáticos polucenos (HAP)	mg/l	0,20
31	Mercurio	mg/l	0,05
32	Níquel	mg/l	3
33	Nitrógeno total	mg/l	55
34	Pentaclorofenol	mg/l	1
35	Plomo	mg/l	0,50
36	Selenio	mg/l	0,05
37	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,50
38	Tricloroetileno (TRI)	mg/l	0,50

Los valores de caudal y de los parámetros característicos se determinan, con carácter general, a partir de los valores autorizados.

Los parámetros característicos de los vertidos se determinan por sectores de actividad:

- Aguas residuales urbanas: DQO, sólidos en suspensión. En caso de vertido en zona declarada sensible por la Consejería de Medio Ambiente se incluirán también nitrógeno total y fósforo total.
- Piscifactorías: COT, sólidos en suspensión, nitrógeno total, fósforo total. Las unidades contaminantes se evaluarán sobre los valores medios anuales restando el valor de los parámetros en el agua de aporte.
- Aguas de refrigeración: temperatura, cloro residual total. Las unidades contaminantes se evaluarán sobre los valores medios mensuales. La temperatura se mide como incremento o decremento térmico respecto al agua de captación. Se utiliza el valor en el medio receptor o en el vertido dependiendo del que esté limitado en la autorización, preferentemente este último. Si se detecta en las aguas de refrigeración el aporte neto de algún otro contaminante en cualquier concentración se incluirá en el cálculo del nivel de contaminación.
- Resto de vertidos: COT, sólidos en suspensión y todos aquellos parámetros de la Tabla B del Anexo a partir del 7 inclusive que contenga el vertido. Quedan excluidos aquellos cuyas concentraciones, una vez corregidas, con el factor de dilución que proceda, sea inferior al 5% de los valores de referencia expresados en las unidades de la tabla. Las unidades contaminantes se evaluarán sobre los valores medios

mensuales.

En aquellos casos en los que el agua de aporte a la instalación contiene valores superiores al 25% de los autorizados de los parámetros característicos del vertido, éstos se podrán fijar como incremento entre la entrada y la salida. Para ello se deberá realizar el seguimiento adecuado, tanto del agua de entrada, como de la del vertido.

B) Tipo impositivo

Se fija en 10 euros por unidad contaminantes.

C) Coeficiente multiplicador

El coeficiente multiplicador se determina en función del tipo de vertido de la zona de emisión y del tipo de conducción del vertido, conforme a la tabla siguiente:

Tabla 15: Coeficiente multiplicador del impuesto sobre vertidos a las aguas litorales de Andalucía.

Tipo de vertido	Lugar de vertido	Tipo de conducción		
		Emisario de submarino de más de 500 m y dilución >100:1*	Conducción de vertido totalmente sumergida y dilución 10:1*	Resto de casos
Industriales y Refrigeración	Aguas litorales	0,5	0,75	1,0
	Estuarios y aguas limitadas	0,75	1,125	1,5
	Espacios naturales y zonas sensibles RD 509/1996 ⁴	1,0	1,5	2,0
Aguas Residuales Urbanas y Piscifactorías	Estuarios y aguas limitadas	0,375	0,5625	0,75
	Espacios naturales y zonas sensibles RD 509/1996	0,5	0,75	1,0

* Orden 13 de Julio de 1993 [19].

3. CÁNONES DE SANEAMIENTO EN OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

En varias Comunidades Autónomas existe el llamado “canon de saneamiento”, que también grava los vertidos contaminantes. Su finalidad es diferente al canon de vertido, ya que mientras éste grava el uso que el titular del vertido hace del dominio público, el de saneamiento se recauda para financiar las obras de saneamiento y depuración que tienen que abordar las administraciones públicas para adecuar los vertidos urbanos a la actual legislación. Por ello el de saneamiento es más caro que el de vertido, allá donde existen los dos.

Otra diferencia entre ambos es que mientras que el canon de vertidos es recaudado entre municipios e industrias, el de saneamiento tiene como sujeto pasivo a personas individuales e industrias que utilicen las redes de saneamiento

4 En el original la referencia al Real Decreto 509/1996 se hace por error tipográfico en la casilla de aguas litorales.

y las de abastecimiento. Por este motivo la forma de calcular la cuota a pagar tiene que ser necesariamente más sencilla, sobre todo para los vertidos de origen doméstico que se evalúan a través del consumo de agua.

La principal diferencia entre los cánones de saneamiento implantados en las distintas Comunidades Autónomas es la forma de evaluar la cuota tributaria de los vertidos industriales. A continuación se analizan algunos de ellos, elegidos por ser claramente diferentes entre sí, y por haber servido ambos de modelo a todos los demás cánones autonómicos.

3.1 Canon del agua de Cataluña

Cataluña estableció por primera vez un canon de saneamiento en 1981, definido inicialmente en la Ley 5/1981 [20], y por tanto fue el primer tributo creado para gravar los vertidos, incluso es anterior al de la Ley de Aguas. Fue modificado por la Ley 17/1987 reguladora de la Administración hidráulica de Cataluña [21]. Estas dos leyes fueron objeto de refundición mediante el Decreto Legislativo 1/1988 [22]. Posteriormente por la Ley 19/1991, a su vez modificada por la Ley 7/1994, se creó un organismo autónomo, la Junta de Saneamiento, y recogió su régimen económico-financiero que incluía al canon de saneamiento.

El canon de saneamiento ha sido sustituido por otro denominado Canon del Agua mediante la Ley 6/1999 [23] y el Decreto 103/2000 [24] que se ha convertido en un único tributo autonómico sobre el agua al integrar los diferentes cánones sobre abastecimiento y saneamiento que existían⁵, es gestionado por la Agencia Catalana del Agua, que se constituye en

5 Canon de infraestructura hidráulica, incremento de la tarifa de saneamiento y al canon de saneamiento.

administración hidráulica única de la Generalitat con el objetivo de dar un tratamiento integral al ciclo del agua.

Durante todas estas modificaciones el canon ha mantenido, esencialmente, sus características iniciales. Las modificaciones se han realizado principalmente para mejorar la gestión y facilitar el cálculo y el control del canon. La última modificación ha sido introducida por la Ley de acompañamiento de los presupuestos del año 2003 [25] en la que se han simplificado los parámetros y los coeficientes utilizados y por la Ley de presupuestos del año 2004 [26] que ha actualizado las tarifas.

El destino del canon del agua es la financiación de los costes de infraestructura y de explotación de las obras e instalaciones y otros gastos para la prestación del servicio de saneamiento y abastecimiento. El hecho que se grava es el consumo, real o potencial, de agua de cualquier procedencia por razón de la contaminación que puede producir. No se aplica a las aguas que usan los agricultores para riego, si no hay contaminación por abonos, pesticidas o materia orgánica.

El canon se cobra a los usuarios a través de las empresas de abastecimiento que tienen la obligación de incluirlo en el precio del agua y liquidarlo a la Agencia Catalana del Agua. En el caso de que el agua no sea suministrada por una empresa sino que provenga de un pozo o del aprovechamiento de aguas superficiales y de lluvia, es la Agencia Catalana del Agua la que lo recauda directamente.

A) Cálculo del canon para usos domésticos

En el caso de usos domésticos el canon se determina a partir de un precio

(en euros/m³) que se multiplica por los metros cúbicos de agua consumida, el resultado se multiplica por un coeficiente que tiene en cuenta la concentración demográfica del municipio, mientras menos poblado sea el municipio menos se paga por m³ de agua consumida. También existen mínimos de facturación.

Así, con carácter general, el agua para uso doméstico se grava con 0,3118 €/m³ (48,72 ptas/m³). Para viviendas se afecta de un coeficiente según el tramo de consumo mensual al que se aplica:

1. Consumo mensual igual o inferior a 12 m³: coeficiente igual a 1.
2. Consumo mensual superior a 12 m³: coeficiente igual a 2.

Si el número de personas por vivienda es superior a 4, el primer tramo de consumo debe incrementarse en 3 m³ por mes por cada persona adicional que conviva en la misma.

Además, hay que multiplicar por un coeficiente de concentración demográfica, que tiene en cuenta tanto la población permanente como la estacional, estimada a partir del número de segundas residencias, habitaciones de hoteles, plazas de camping, etc. El coeficiente de concentración demográfica⁶ es:

- Hasta 2.000 habitantes: 0,662.
- Entre 2.001 y 10.000 habitantes: 0,819.
- Entre 10.001 y 50.000 habitantes: 0,978.
- Más de 50.000 habitantes: 1.

6 El cambio de estos coeficientes ha sido una de las modificaciones introducidas en la Ley 6/1999.

Un aspecto importante de este canon es la forma de estimar el volumen de agua consumido cuando no existen contadores o como se evalúa la carga contaminante vertida. A partir del Decreto 286/1992 [27] es obligatorio realizar una declaración de carga contaminante vertida.

B) Cálculo del canon para usos industriales y asimilables

El canon para usos industriales es la suma de un gravamen general, que es de 0,0987 €/m³ (16,42 ptas/m³), más otro específico. Este último es de 0,3869 €/m³ (64,37 ptas/m³) con carácter general, pero se puede calcular de manera individualizada tanto de oficio por la Agencia Catalana del Agua como a solicitud del usuario.

El cálculo de la tarifa individualizada basada en la carga contaminante se realiza mediante la ecuación⁷:

$$P = \left[\sum_i (C_i \times P_{ui} \times C_{pi} \times K_{si} \times K_{di}) \times K_a \times C_f \right] \times K_r$$

donde:

- C: Es la concentración de cada uno de los parámetros de contaminación establecidos. Los que se consideran en la determinación de la carga contaminante son materias en suspensión (MES), materias oxidables (MO), materias inhibidoras (MI), sales solubles (SOL), nitrógeno (N) y fósforo total (P)⁸.

7 Hasta el año 2003 la ecuación incluía el coeficiente de regulación (Cr) que tenía en cuenta la utilización de dispositivos que permiten efectuar una distribución temporal del caudal vertido dando lugar a un coeficiente de regulación de 0,75.

8 Hasta el año 2003 se consideraba el parámetro Incremento de temperatura (IT) que sólo era aplicable cuando se superaban los 3°C, con un valor de 0,008220 pesetas/m³/°C.

- Pu: Es el precio unitario para cada uno de los parámetros de contaminación establecidos, que son los siguientes:
 - Materias en suspensión (MES): 0,2989 €/kg (49,73 ptas/kg).
 - Materias oxidables (MO): 0,5890 €/kg (98,00 ptas/kg).
 - Materias inhibidoras (MI): 5,9800 €/kequitox (994,99 ptas/equitox).
 - Sales solubles (SOL): 4,7841 €/Sm³/cm (796,01 ptas/Sm³/cm).
 - Nitrógeno (N): 0,3828 €/kg (63,69 ptas/kg).
 - Fósforo (P): 0,7656 €/kg (127,39 ptas/kg).

- Cp: Es el coeficiente punta de cada parámetro y expresa la relación que hay entre el valor de concentración de la contaminación media y la máxima, entendiendo por valores de concentración de contaminación máxima la media de los que superan los valores medios. Este coeficiente se aplica a cada uno de los parámetros, según el cociente entre los valores máximos y medios, de acuerdo con lo establecido en la tabla 16:

Tabla 16: Coeficientes de punta del canon catalán.

V máximos/V medios	Coeficiente punta parcial
Entre 1 y 1,11	1
Entre 1,12 y 1,25	1,1
Entre 1,26 y 1,50	1,2
Entre 1,51 y 1,75	1,5
Entre 1,76 y 2,00	1,7
Entre 2,01 y 3,00	2,0
Entre 3,01 y 4,00	2,5
Entre 4,01 y 5,00	3,0
Superior a 5,01	Vmáx/V medios (máximo de 10)

El coeficiente de punta penaliza a aquellos vertidos que tengan fuertes variaciones temporales en sus cargas contaminantes. El motivo es que éstas obligan a sobredimensionar las instalaciones de saneamiento y depuración, cuya financiación es el objetivo principal de este canon.

- Ks: Es el coeficiente de salinidad; su valor es de 0,2 [25] y multiplica al parámetro de las sales solubles en los vertidos realizados en aguas superficiales continentales con caudales superiores a 100 m³/s en épocas de estiaje. De esta manera se disminuye el peso de la salinidad en el caso en el que se vierta a cauces donde el efecto que producen es muy bajo.

- Kd: Es el coeficiente de dilución, aplicable a los vertidos al mar efectuados mediante instalaciones de saneamiento privadas, su valor para los distintos parámetros de contaminación es:
 - Sales solubles: 0.
 - Nitrógeno: 0.
 - Fósforo: 0.
 - Materias inhibidoras: 1.

Para el resto de los parámetros el coeficiente de dilución depende de los valores de dilución inicial del emisario submarino desde el que se produce el vertido, y se obtiene de la tabla 17:

Tabla 17: Coeficiente de dilución inicial del canon catalán⁹.

Valor de dilución inicial	Coeficiente por dilución (kd)
Más de 11.0000	0,60
Entre 7.000 y menos de 11.000	0,65
Entre 4.000 y menos de 7.000	0,70
Entre 2.000 y menos de 4.000	0,75
Entre 1.000 y menos de 2.000	0,80
Entre 100 y menos de 1.000	0,85
Menos de 100	1,00

Este coeficiente hace que los vertidos industriales al mar no paguen por su contenido en nitrógeno, fósforo ni sales solubles.

- Ka: Es el coeficiente de vertido al sistema; se aplica a los vertidos a redes de alcantarillado y colectores generales conectados a sistemas públicos de saneamiento, de manera que cuando el gravamen específico, determinado en función de la carga contaminante vertida, sea inferior al previsto para los usos domésticos del municipio, se multiplica por 1,5. El tipo resultante no puede superar en ningún caso el establecido para los usos domésticos.
- Cf: Es el coeficiente de fertirrigación; el consumo con destino final a la reutilización propia, con finalidades agrícolas, de aguas residuales con altos contenidos de materia orgánica y nutrientes goza de un coeficiente reductor (Cf) del tipo específico, individualizado en función de la carga contaminante de 0,75.

⁹ Todos los coeficientes salvo el correspondiente a “menos de 100” fueron incrementados en 0,05 en la modificación de los presupuestos de 2003.

- Kr: Es el coeficiente corrector de volumen que expresa la relación entre el volumen de agua vertido y el de agua de suministro, para poder aplicar este coeficiente es preciso que el establecimiento disponga de contadores de agua utilizada y de canales de medida de caudal en los vertidos. También puede determinarse dicho coeficiente por estimación indirecta, aceptando la declaración del coeficiente corrector de volumen basada en los datos y justificaciones técnicas aportados.

C) Canon para usos agrícolas, ganaderos y acuicultura

Estos vertidos siguen el criterio general aplicado a los industriales pero con una particularidad y es que el gravamen general es cero para todos ellos y, por tanto, sólo pagan el gravamen específico que depende de la carga contaminante. El mismo criterio se sigue para la reutilización directa de aguas residuales.

Por otro lado, los vertidos agrícolas que no contengan contaminación por abonos, materia orgánica o pesticidas están totalmente exentos del canon.

D) Canon para refrigeración y producción de energía

Los usos industriales del agua para producción de energía, refrigeración de circuitos abiertos o mixtos tampoco tienen gravamen. Sin embargo el uso por centrales térmicas con un consumo superior a 1.000 Hm³ se aplica sobre la modalidad de tarificación por volumen, independientemente de la carga contaminante con un coeficiente de 0,00053.

3.2 Canon de saneamiento de Valencia

Este canon fue creado por la Ley 2/1992 de Saneamiento de las Aguas

Residuales de la Comunidad Valenciana [28] y desarrollado por el Decreto 266/1994. Las últimas modificaciones han sido introducidas por Ley de acompañamiento de los presupuestos de 2001 [29] y por el Decreto 193/2001 [30].

Las tarifas del canon se componen de una cuota de servicio, que es una cantidad fija anual, y una cuota de consumo en función de la cantidad de agua consumida. En el año 2004 son las de la tabla 18:

Tabla 18: Cuotas de servicio y de consumo del canon valenciano [31].

Usos	Habitantes del municipio	Cuota de consumo €/m ³ (ptas/m ³)	Cuota de servicio €/año (ptas/año)
Domésticos	menos de 500	0	0
	entre 500 y 3.000	0,113 (18,80)	11,48 (1.910)
	entre 3.001 y 10.000	0,147 (24,46)	15,61 (2.597)
	entre 10.001 y 100.000	0,182 (30,28)	19,31 (3.213)
	más de 100.000	0.216 (35,94)	21,70 (3.610)
Industriales	-	0,261 (43,43)	53,46 (8.895)-1.870,17 (311.170)*

(*) Valores extremos correspondientes a calibre de contador <13mm y >80mm.

La tarifa de uso industrial sólo se aplica cuando el consumo es superior a 3.000 m³ por año. Además se establece una bonificación del 50% sobre las cuotas del canon de saneamiento por usos domésticos en aquellos municipios que no cuenten con sistemas de depuración en servicio, en ejecución o con proyecto técnico aprobado por la Generalitat.

Para los usos industriales se aplica un coeficiente corrector que tiene en cuenta la incorporación o pérdida de agua en el proceso industrial y la carga contaminante que se incorpore o elimine del vertido.

El coeficiente corrector (C) se compone de 4 índices: el corrector de volumen (ICV), el punta (IP), el de carga contaminante (ICC) y el de contaminación específica (ICE)¹⁰ y se calcula mediante la ecuación:

$$C = ICV \times IP \times (ICC + ICE)$$

El ICV tiene en cuenta los volúmenes anuales de agua obtenidas como suma de las extraídas de las materias primas, pérdidas en la evaporación y por incorporación en los productos. Se calcula mediante la ecuación:

$$ICV = \frac{A + B0 - B1 - B2}{A}$$

donde:

A = volumen anual total de agua consumida

B0 = volumen anual total de agua extraída de materias primas

B1 = volumen anual total de agua incorporada a productos

B2 = volumen anual total de agua perdida por evaporación

El IP expresa la relación existente entre la carga contaminante vertida con valores superiores a los medios del vertido y dichos valores medios. Para el cálculo del IP se define un parámetro parcial de punta (R_i) característico de cada parámetro de contaminación, que se calcula como sigue:

$$R_i = \frac{(C_{i,punta} - V_{i,med}) \times V_{i,punta}}{(C_{i,med} \times V)}$$

10 Este último introducido por la modificación realizada mediante el decreto 193/2001.

donde:

R_i : parámetro punta parcial del parámetro i en el vertido.

$C_{i,med}$: concentración media anual del parámetro i en el vertido

$C_{i,punta}$: concentración instantánea máxima del parámetro i en el vertido

V : volumen anual total vertido

$V_{i,punta}$: volumen anual de vertido con concentración para el parámetro i superior a la media.

Para cada vertido se determinará un parámetro punta global del vertido, R , que tomará el máximo valor de los parámetros R_i correspondientes a dicho vertido. El índice punta, IP , vendrá determinado en función del parámetro punta global R como:

$$IP = 1, \text{ para } R \leq 0,25$$
$$IP = 0,83 + 0,67 \times R, \text{ para } R > 0,25$$

Cuando no sea posible determinar un valor para el índice punta se tomará, por defecto 1,25.

Para el cálculo del ICC se define, en primer lugar, el vertido urbano que sirve de referencia, como aquel que, teniendo su origen en los aparatos sanitarios e instalaciones domésticas, tiene las características que aparecen en la tabla 19:

Tabla 19: Valores de referencia del canon de saneamiento.

Parámetro	Valores de referencia
SS	300 mg/l
DBO	300 mg/l
DQO	500 mg/l
NKT	50 mg/l
PT	20 mg/l
COND	2.000 µS/cm
TOX	3 U.T.

El ICC se calcula por comparación con el vertido urbano tipo con arreglo a la siguiente fórmula:

$$ICC = p_1 \times \frac{\Delta SS}{300} + p_2 \times \frac{\Delta DBO}{300} + p_3 \times \frac{\Delta DQO}{500} + p_4 \times \frac{\Delta NTK}{50} + p_5 \times \frac{\Delta PT}{20} + p_6 \times \frac{\Delta COND}{2000} + p_7 \times \frac{\Delta TOX}{3}$$

donde:

p_i : son los pesos de cada uno de los contaminantes que se obtienen según la tabla 20.

ΔSS : incremento de sólidos en suspensión a 103-105 °C, en mg/l.

ΔDBO : incremento de la demanda bioquímica de oxígeno a 5 días, en mg/l.

ΔDQO : incremento de la demanda química de oxígeno, en mg/l.

ΔNKT : incremento de nitrógeno Kjeldahl total en mg/l.

ΔPT : incremento de fósforo total, en mg/l.

$\Delta COND$: incremento de conductividad eléctrica a 25°C en µS/cm.

ΔTOX : incremento de toxicidad, expresada en unidades de toxicidad (U.T.). La toxicidad se determina mediante el bioensayo de inhibición de

la luminiscencia en la *Photobacterium phosphoreum*, o por inhibición de la movilidad de la *Daphnia magna*. Se define una unidad de toxicidad (U.T.) como la inversa de la dilución del agua residual (expresada como partes por uno) que provoca una inhibición del 50% (CE50). Cuando la toxicidad sea menor a 3 U.T. se tomará para este parámetro el valor cero.

Los incrementos se calculan como diferencias entre los valores medios de salida en el vertido y en las aguas de abastecimiento:

$$\Delta C_i = \Delta C_{i,med} - \Delta C_{i,abas}$$

siendo:

ΔC_i = incremento de valor del parámetro i

$\Delta C_{i,med}$ = valor medio del parámetro i en el vertido

$\Delta C_{i,abas}$ = valor del parámetro i en las aguas de abastecimiento.

Los pesos de cada uno de los contaminantes (p_i) se obtienen en función del punto final de vertido según la tabla 20.

Tabla 20: Peso de los contaminantes en el canon valenciano.

Peso	Vertido a colectores o al dominio público hidráulico	Vertido al mar
p1	0,14	0,16
p2	0,14	0,16
p3	0,18	0,20
p4	0,07	0,08
p5	0,11	0,12
p6	0,11	0,00
p7	0,25	0,28

Los coeficientes de cada columna suman 1, siendo la principal diferencia entre ambas que en los vertidos al mar el peso correspondiente a la conductividad (p6) es 0, repartiéndose su peso entre los demás parámetros.

En el caso de que las aguas residuales de una industria sean vertidas al mar mediante emisarios submarinos, cuya titularidad corresponda a la propia industria, los pesos p1 (SS), p2 (DBO₅), p4 (NTK) y p5 (PT) pueden ser corregidos multiplicándolos por un factor¹¹ (Fd), que es función del coeficiente de dilución inicial (D1) conseguido por los difusores del emisario según los valores de la tabla 21.

Tabla 21: Factor Fd según los valores de D1.

Valor del coeficiente de dilución inicial (D1)	Factor Fd
$D1 \geq 11.000$	0,55
$11.000 > D1 \geq 7.000$	0,60
$7.000 > D1 \geq 4.000$	0,65
$4.000 > D1 \geq 2.000$	0,70
$2.000 > D1 \geq 1.000$	0,75
$1.000 > D1 \geq 100$	0,80
$100 > D1$	1,00

El coeficiente ICE, recientemente introducido sirve para tener en cuenta contaminantes característicos que no han sido considerados en el ICC, como el pH y algunos metales, mediante la ecuación:

11 Este factor de dilución era exactamente igual al del canon catalán antes de la modificación de este último.

$$ICE = (0,25 \times D_{\text{pH}}) + \sum \left(0,25 \times \frac{C_i}{LC_i} \right)$$

donde D_{pH} se calcula de la siguiente manera:

$$D_{\text{pH}} = \text{pH} - 9, \text{ cuando } \text{pH} > 7$$

$$D_{\text{pH}} = 5,5 - \text{pH}, \text{ cuando } \text{pH} < 7$$

No obstante $D_{\text{pH}} = 0$, cuando $D_{\text{pH}} < 0$

y donde:

C_i es el valor del parámetro i en el vertido

LC_i el valor de referencia del parámetro i

con $C_i/LC_i = 0$, cuando $C_i < LC_i$

siendo LC_i los valores que se obtienen en la tabla 22.

Tabla 22: Valores de LC.

Parámetro característico	Valores de referencia
pH	5,5 - 9 (u. pH)
Cinc total	5 mg/l
Cobre total	1 mg/l
Níquel total	5 mg/l
Cadmio total	0,5 mg/l
Plomo total	1 mg/l
Cromo total	1 2,5 mg/l
Mercurio total	0,1 mg/l

Por tanto el parámetro ICE es nulo cuando los parámetros están por debajo de los valores de referencia, o está dentro del rango establecido para el pH.

3.3 Otros cánones de saneamiento

La mayoría de las Comunidades Autónomas tienen establecido un canon de saneamiento para las aguas residuales urbanas y todas ellas han seguido, con leves variaciones, los dos modelos anteriores para evaluar la carga contaminante de los vertidos que no son de origen doméstico.

Así Murcia, Asturias, La Rioja y Castilla-La Mancha siguen el modelo valenciano, mientras que Cantabria y Galicia secundan el modelo catalán.

Se debe hacer especial mención al canon de Galicia, establecido por la Ley 8/1993, reguladora de la Administración hidráulica de Galicia [32] y desarrollado por el Decreto 8/1999, por el que se aprueba el Reglamento del canon de saneamiento [33] que introduce en el modelo catalán una variación interesante, ya que incluye el parámetro metales pesados (MP) definido como la suma de los miligramos por litro existentes en el agua de los siguientes metales: mercurio, cadmio, plomo, aluminio, cromo, cobre, níquel y zinc, afectadas cada una de las concentraciones encontradas por un coeficiente que es en función de su peligrosidad potencial, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$MP(\text{mg/l}) = \frac{200[\text{Hg}] + 40[\text{Cd}] + 40[\text{Pb}] + 10[\text{Al}] + 4[\text{Cr}] + 2[\text{Cu}] + 2[\text{Ni}] + [\text{Zn}]}{n}$$

siendo n, el número de metales realmente analizados

4. IMPUESTO SOBRE AGUAS RESIDUALES DE ALEMANIA

Este impuesto, denominado “Abwasserabgabe” fue propuesto en 1974,

aunque tardó varios años en implantarse en la mayoría de los Länder alemanes, y grava a todos los vertidos directos a las aguas naturales procedentes de industrias y aguas residuales municipales. Quedan excluidos los vertidos indirectos, o sea, los que se producen a las redes de saneamiento, que ya se encuentran gravados con una tasa de saneamiento específica. Es gestionado por las autoridades regionales alemanas o Länder [34].

El valor de la unidad de contaminación ha sufrido continuos incrementos desde la creación del impuesto, pasando de los 12 DM¹² (6,1 euros) por unidad de contaminación en su creación a 70 DM (35,8 euros) en 1997 [35], valor que se mantiene actualmente.

La unidad de contaminación se define por cualquiera de las siguientes cantidades de contaminantes:

Tabla 23: Unidades de contaminación del impuesto alemán.

Contaminante evaluado		Cantidad correspondiente a la unidad de contaminación
DQO		50 kilogramos de oxígeno
Fósforo		3 kilogramos
Nitrógeno		25 kilogramos
Compuestos orgánicos halogenados como AOX		2 kilogramos
Metales y sus compuestos:	Mercurio	20 gramos
	Cadmio	100 gramos
	Cromo	500 gramos
	Níquel	500 gramos
	Plomo	500 gramos
	Cobre	1.000 gramos
Toxicidad en peces		3.000 m ³ de agua residual dividido por el factor de dilución al cual el test no es tóxico.

12 Marcos alemanes.

Las cantidades resultantes están sujetas a un 50% de reducción si los vertidos cumplen con unos requerimientos, o estándares, que están establecidos según el tipo de vertido de acuerdo con las mejores técnicas disponibles (BAT). Así, para la industria alimentaria (carne y leche) los límites que definen las BAT son los incluidos en la tabla 24.

Tabla 24: Estándares para la industria alimentaria según BAT.

CONTAMINANTE	REQUERIMIENTO (mg/l)
DQO	110
Nitrógeno (N)	10
Fósforo (P)	2

Este coeficiente fomenta la implantación de BAT incluso en aquellas actividades que no están sometidas a la Directiva IPPC [36] y por tanto no tienen la obligación de implantarlas antes del año 2007.

5. IMPUESTO SOBRE AGUAS RESIDUALES DE DINAMARCA

Fue propuesto por el Gobierno danés en 1993, con el nombre “spildevandsafgift”, como parte de la reforma tributaria que se denominó reforma “verde” y que tenía el objetivo de alcanzar que el 25% de los ingresos por impuestos provinieran de impuestos ecológicos.

Se aplica a las descargas de materia orgánica (expresada en DBO_5), nitrógeno y fósforo de los vertidos directos de industrias y aguas residuales urbanas [34].

El valor estándar del impuesto es [37]:

11 DKK¹³ (1,48 euros) /kg de DBO₅

20 DKK (2,69 euros) /kg de nitrógeno

110 DKK (14,78 euros) /kg de fósforo

La cantidad emitida debe ser controlada mediante mediciones en todos los vertidos que tengan una descarga anual superior a 50.000 m³ o si están obligados a ello por su autorización. En el resto de los casos la cantidad descargada se estima a través del consumo de agua.

También se distinguen dos tipos de vertidos: los producidos por plantas de tratamiento en los que el agua residual doméstica es superior al 15% del total y los que no llegan al 15%, para las primeras se pueden realizar mediciones o utilizar tasas estándar que dependen del tratamiento aplicado y que varían de 0,50 a 1,90 DKK por m³. Cuando no hay tratamiento la tasa es de 3,80 DKK por m³.

Cuando más del 85% de las aguas residuales provienen de industrias el cálculo se basa en medidas, salvo para los vertidos de menos de 50.000 m³ que tienen la opción de aplicar el estándar de 3,80 DKK por m³.

Existen 7 tipos de industrias que están sometidas a importantes reducciones:

- Las piscifactorías, tanto de aguas continentales como marinas, están exentas del pago del impuesto a pesar de su impacto ambiental.

13 DKK: Corona danesa, equivale a 0,1344 euros.

- Las industrias del procesado de pescado, de la celulosa y del azúcar tienen una reducción del 97%.
- Las industrias que producen pigmentos orgánicos, vitaminas o pectinas tienen una reducción del 70%.

Estas reducciones se aplican si más del 80% del valor del impuesto se debe a los productos mencionados y sobre el valor que exceda de las 20.000 DDK (2.600 €).

6. TASA SOBRE ACTIVIDADES CONTAMINANTES EN AUSTRALIA

Este impuesto fue establecido en 1970, con el nombre “License Fee” en el estado de Nueva Gales del Sur, cuya capital es Sidney, por la “Pollution Control Act”, y está asociado a las actividades que necesitan autorización según la “Clean Air Act 1964”, Clean Water Act 1970” y la “Noise Control Act 1975”. Hasta 1998 el valor del impuesto se determinaba simplemente a partir del tipo de actividad y su escala (producción u otro parámetro representativo de la actividad), no fue hasta la aparición de la “Pollution Control Regulation 1998” cuando se introdujo una nueva estructura del impuesto basada en la carga contaminante y en el daño causado por las emisiones.

En este impuesto existen dos tipos de unidades impositivas: las administrativas “administrative fee unit” y las contaminantes “pollutant fee unit” cada una de las cuales tiene un precio diferente, expresado en dólares australianos (DA)¹⁴, de acuerdo con la tabla 25.

14 DA: Dólar australiano, equivalente actualmente a 0,568181 euros.

Tabla 25: Precio de las unidades en la tasa australiana.

PERIODO DE EMISION DE LA LICENCIA	Unidades administrativas	Unidades contaminantes
1/7/2000 a 30/6/2001	95 DA	24 DA
1/7/2001 a 30/6/2002	95 DA	29 DA
> 1/7/2002	95 DA	35 DA

La tasa administrativa funciona como un mínimo, de manera que si la tasa por carga contaminante es superior a la administrativa se paga la primera y si es inferior, la administrativa. Sin embargo no todas las actividades están sometidas a tasa por carga contaminante.

6.1 Determinación de la tasa administrativa

Esta tasa se calcula multiplicando el precio de la unidad administrativa por el número de unidades administrativas asociadas a cada actividad, que se determinan a partir del tipo de actividad y su tamaño. Existen 79 actividades, las dos últimas son “Otras actividades que necesitan licencia de vertido a las aguas” y “Otras actividades no listadas” por lo que están contempladas todas las actividades sujetas a impuesto.

En la tabla 26 se indican, a título de ejemplo, las unidades asociadas a una serie de actividades, en función de su tamaño.

Este impuesto grava también las actividades contaminantes de la atmósfera y las ruidosas por lo que algunas de las que aparecen en la tabla son actividades que no generan vertidos. La diferencia entre las que producen emisiones a todos los medios y las que sólo generan vertidos a las aguas se contempla en la parte variable del impuesto, que se calcula en función de la carga contaminante emitida y que en el primer caso debe tener en cuenta también los contaminantes emitidos

a la atmósfera.

6.2 Determinación de la tasa por carga contaminante

Los factores que determinan esta tasa son los siguientes:

- El tipo de actividad.
- Los contaminantes que se vierten.
- La carga vertida de cada contaminante.
- La ponderación de cada contaminante.
- La zona de vertido.
- La superación de determinados umbrales.
- La existencia de planes de reducción de carga contaminante.

Como en el caso anterior la tasa se obtiene de multiplicar el precio de la unidad de contaminación (o carga contaminante) por el número de unidades asociadas a cada actividad. Para calcular las unidades contaminantes se deben seguir los siguientes 7 pasos:

1. Determinar los contaminantes cuya carga tiene que evaluarse, los cuales se encuentran tabulados para cada actividad. En la tabla 26 se encuentran algunos ejemplos.

Tabla 26: Unidades administrativas para un grupo de actividades.

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº UNIDADES DE MEDIDA	UNIDADES ADMINIST.
Acuicultura	Superficie de las aguas usadas (Ha)	0-10	20
		>10	70
Producción de cerveza o alcohol destilado	Capacidad producción por año (kt)	0-10	5
		>10-20	70
		>20	200
Fertilizantes agrícolas y nitrato amónico	Capacidad producción por año (kt)	0-50	35
		>50-100	100
		>100	250
Producción de jabones y detergentes	Capacidad de producción por año (kt)	0-2,5	20
		>2,5-5	70
		>5-10	200
		>10	500
Almacenamiento de productos químicos	Capacidad de almacenamiento (kt)	0-5	10
		>5-100	35
		>100	100
Generación de electricidad	Capacidad de generación (GWh)	0 - 450	35
		>450-1.000	100
		>1.00-5.000	250
		>5.000	650
Agricultura de regadío	Área de regadío (Ha)	0-10.000	20
		>10.000-100.000	70
		>100.000	2.000
Granjas intensivas de cerdos	Capacidad de acomodo de cerdo vivo (t)	0-45	5
		>45-100	20
		>100-200	70
		>200-500	200
		>500	500
Producción primaria de metales no férreos	Capacidad de producción por año (kt)	0-100	250
		>100	625
Minería (excepto carbón)	Capacidad de obtención por año (kt)	0-100	35
		>100-500	100
		>500-2000	250
		>2000	625
Producción de papel y pasta de papel	Capacidad de obtención por año (kt)	0-150	100
		>150	250
Refino de petróleo	Capacidad de refino por año (kt)	0-10	35
		>10-200	100
		>200-500	250
		>500	625
		>10.000-25.000	625
Planta de tratamiento de aguas residuales	Máximo volumen anual autorizado (1000 m ³)	0-20	2
		>20-100	10
		>100-1.000	35
		>1.000-50.00	100
		>5.000-1.0000	250
		>10.000-25.000	625
		>25.000	2.000
Otras actividades que necesitan licencia de vertido	Máximo volumen anual autorizado (1000 m ³)	0-20	5
		>20-100	20
		>100-1.000	70
		>1.000	2.000
Otras actividades			5

2. El segundo paso consiste en determinar la carga de cada uno de los contaminantes a evaluar. Para ello se deben usar los protocolos de evaluación establecidos por la NSW EPA¹⁵, que pueden estar basados tanto en programas de vigilancia del vertido como en factores de emisión.

Los factores de emisión se usan para estimar el nivel de emisiones generadas por una actividad con características tales como producción, técnicas de depuración y control de vertidos, área del territorio afectado, etc. Por ejemplo, el factor de emisión para el fósforo es de 1 mg por litro de agua residual tratada para una pequeña depuradora de aguas residuales que aplica tratamiento terciario con adición de coagulantes químicos.

3. Cada contaminante tiene un peso diferente en función del riesgo que cause su vertido en el medio ambiente. Como es un factor que multiplica la carga contaminante éste es mayor cuanto más peligroso sea el contaminante y para algunos contaminantes es diferente si el vertido se produce en aguas costeras abiertas o a otras con menor renovación, como río y estuarios. En la tabla 27 se recogen los factores de ponderación para cada contaminante.

15 NSW EPA: New South Wales Environmental Protection Authority: Autoridad de Protección Ambiental de Nueva Gales del Sur.

Tabla 27: Factores de ponderación para los contaminantes.

CONTAMINANTE	DEFINICIÓN	PESO DEL CONTAMINANTE		
		TIPO DE AGUAS		
		Costeras abiertas	Estuarios	Cerradas
Sal	Total de sólidos disueltos usando el método de conductividad SM ¹⁶	0	0	8,4
Sólidos en suspensión totales	Sólidos no filtrables Calculado usando el SM	9,5	9,5	78
DBO₅	Demanda bioquímica de oxígeno usando el SM	0	0,5	1
Aceites y grasas	Usando el SM	13	30	74
Nitrógeno total	Usando el SM	6	12	23
Fósforo total	Usando el SM	0	120	680
Arsénico	Arsénico elemental y el contenido en sus compuestos	2.500	2.500	2.500
Fenoles totales	Compuestos fenólicos totales según SM	4.900	4.900	4.900
Pesticidas y PCBs	La suma de aldrín, clordano, DDE, DDT, dieldrin, endosulfán, heptacloro, lindano, PCBs, clorpyrifos, diazinón, malatión y paratión	930.000	930.000	930.000
PAHs totales	Total de los hidrocarburos aromáticos policíclicos	3.800	3.800	3.800
Cadmio	Cadmio elemental y el contenido en sus compuestos	67.000	67.000	67.000
Mercurio	Mercurio elemental y el contenido en sus compuestos	180.000	180.000	180.000
Plomo	Plomo elemental y el contenido en sus compuestos	6.400	6.400	6.400
Zinc	Zinc elemental y el contenido en sus compuestos	7	7	7
Selenio	Selenio elemental y el contenido en sus compuestos	710	10.000	10.000
Cromo	Cromo trivalente más 10 veces el hexavalente tanto elemental como en sus compuestos	840	4.200	4.200
Cobre	Cobre elemental y el contenido en sus compuestos	1.700	1.700	1.700

16 Standard Methods.

4. El lugar de vertido también se tiene en cuenta por la existencia de lugares especiales denominados “zonas de contaminantes críticos” en las que los vertidos de determinados contaminantes se gravan más que en las demás zonas. Así están definidas 20 zonas que son críticas para el fósforo y el nitrógeno y 17 para la sal. En ambos casos se aplica un factor multiplicador de 3.

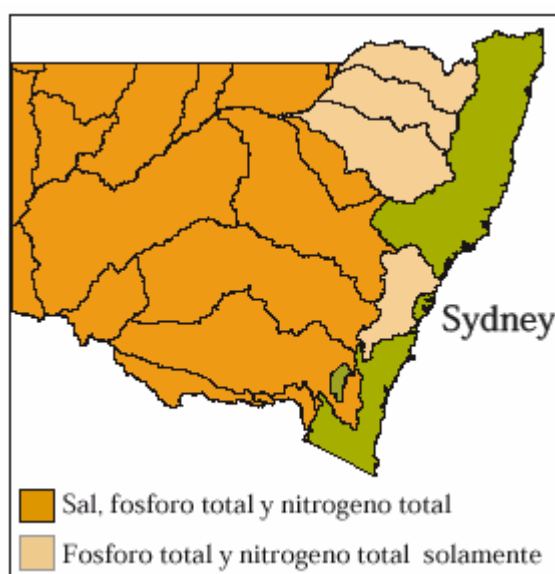


Figura 1: Zonas críticas de la tasa australiana.

5. El siguiente paso es calcular los umbrales de carga contaminante (FRT) de cada parámetro asociado a la actividad. Estos umbrales se obtienen multiplicando el factor que aparece en la columna 3 de la tabla 28 por el valor que representa la cantidad de actividad durante el periodo de licencia, expresada en las unidades que se encuentran en la tabla 26. El resultado es una cantidad umbral, expresada en kilogramos, de cada uno de los contaminantes evaluables de la actividad. La carga contaminante del vertido que supere este valor umbral se penalizará en el cálculo de la tasa.

6. El cálculo de la tasa por carga contaminante asociada a cada uno de ellos se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa} = \text{AL} \times \text{PW} \times \text{CZ} \times \text{PFU}/10.000$$

donde:

AL: Carga asociada al contaminante expresada en kg.

PW: Peso del contaminante según la tabla 27.

CZ: Factor por zona de contaminante crítico según el paso 4.

PFU: Precio de la unidad contaminante según tabla 25.

Pero si la carga contaminante es superior al umbral determinado en el punto 5 (FRT) se debe utilizar la fórmula:

$$\text{Tasa} = (2\text{AL} - \text{FRT}) \times \text{PW} \times \text{CZ} \times \text{PFU}/10.000$$

Esto significa que se paga doble por la carga contaminante que supere el valor umbral.

Tabla 28: Contaminantes y factores umbrales asociados a cada actividad.

ACTIVIDAD	CONTAMINANTES	UMBRAL
Fertilizantes agrícolas y nitrato amónico	Nitrógeno total	0,11
Generación de electricidad a partir de carbón o gas	Aceites y grasas	0,06
	Sal	3,6
	Selenio	0,14
	Sólidos en suspensión	0,18
Producción primaria de metales no férricos (no Al)	Arsénico	0,0003
	Cadmio	0,0003
	Cromo	0,0003
	Cobre	0,0026
	Plomo	0,03
	Mercurio	0,0003
	Selenio	0,0003
	Sólidos en suspensión	0,78
Minería (excepto carbón)	Zinc	0,02
	Arsénico	0,5
	Cadmio	0,05
	Cromo	0,3
	Cobre	0,15
	Plomo	0,3
	Mercurio	0,001
	Sal	1.000
	Selenio	0,0025
	Sólidos en suspensión	20
Producción de papel y pasta de papel	Zinc	0,075
	DBO	5,55
	Sal	3
	Sólidos en suspensión	8,35
	Nitrógeno total	0,1
	Fósforo total	0,001
Refino de petróleo	Zinc	0,13
	DBO	0,14
	Aceites y grasas	0,12
	Sólidos en suspensión	0,36
	HAP totales	0,07
Planta de tratamiento de aguas residuales	Fenoles totales	0,27
	DBO	10
	Cadmio (*)	0,00005
	Cromo (*)	0,0025
	Cobre (*)	0,01
	Plomo (*)	0,0005
	Mercurio (*)	0,00005
	Aceites y grasas	2
	Selenio (*)	0,0025
	Sólidos en suspensión	15
	Nitrógeno total	10
	Pesticidas y PCBs (*)	0,00012
	Fósforo total	0,3
Zinc (*)	0,012	

* Solo si el caudal anual es mayor de 10 Hm³.

7. Por último se suman las tasas asociadas a cada contaminante para obtener la tasa total.

En la figura 2 se representa la evolución de la tasa (eje de ordenadas) en función de la carga de un determinado contaminante (eje de abscisas).

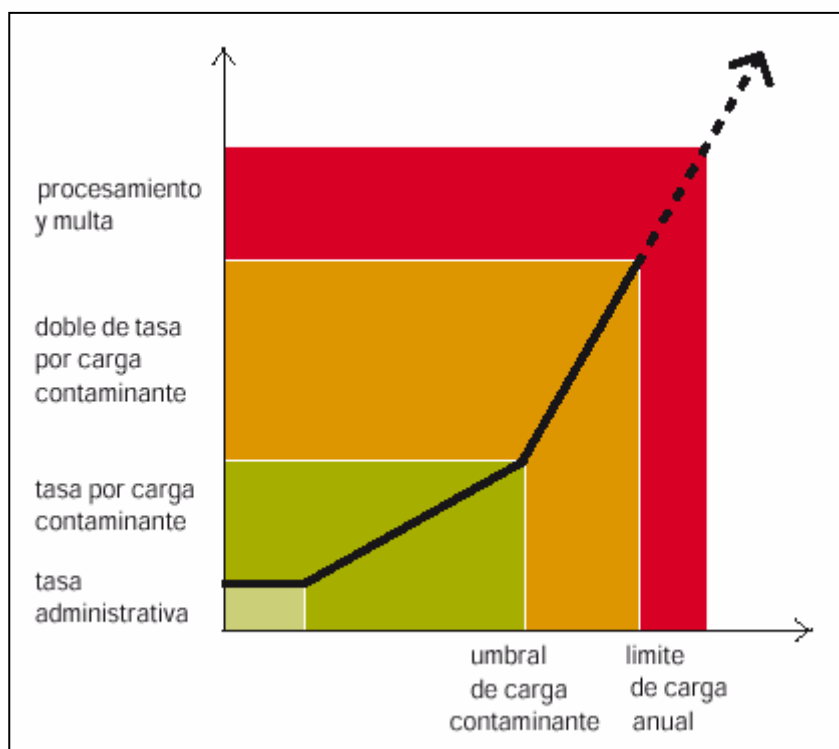


Figura 2: Tasa australiana en función de la carga contaminante del vertido.

Se observa que para cargas contaminantes bajas la tasa es fija y coincide con la tasa administrativa, luego aumenta con la carga contaminante, siendo el incremento mayor cuando se supera un determinado umbral.

7. ANALISIS CRÍTICO DE LOS TRIBUTOS SOBRE VERTIDOS

A continuación se analizan críticamente los tributos anteriores y con especial profundidad el de la Ley de Aguas de 1985 y el de vertidos al mar de

Andalucía, que son los que se han aplicado en Andalucía, por tener de ellos la experiencia de su aplicación durante un tiempo suficientemente amplio.

7.1 Canon de vertidos de la Ley de Aguas de 1985

Este canon implantó, por primera vez en toda España, un impuesto que gravaba los vertidos proporcionalmente a su carga contaminante. Esta proporcionalidad se considera imprescindible en cualquier impuesto que quiera aplicar adecuadamente el principio de “quien contamina paga”.

Uno de los aspectos negativos es que existe una cierta indefinición en el método de cálculo del canon, ya que, para los vertidos urbanos, hay tres maneras diferentes de calcularlo que dan resultados diferentes:

- La primera se obtiene a partir de la definición de la unidad de contaminación, que dice que es un patrón convencional referido a la carga contaminante producida por el vertido tipo de aguas domésticas correspondiente a 1.000 habitantes y en el periodo de un año. Como el canon es el resultado de multiplicar las unidades de contaminación por el precio de éstas, establecida en 500.000 pesetas (3.005 €), el canon para un vertido urbano sin depurar podría calcularse a través de los habitantes del núcleo.
- La segunda procede de considerar que la carga contaminante por habitante y día es de 90 gramos de materias en suspensión y 61 gramos de materias oxidables.
- Y la tercera es la que se deriva de la fórmula y las tablas del reglamento del dominio público hidráulico del apartado 1.1.

Aunque el método general es el tercero, éste no se aplica cuando no se dispone de información sobre su caudal o concentración, siendo muy habitual en vertidos urbanos pequeños calcular el canon a partir del número de habitantes.

A continuación se van a detallar algunos de los problemas más importantes que se presentan en la aplicación del canon de vertidos:

A) Errores en el sistema de interpolación

La existencia de diferentes tramos de interpolación supone que la variación del canon es poco clara cuando cambian las condiciones, incluso se puede dar la paradoja, en determinadas situaciones, que el canon suba cuando los parámetros representativos del vertido bajen y viceversa, en efecto:

- Siguiendo el método para calcular el canon indicado en el apartado 1.1 y suponiendo un vertido industrial de la clase 1, según la tabla 1 del mismo capítulo, se tiene que: $k_1 = 2,0$; $k_2 = 0,40$; $k_3 = 0,20$ y $k_4 = 0$,
- Suponiendo que los parámetros que caracterizan el vertido son el cobre (Cu) y los sólidos en suspensión (SS) y siendo L_i los límites que se deben utilizar en la fórmula de cálculo, se obtiene de la tabla 2:

SS (parámetro 1): $L_{1,1} = 300$; $L_{1,2} = 150$; $L_{1,3} = 80$; $L_{1,4} = 0$

Cu (parámetro 2): $L_{2,1} = 10$; $L_{2,2} = 0,5$; $L_{2,3} = 0,2$; $L_{2,4} = 0$

Si el vertido estuviera representando por los límites $SS = 200$ mg/l y $Cu = 0,5$ mg/l, lo que significa: $A_1 = 200$ y $A_2 = 0,5$; entonces ambos límites están entre las tablas 1 y 2.

$$\mu = \sum_{i=1}^n \frac{Li,a - Ai}{Li,a - Li,b} = \frac{300 - 200}{300 - 150} + \frac{10 - 0.5}{10 - 0.5} = 0.833$$

por lo que $a = 1$ y $b = 2$:

$$K = Ka - \mu (Ka - Kb) = 2 - 0,833 (2 - 0,4) = 0,666$$

Suponiendo un cambio en las condiciones del vertido con una reducción en la concentración de cobre a $Cu = 0,4$ mg/l y manteniendo $SS = 200$ mg/l, ello supone que ahora el intervalo mínimo que comprende a ambos límites se encuentra entre la tabla 1 y la tabla 3, por lo que $a = 1$ y $b = 3$, lo que significa: $A_1 = 200$ y $A_3 = 0,4$; sustituyendo ahora:

$$\mu = \sum_{i=1}^n \frac{Li,a - Ai}{Li,a - Li,b} = \frac{300 - 200}{300 - 80} + \frac{10 - 0.4}{10 - 0.2} = 0.717$$

$$K = Ka - \mu (Ka - Kb) = 2 - 0,717 (2 - 0,2) = 0,709$$

por lo que una reducción de un 20% en un parámetro (cobre) da como resultado un incremento de un 7,6% en el canon.

Analicemos el motivo de estos resultados. Para ello en primer lugar se representan los valores de K en función de las concentraciones de cobre para valores fijos de concentraciones de sólidos en suspensión:

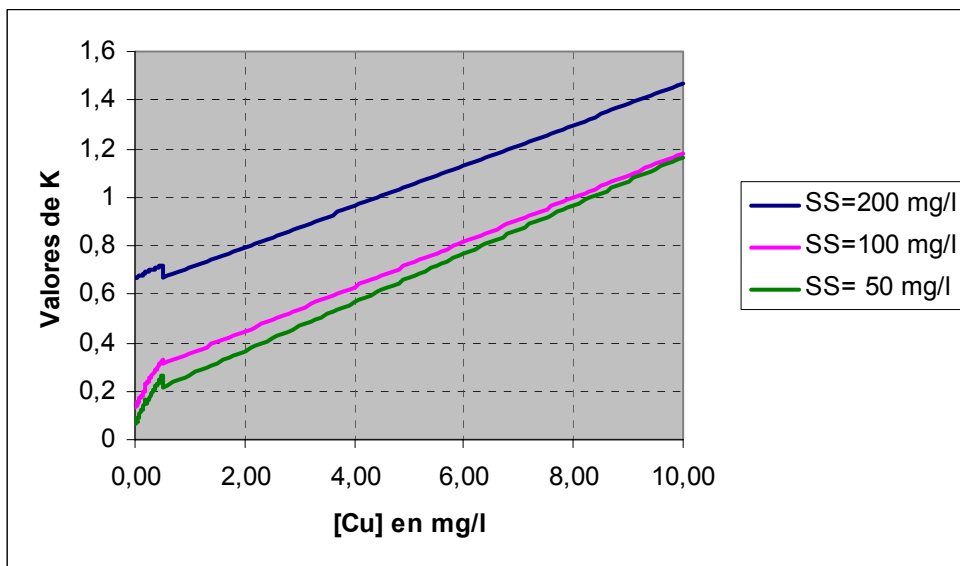


Figura 3:Valores de K en función de [SS] y [Cu].

Se han elegido 3 valores de sólidos en suspensión que pertenecen a cada uno de los tramos que define la tabla 2, las concentraciones de cobre varían entre 0 y 10 mg/l, este último es la concentración máxima que se permite con carácter general en los vertidos.

Se puede comprobar que el resultado no es continuo sino que sufre saltos bruscos en dos puntos de la gráfica. Si se amplía la zona donde la figura 3 es discontinua se obtienen las figuras 4 y 5.

El comportamiento discontinuo de la gráfica ocurre en los puntos donde las concentraciones de cobre son 0,2 y 0,5 mg/l que son los valores intermedios para el cobre en la tabla 2 (o sea $L_{Cu,2}$ y $L_{Cu,3}$) ya que es en estos puntos donde se modifica el intervalo de interpolación que hay que emplear.

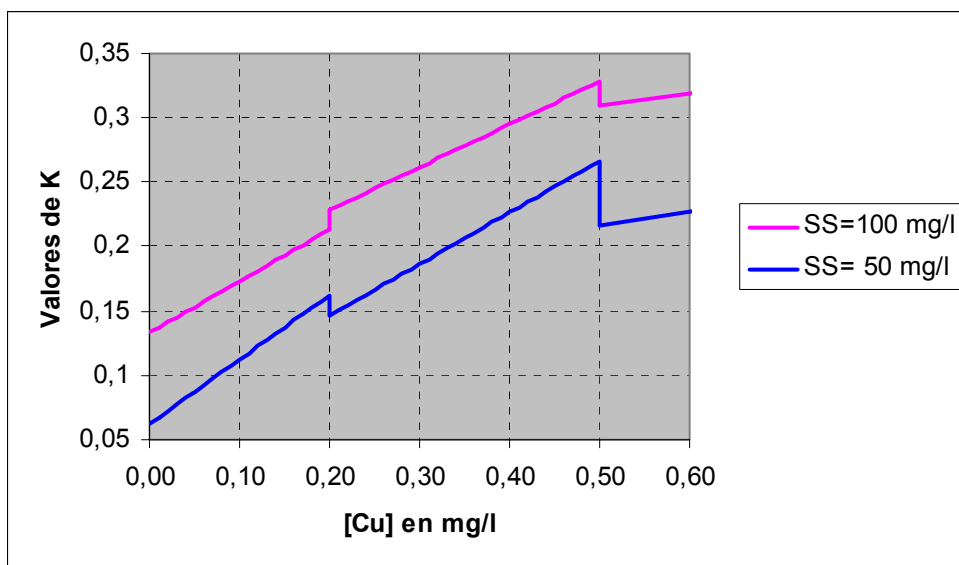


Figura 4: Incrementos de K para SS=50 y 100 mg/l.

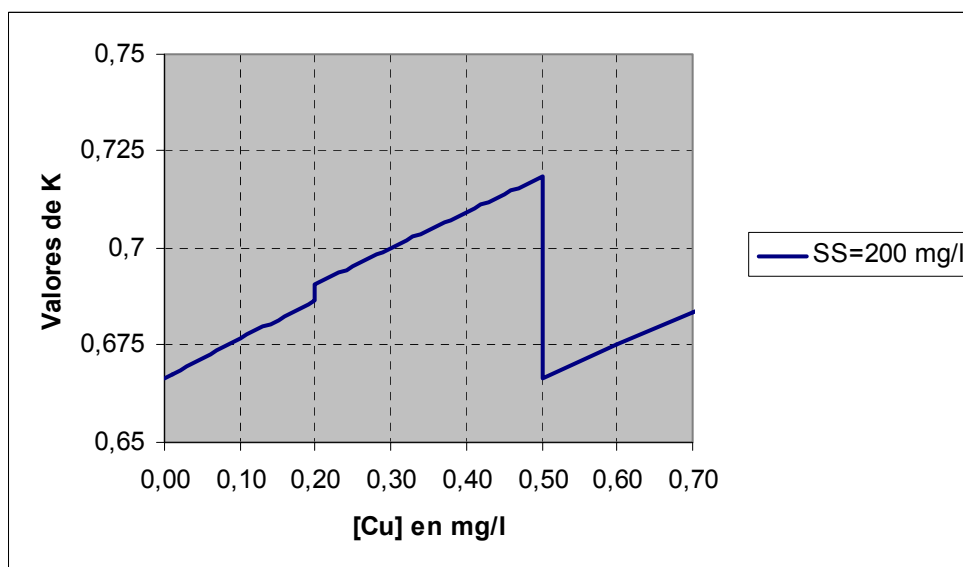


Figura 5: Incrementos de K para SS=200 mg/l.

Para explicar el motivo que causa la discontinuidad observese las figuras 6 y 7, donde se representa con puntos los valores de K asociados a las concentraciones de Cu de la tabla 2.

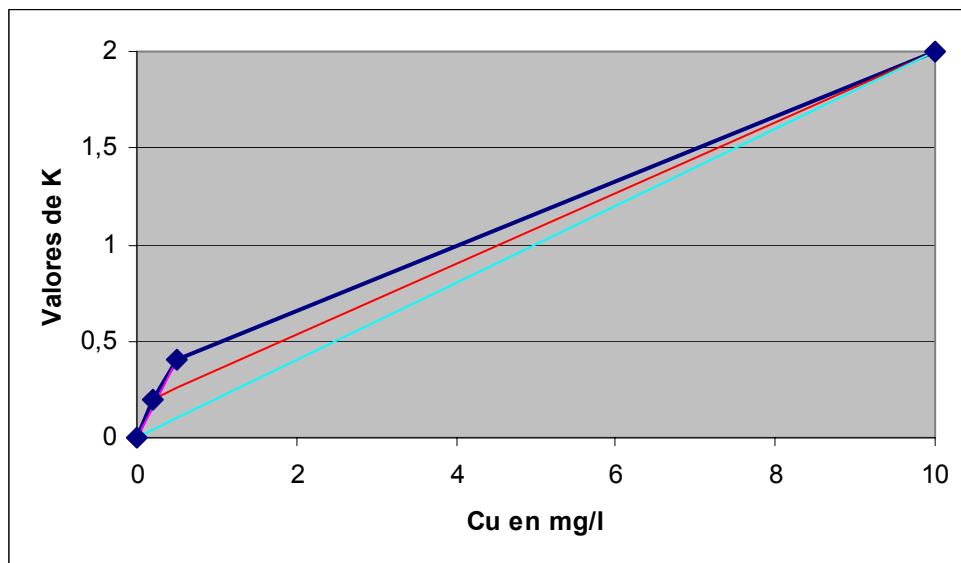


Figura 6: Líneas de interpolación para el cobre.

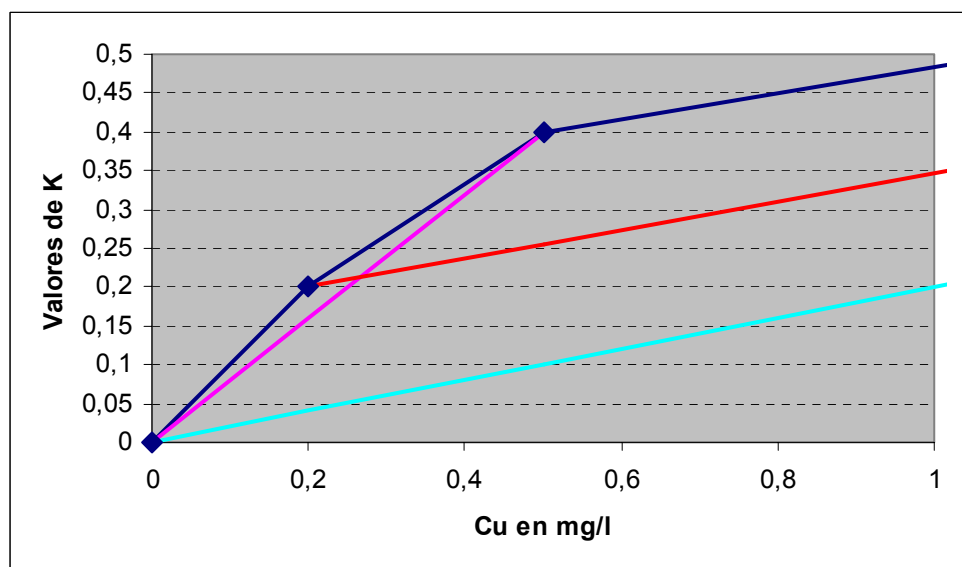


Figura 7: Líneas de interpolación para el cobre (ampliación).

El sistema de interpolación utilizado obliga a elegir el intervalo más pequeño donde se encuentren todos los parámetros, así si todos ellos están en la misma zona de la citada tabla se interpola entre los puntos más cercanos (línea azul), pero si los parámetros se encuentran entre la primera zona y la segunda se interpola entre ambos extremos (línea rosa), igualmente la interpolación

corresponde a la línea celeste si hay parámetros en el primer y último tramo.

Siguiendo el ejemplo de la evolución de K en función de las concentraciones de cobre para una concentración de 50 mg/l de sólidos en suspensión: esta concentración de sólidos en suspensión pertenece al primer tramo, por ello cuando la concentración de cobre está por debajo de 0,2 mg/l la interpolación queda representada por la línea azul, cuando se superan los 0,2 mg/l de Cu la interpolación queda representada por la línea rosa por lo que de 0,2 a este valor más un pequeño incremento ($0.2+\delta$) existe un decremento de K. Igualmente ocurre cuando la concentración supera los 0,5 mg/l, en ese caso la interpolación pasa de ser representada por la línea rosa a la línea celeste, por tanto el decremento es aún mayor.

Se puede observar en las figuras 4 y 5 que el tamaño del salto de K es diferente para los tres valores de sólidos en suspensión utilizados. Como los saltos se producen para 0,2 y 0,5 mg/l de cobre se pueden representar los valores de dichos saltos en función de las concentraciones de sólidos en suspensión (figura 8).

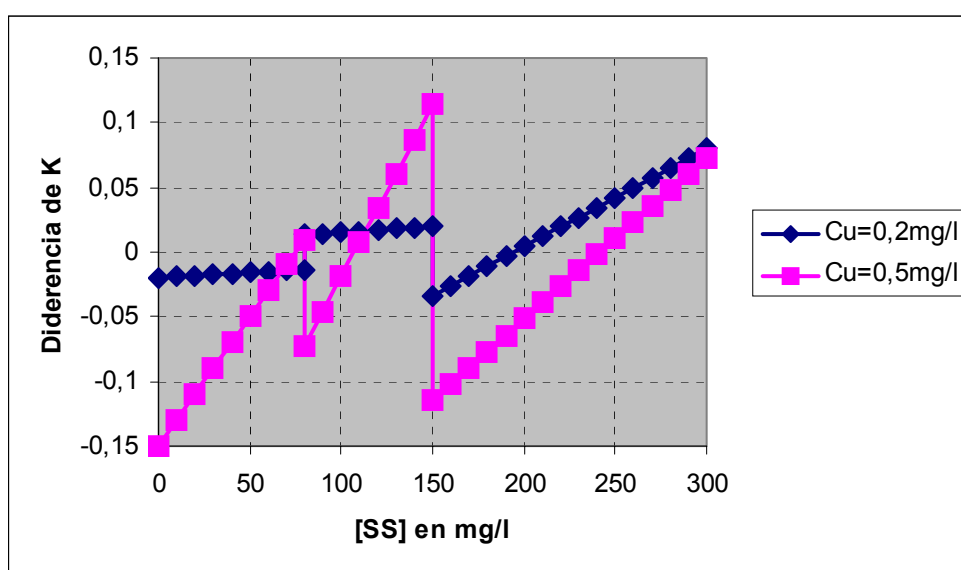


Figura 8: Incremento de K para Cu = 0,2 y 0,5 mg/l.

Las diferencias son mayores para concentraciones de cobre de 0,5 mg/l, o mejor dicho entre $0,5-\delta$ y $0,5+\delta$, dándose los valores extremos para niveles de sólidos en suspensión muy bajos ($\Delta K = -0,15$) y en el entorno de 150 mg/l ($\Delta K = -0,11$ y $+0,11$).

Otro aspecto que refleja la figura 8 es su discontinuidad para las concentraciones de sólidos en suspensión de 80 y 150 mg/l, que son los valores que aparecen en las columnas segunda y tercera de la tabla 2 del capítulo VI para los sólidos en suspensión. Más grandes son las diferencias si se expresan en porcentaje como se observa en la figura 9.

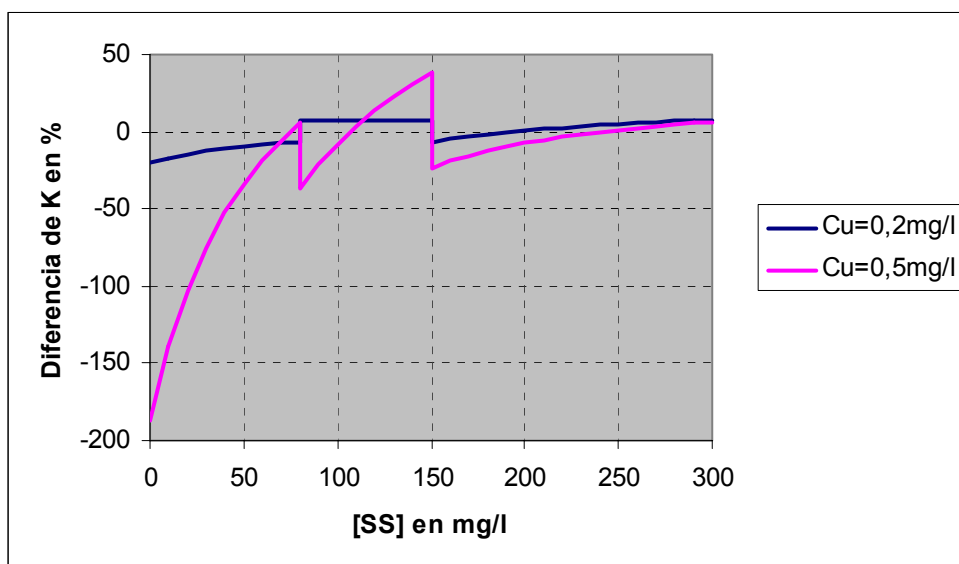


Figura 9: Incremento de K en % para Cu = 0,2 y 0,5 mg/l.

Las diferencias negativas significan que K (y por tanto el canon) disminuye cuando aumenta la concentración de cobre. Lo que suponen una contradicción respecto al principio de “quién contamina paga”.

Todo lo expuesto anteriormente para las industrias de la clase 1 es también válido para las de las clases 2 y 3, incluso con mayores diferencias en términos absolutos, puesto que los valores de K para estas industrias son un 50% y un

100% superiores, respectivamente.

Así se comprueba que una interpolación aparentemente continua y lineal es discontinua, incluso en su primera derivada.

B) Naturaleza del vertido

La naturaleza del vertido, según la clasificación establecida en la tabla 1, influye de manera importante en el valor final del canon. En efecto, para la misma carga contaminante la diferencia entre los casos más extremos (urbano sin industria e industrial de la clase 3) es del 400%.

Estas diferencias pueden tener sentido que existan entre vertidos urbanos e industriales, puesto que los últimos obtienen un rendimiento económico de utilizar los cauces públicos como vertederos de aguas residuales. Por el mismo motivo también la presencia de vertidos industriales mezcladas con las aguas domésticas debe tenerse en cuenta al evaluar los vertidos urbanos.

La solución dada en este canon consiste en gravar los vertidos urbanos con industrialización media con un incremento del 20% respecto a los no industrializados y los urbanos muy industrializados con un 50%. Sin embargo esta solución no es completamente satisfactoria, ya que no se dan criterios para establecer cuando un vertido urbano se considera sin industria, de industrialización media o muy industrializado.

Mayores son las diferencias entre los vertidos industriales. Dependiendo de la clase a la que pertenezcan, según los criterios de la tabla 1 del capítulo VI, tienen cánones diferentes, que son un 200% y 300% para las clases 2 y 3, en relación con los vertidos de la 1. En este caso el criterio de clasificación es claro,

sin embargo, a igualdad de carga contaminante vertida no existen motivos para penalizar con estos incrementos unas actividades industriales respecto a otras.

C) Hecho imponible

Este canon grava tan sólo a los vertidos autorizados, lo que supone que los que no han sido sometidos a autorización no tienen la obligación de tributar. Esta paradoja se vio aumentada porque, en el momento de creación del canon, había muchos vertidos que no podían autorizarse porque, al no estar depurados, no cumplían los requisitos de la Ley de Aguas. Para resolver parcialmente este problema se creó la figura de autorización provisional, que permitía legalizar temporalmente vertidos que no cumplían los requisitos obligatorios y se les fijaba un plazo para cumplirlos. Esto permitió que fueran gravados un número de vertidos más amplio.

D) Parámetros usados en el cálculo del canon

No se han establecido criterios para determinar cuales son los parámetros que deben incluirse en el cálculo del canon. Cabe esperar que estos parámetros deben ser los más representativos del vertido, siendo éstos los más elevados en comparación con la tabla de límites.

Pero incluso si el criterio que se utiliza es el adecuado, existe otro factor indeterminado, que es el número de parámetros que se deben incluir en cada caso. Este factor es importante ya que como se verá más adelante en el canon de vertidos al mar, que se encuentra en la misma situación, su influencia es notable.

E) Canon de centrales térmicas

Los valores de K para las aguas de refrigeración de las centrales térmicas vienen determinados por la tabla 3, que pueden representarse gráficamente como se muestra en la figura 10:

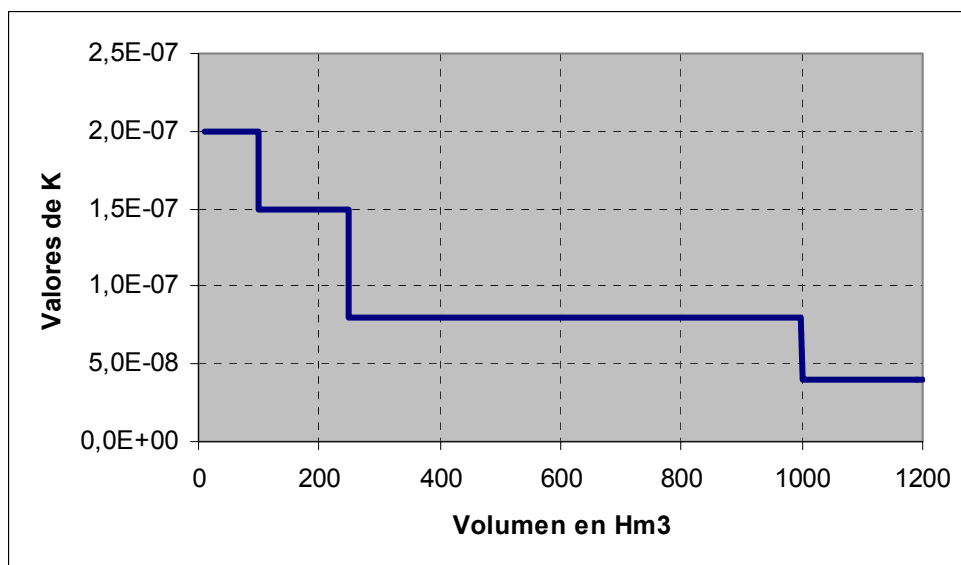


Figura 10: Valores de K para aguas de refrigeración de centrales térmicas.

Si se calcula el canon en función del volumen se obtiene la figura 11.

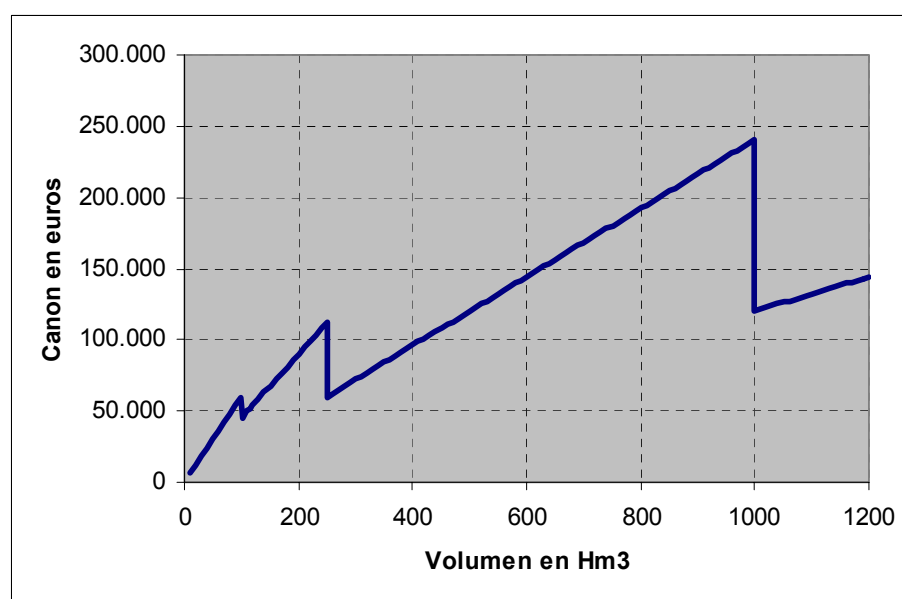


Figura 11: Canon para aguas de refrigeración de centrales térmicas.

Existe tres puntos, correspondientes a 100, 250 y 1.000 Hm³, en los que, además de ser la gráfica discontinua, el canon disminuye cuando el volumen aumenta.

7.2 Canon de control de vertidos del RDL 1/2001

Este canon sustituyó al anterior y simplificó su método de cálculo, que se establece a partir del volumen de vertido y de unos sencillos coeficientes de mayoración y minoración del precio unitario.

Entre las principales mejoras respecto a su antecesor se encuentran:

1. Desvincula el canon de la autorización de vertido y pasa a gravar todos los vertidos, autorizados o no. Aunque especifica que se calcula a partir de volumen de vertido autorizado, señala los métodos de estimación indirecta para los no autorizados.
2. Aunque establece diferencias entre los vertidos de distintos sectores industriales, éstas son menores, pasando de diferencias del 100% entre sectores, a valores máximos del 18%.
3. Distingue claramente entre vertidos urbanos e industriales, considerando como industriales los vertidos mixtos que contengan más de 30% en volumen de aguas residuales industriales.
- 4 Incluye un coeficiente que tiene en cuenta la sensibilidad del medio receptor estableciendo, a partir de normas existentes sobre calidad de las aguas, las zonas donde el canon se incrementa.

- 5 Corrige los defectos del anterior canon de refrigeración al especificar que se determina por adición de los importes parciales que resultan de aplicar los sucesivos tramos de la escala.

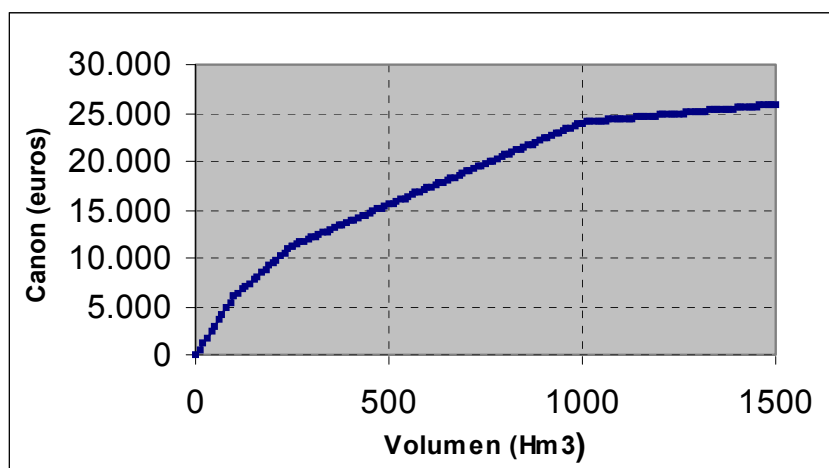


Figura 12: Canon de refrigeración del RDL 1/2001.

- 6 Incluye entre los vertidos que tienen un tratamiento especial a las piscifactorías y a las aguas de achique de actividades mineras.
- 7 Penaliza a los vertidos no autorizados al aplicarles el coeficiente de mayoración máximo, que es 4.

Sin embargo existen otros aspectos que no han mejorado, e incluso han empeorado, son los que se refieren a la desvinculación del canon con la carga contaminante del vertido, que ha sido eliminada para simplificar su cálculo y su control por parte de la administración.

El grado de contaminación del vertido tan sólo se tiene en cuenta con la aplicación de un coeficiente que multiplica por 0,5 los vertidos con tratamiento adecuado y por 2,5 los que no lo tienen. Además, la definición de tratamiento adecuado no está clara para los vertidos industriales, ya que aunque el Real Decreto 606/2003 [2] extiende la definición de tratamiento adecuado de vertidos

urbanos del Real Decreto-ley 11/1995 [11] a los vertidos industriales, su aplicación puede llevar a la subjetividad o, al menos, a depender de la interpretación sobre el cumplimiento de la autorización de vertido, siendo ésta una norma de bajo rango, que se aprueba mediante resolución de la Confederación Hidrográfica correspondiente.

Otro aspecto nuevo es la diferenciación entre los vertidos urbanos de diferente población, penalizando a los de las poblaciones mayores.

7.3 Canon de vertidos al mar de Andalucía

Este canon ha sido una valiosa herramienta que ha ayudado a la reducción de las emisiones contaminantes al mar en Andalucía. Entre sus principales virtudes se encuentran:

1. La proporcionalidad del canon con la carga contaminante del vertido, evitando las interpolaciones complicadas de los tramos del canon de vertidos de 1985.
2. Su asociación a los límites autorizados, que fomenta que los titulares de vertidos soliciten la reducción de estos límites máximos, por los efectos que tiene en la reducción del canon.
3. La utilización de coeficientes correctores que tienen en cuenta la zona de vertido (según su capacidad de renovación) y la conducción utilizada (según su capacidad de dilución) lo que favorece a los vertidos de menor impacto medioambiental.

Sin embargo existen aspectos de este canon que convendrían mejorar, tales

como:

A) Utilización de la media para el cálculo de las unidades contaminantes

El Decreto 14/96 [16] especifica que los parámetros que deben utilizarse en el cálculo del canon son los que aparecen en la autorización de vertido, sin embargo no hay establecido ningún criterio para seleccionar los parámetros que se incluyen en dicha autorización.

Como se dijo en el canon de vertidos de la Ley de Aguas, en principio cabe pensar que en la autorización estén incluidos los parámetros más representativos, sin embargo hay una indefinición que influye en el resultado final del canon.

En efecto, la concentración de los contaminantes en el vertido influye en el canon a través del factor f , que es la media aritmética de los parámetros P_i . A su vez, los parámetros P_i se obtienen dividiendo (para cada uno de los parámetros incluidos en la autorización de vertidos) el valor autorizado de cada contaminante entre el valor límite de ese parámetro recogido en las tablas 11 y 12 (tablas del anexo del Decreto 14/96) en las que se fijan, con carácter general, los límites máximos autorizables de cada contaminante.

$$f = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

con

$$P_i = \frac{\text{Valor autorizado parámetro } i}{\text{Valor límite parámetro } i}$$

El primer aspecto que hay que reseñar es que no se aclara con que valor límite se calcula P_i , ya que podría calcularse tanto con los valores límite mensuales o diarios o puntuales. A efectos prácticos este hecho no es importante

porque los valores que se incluyen en la autorización de vertido para las medias mensuales, diarias y puntuales son proporcionales a los valores límites respectivos que establece el Decreto.

Que el cálculo de f se realice a través de la media de los P_i presenta inconvenientes como se demostrará con el siguiente ejemplo.

Se suponen dos vertidos industriales con las mismas características en cuanto a volumen, tipo de vertido y zona de vertido y que, por tanto, sólo se diferencian en el factor f . El primero de los vertidos procede de una industria agroalimentaria, con unas características similares a los vertidos urbanos domésticos y por tanto sus parámetros más representativos son los sólidos en suspensión (SS) y la materia orgánica (DBO_5), que por ejemplo tienen los siguientes límites mensuales:

$$\begin{aligned}SS &= 300 \text{ mg/l} \\ DBO_5 &= 300 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

Al coincidir estos límites con los del Decreto 14/96 f alcanza el valor de 1, en efecto:

$$f = \frac{\frac{300}{300} + \frac{300}{300}}{2} = 1$$

Se supone un segundo vertido procedente de una industria química donde, además de sólidos en suspensión (SS) y materia orgánica (DBO_5), existen otros contaminantes considerados como tóxicos y peligrosos, como por ejemplo el cadmio (Cd) y el mercurio (Hg), que tienen los siguientes límites mensuales:

$$SS = 300 \text{ mg/l}$$

$$DBO_5 = 300 \text{ mg/l}$$

$$Cd = 0,2 \text{ mg/l}$$

$$Hg = 0,02 \text{ mg/l}$$

Calculando f para este caso:

$$f = \frac{\frac{300}{300} + \frac{300}{300} + \frac{0.1}{0.2} + \frac{0.02}{0.05}}{4} = 0.725$$

O sea, el canon es para el segundo vertido inferior que para el primero, a pesar de que su carga contaminante es superior por la presencia adicional de sustancias peligrosas, en este caso mercurio y cadmio.

B) Número de parámetros usados en el cálculo del canon

Los parámetros que se utilizan en este cálculo son los valores que se limitan en la autorización de vertido y, a su vez, éstos son los que se consideran más representativos del mismo. En general los parámetros representativos del vertido son los que tienen mayores valores autorizados, en comparación con los valores límites (mayores P_i), sin embargo no está establecido el número máximo de parámetros que se deben incluir en el cálculo de f.

No siempre es fácil determinar cuales son los parámetros representativos de un vertido. Por ejemplo es posible que, a igualdad de concentraciones finales, en unos vertidos no existan ciertos contaminantes porque no se producen (no son representativos del vertido) y en otros porque un adecuado sistema de depuración los ha eliminado.

Cuanto más parámetros entren en el canon más reducido será éste, ya que los primeros parámetros que se incluyen deben ser los que presentan valores más altos, respecto a los límites del Decreto. Veamos algunos ejemplos para tres vertidos tipo: urbano depurado, urbano sin depurar e industrial, cuyas características se indican en la tabla 29.

Tabla 29: Parámetros característicos de tres tipos de vertidos.

Parámetro (mg/l)	Límites de vertido	Vertido urbano sin depurar	Vertido urbano depurado	Vertido industrial
Aceites y grasas	25	53	2	13
DQO	450	500	60	675
Fósforo	40	13	3	2
Amoniaco	60	48	26	7
Sólidos en suspensión	300	244	16	110
Cadmio	0,2	<0,005	<0,005	<0,005
Plomo	0,5	<0,05	<0,05	<0,05
Mercurio	0,05	<0,0002	<0,0002	0,0001
Cobre	0,5	<0,01	<0,01	0,18
Zinc	3	0,09	<0,03	<0,03
HCH	2	<0,00001	<0,00001	<0,00001
HAP	0,01	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Con estos valores se puede obtener la tabla 30 de valores de Pi asociados a cada parámetro.

Tabla 30: Valores de Pi de tres tipos de vertidos.

Parámetro (mg/l)	Valores de Pi		
	Vertido urbano sin depurar	Vertido urbano depurado	Vertido industrial
Aceites y grasas	2,12	0,08	0,52
DQO	1,11	0,133	1,5
Fósforo	0,325	0,075	0,05
Amoniaco	0,8	0,433	0,116
Sólidos en suspensión	0,813	0,053	0,366
Cadmio	0,025	0,025	0,025
Plomo	0,1	0,1	0,1
Mercurio	0,004	0,004	0,002
Cobre	0,02	0,02	0,36
Zinc	0,01	0,01	0,01
HCH	0,000005	0,000005	0,000005
HAP	0,05	0,05	0,05

En la figura 13 se representa el valor de f en función del número de parámetros que se incluyan en el canon.

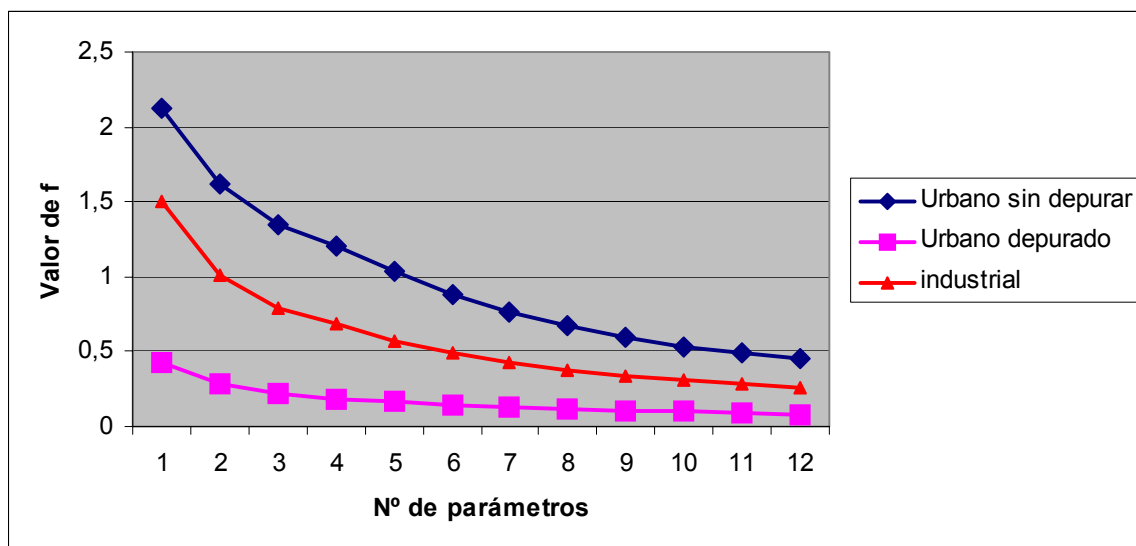


Figura 13: Evolución de f con el número de parámetros incluidos en el canon.

Dado que los primeros parámetros son los de mayor P_i , a mayor número de parámetros más se reduce el canon.

C) Parámetros especiales

Pueden surgir problemas cuando algún parámetro representativo del vertido no esté recogido en la tabla del anexo del Decreto 14/96, a pesar de que ésta es bastante completa, ya que contiene un total de 54 parámetros. Además no todos se miden en las mismas unidades, mientras para la mayoría se usa la concentración (en miligramos de contaminante por litro de vertido) existen otros que utilizan otros parámetros de medida. Se mencionan a continuación aquellos que presentan dificultades en el cómputo del canon:

pH: este parámetro se define como “menos el logaritmo decimal de la concentración de iones hidrógeno expresado en moles por litro”

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

es una medida de la acidez o de la alcalinidad del vertido y su rango varía de 0 al 14. Con carácter general un medio hídrico se considera que reúne condiciones aceptables para la vida cuando su pH está entre 6 y 9 (cerca de la neutralidad que es $\text{pH} = 7$), la normativa andaluza limita el pH de los vertidos entre 5,5 y 9,5, dado que supone una dilución mínima del vertido en el medio receptor.

Por tanto no es un parámetro que pueda ser utilizado directamente en la fórmula del canon. Si bien en las autorizaciones siempre se limita con carácter general este parámetro entre 5,5 y 9,5; no diferenciando el canon a un vertido que se haga exactamente al pH del medio receptor (alrededor de

8 para las aguas marinas) de otro que vierta a 5,5.

AOX: son las siglas de “orgánicos halogenados adsorbibles”. Este parámetro es muy utilizado para medir la contaminación en fábricas de pasta de papel, mediante una expresión que limita la carga contaminante relacionándola con la producción. En concreto en el Decreto 14/96 se establece como límite 1 kg de AOX/TAD¹⁷ producida. Sin embargo este parámetro también se emplea en las caracterizaciones de otros vertidos diferentes a los de las fábrica de pasta de papel y en estos casos no se puede utilizar el límite anterior, puesto que está referido a tonelada de pasta de papel.

D) Ausencia de valores mínimos para el canon

Según la Ley de Costas todo vertido al dominio público marítimo-terrestre debe contar con una autorización. El Decreto 14/96 grava todos los vertidos autorizados en función de su carga contaminante. No se establece ningún límite mínimo por debajo del cual no exista dicha obligación y, por lo tanto, todos los vertidos contaminantes están gravados con el canon.

En ciertos vertidos poco importantes, (muy pequeños en volumen o que funcionan tan sólo esporádicamente), se da la situación de que la cuantía del canon que se liquida es muy pequeña, incluso inferior a los costes asociados a los trámites administrativos para cobrarlos. Por este motivo sería conveniente establecer unos valores mínimos por debajo de los cuales los titulares no estén obligados a pagar, con ello se conseguiría mayor eficiencia administrativa.

17 TAD: Tonnes Air Dry: Toneladas de pasta de papel secada al aire.

Esta situación no sólo se presenta con el canon de vertidos sino con el resto de obligaciones asociadas a la autorización, como la declaración de vertidos, el control del medio receptor, autocontroles de emisión, etc.

E) Proporcionalidad entre el canon y la carga contaminante.

Con carácter general se puede considerar que el canon es proporcional a la carga contaminante, ya que según la definición recogida en el artículo 27 del Decreto 14/1996, su importe es el resultado de multiplicar la carga contaminante del vertido, expresada en unidades de contaminación, por el valor asignado a la unidad, de manera que, en principio, el canon y la carga contaminante parecen ser proporcionales. Sin embargo existen casos particulares en los que no ocurre esto, son aquellos en los que las unidades de contaminación no son proporcionales a la carga contaminante. En efecto, como se ha explicado antes las unidades de contaminación (C) se calculan mediante la fórmula:

$$C = K \times V$$

donde V es el volumen autorizado en metros cúbicos y K tiene en cuenta la concentración y otros factores no relacionados con la carga contaminante (tipo, forma y lugar de vertido). Así, el producto del volumen (en metros cúbicos) por la concentración (en unidad de masa por unidad de volumen) es una unidad de masa (kilogramos, toneladas, etc.) de contaminante vertido.

Para no tener en cuenta la influencia en el canon del número de contaminantes en la autorización de vertidos (que ya se ha comentado en puntos anteriores) se supondrá un vertido con 300 mg/l de sólidos en suspensión y 1 millón de metros cúbicos de volumen (por tanto una carga contaminante de 300 toneladas de sólidos en suspensión). El canon que le corresponde es el mismo

que si el vertido tuviera 150 mg/l de sólidos en suspensión y un volumen de 2 millones de metros cúbicos (también una carga contaminante de 300 toneladas de sólidos en suspensión). Se puede afirmar que el canon es proporcional a la masa de contaminante vertida.

Hasta ahora no se ha visto ninguna posibilidad de ausencia de proporcionalidad entre carga contaminante y canon, ello se debe a que siempre se ha hablado de carga contaminante “vertida” al medio receptor y como se ha demostrado antes ambas son proporcionales. Esto cambia si se considera la carga contaminante realmente “aportada”, que sería la que la actividad industrial o urbana aporta al agua. En general no debe haber grandes diferencias entre una y otra, ya que el agua de entrada suele tener bajas concentraciones de contaminantes; sin embargo existen casos en los que la concentración del agua de entrada sí es importante, por ejemplo en las piscifactorías.

En las piscifactorías las concentraciones de salida son tan sólo ligeramente superiores a las de entrada y, por lo tanto, la carga contaminante aportada por la actividad es una parte muy pequeña de la carga vertida, que en su mayoría procede del propio medio receptor de la que se ha tomado el agua (en realidad se hace en estas consideraciones una mala utilización del concepto “carga contaminante” que debería referirse sólo a lo que se aporta por encima de los niveles de fondo que tiene el medio receptor).

Al aplicar la formula general a las piscifactorías se observa que el canon que pagan se debe en su mayoría a las concentraciones del agua de entrada y no al aporte que se produce en ellas.

Esta situación se puede dar en cualquier otra actividad con características parecidas: grandes volúmenes de agua con un bajo incremento de contaminantes

en la salida.

F) Aguas de refrigeración

El artículo 27.5 del Decreto 14/1996 recoge como caso particular para el cálculo del canon las aguas de refrigeración, para las que se aplican valores de K reducidos, que sólo son función del volumen de vertido, en efecto los valores de K según la tabla 13, se pueden representar como se muestra en la figura 14.

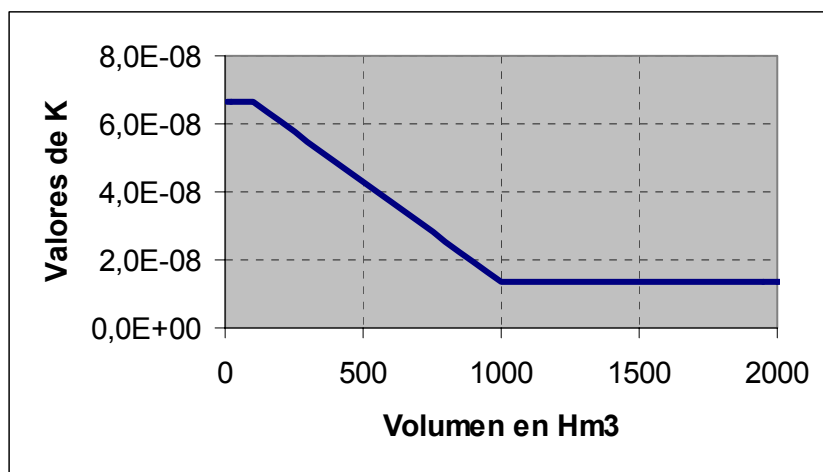


Figura 14: Valores de K para aguas de refrigeración.

Este tratamiento diferenciado se debe a que los vertidos de refrigeración sólo aportan contaminación térmica. Habitualmente el agua de refrigeración se toma del propio medio receptor y, mediante el paso a través de un intercambiador de calor se refrigera a una corriente de proceso con la que no entra en contacto directo, el intercambio de calor se produce por conducción a través de superficies metálicas. En el caso de que en el agua de refrigeración existan además contaminantes se debe pagar canon por la contaminación térmica y por la química, esta última mediante la aplicación de las fórmulas generales para vertidos industriales.

El canon de un vertido de refrigeración tiene las siguientes particularidades:

- No depende del lugar de vertido, ya que es igual que se vierta a un espacio protegido, a un estuario o al mar abierto.
- No depende de la forma de vertido, ya que el coeficiente es el mismo tanto si el vertido se produce a través de un emisario como de una conducción de desagüe.
- En el Anexo II del Decreto 14/1996 no se fijan valores límite de emisión para estos vertidos. Si bien aparece (tabla 11) un límite para la temperatura, en concreto “incremento de $\pm 3^{\circ}$ C medido a 100 metros del punto de vertido y 1 metro de profundidad” aunque se trata más bien un límite de inmisión que de emisión.
- Para estos vertidos no se aplica el factor de reducción (f), pero sí existe la posibilidad de corregir el importe del canon. Así cuando la autorización de vertido hubiese fijado un incremento diferente a $\pm 3^{\circ}$ C se corrige el canon en lo que proporcionalmente corresponda. Este factor de corrección se diferencia de f en que este último es proporcional a la carga contaminante química, mientras que el primero no es proporcional a la carga térmica sino a su influencia en el medio receptor.
- Si se representa el canon ($K \times V$) para los vertidos de refrigeración se obtiene la figura 15.

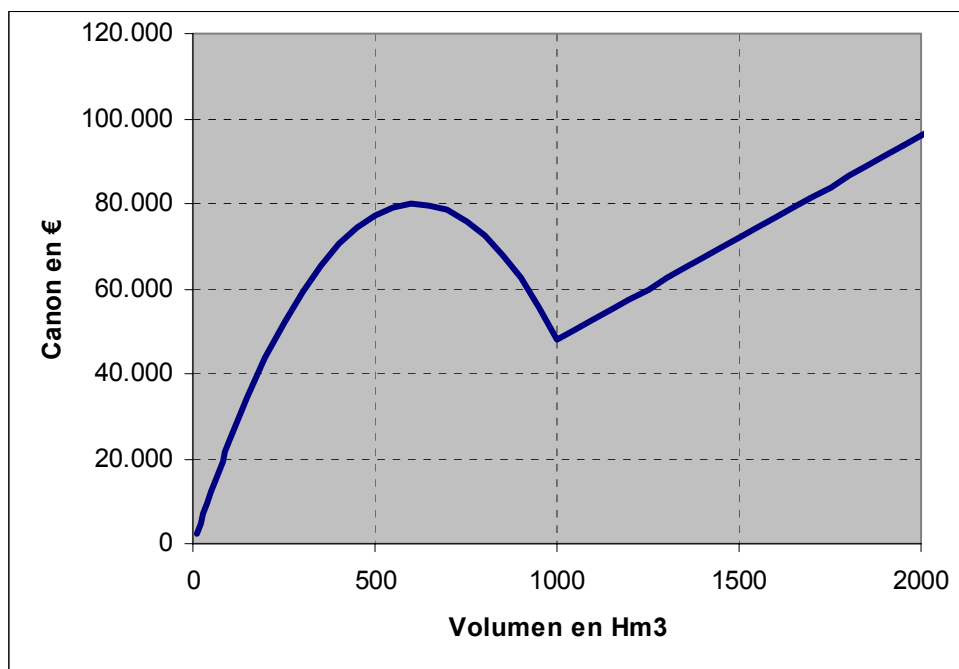


Figura 15: Canon de los vertidos de refrigeración.

Se puede comprobar que existe una zona, comprendida entre 600 y 1000 hectómetros cúbicos, donde el canon baja cuando el volumen sube (en concreto el máximo se produce a 612,45 Hm³) lo que evidentemente es una incongruencia que se debe corregir.

G) Aguas procedentes de desalinizadoras

En los últimos años se ha generalizado la instalación, en todo el litoral mediterráneo de numerosas desalinizadoras de aguas de mar, con el objetivo de producir agua potable para consumo humano y para riego de cultivos que obtienen una alta rentabilidad al agua, principalmente cultivos bajo plástico.

El principal vertido de estas desalinizadoras, independientemente de la tecnología utilizada, corresponde al denominado rechazo de la salmuera, que se caracteriza por tener una concentración en sales superior a la del agua de

captación, que puede ser agua marina o de pozos salobres. Ello se debe a que del agua tomada se ha separado agua con bajo contenido en sales y, por lo tanto, la que se devuelve al mar está más concentrada. Así, en una planta de conversión media del 45% y agua marina de aporte de 38.000 ppm en sólidos disueltos se vierte una salmuera con 70.000 ppm de estos sólidos. El vertido de rechazo de la salmuera también se encuentra “enriquecido” en otros elementos como anti-incrustantes, anticorrosivos, productos biocidas, detergentes, productos para la limpieza de las membranas, materia orgánica procedente de la limpieza de los filtros de arena, etc., pero estos vertidos no suponen más de un 1% del volumen del vertido final [38]. Su impacto es importante, no tanto por su concentración sino por la carga que representan [39].

En el caso de desalinizadoras de aguas marinas, el vertido de rechazo es más denso que su medio receptor y tiende a quedarse en el fondo, por lo que su dilución es inferior a la de un vertido de aguas residuales típico. Se sabe que la fauna marina no queda significativamente afectada por estos vertidos, gracias a su movilidad, sin embargo hay que tratar con especial atención la flora marina existente en el litoral mediterráneo, en concreto las praderas de posidonia oceánica, una fanerógama marina que recubre los fondos con un calado de 5 a 30 metros (dependiendo de la transparencia del agua y de la granulometría del fondo) de gran productividad y diversidad, pero de extraordinaria rareza [38], por lo que se encuentra protegida por la Directiva Hábitats [40].

En la aplicación del canon a este tipo de vertidos ocurre que el principal parámetro que los define, la salinidad, no está incluido en la tabla de límites del Decreto 14/1996. De hecho, el control de los vertidos autorizados hasta ahora se hace de una manera parecida a los de refrigeración de centrales térmicas: a través del objetivo de calidad del medio receptor, ya que en la Orden de 14 de febrero de 1997, sobre objetivos de calidad [17], existe un objetivo de salinidad

expresado como variación respecto al valor del medio receptor no afectado por el vertido, admitiéndose una variación máxima de un 10%.

Por tanto el canon andaluz tampoco se adapta bien para este tipo de vertidos.

7.4 Impuesto sobre vertidos a las aguas litorales de Andalucía

Como se expuso en el apartado 2, la parte técnica de este impuesto fue realizada por el autor de esta Tesis, por ello su contenido coincide en parte con el tributo que se propone en el Capítulo VI que se realiza en esta Tesis. Sin embargo, sigue teniendo aspectos que hay que mejorar:

- No incluye las unidades de contaminación asociada a pH.
- Es necesario hacer una revisión de los parámetros característicos que se tienen en cuenta en el cálculo del impuesto, eliminando aquellos que no están presentes en los vertidos (sobre todo organoclorados), con objeto de reducir los costes analíticos.
- Se debe hacer una revisión del peso que tienen los parámetros (valores de referencia) porque en la mayoría de los casos se han tomado, sin hacer los suficientes estudios sobre su idoneidad, los que se tenían del antiguo canon.
- Los criterios por los que se eligen los coeficientes no están descritos con suficiente detalle, siendo necesaria, por ejemplo, una distinción clara entre vertidos urbanos e industriales.

- No tiene establecido ningún criterio para vertidos eventuales y de escasa importancia.
- No se tienen en cuenta vertidos especiales como los de origen agrícola.

7.5 Cánon del agua de Cataluña

Entre sus ventajas se pueden destacar a las siguientes:

- Su aplicación es muy simple para los vertidos de origen doméstico.
- Incorporan coeficientes correctores de gran utilidad desde el punto de vista medioambiental, como el de dilución (tabla 17).
- Dan a los vertidos procedentes de la agricultura un tratamiento diferenciado.

Por el contrario, dado que su objetivo es la financiación de las infraestructuras de abastecimiento y saneamiento, tienen características que se consideran poco adecuadas para un impuesto cuya finalidad principal es la reducción de la carga contaminante; entre estas se pueden señalar a las siguientes:

- Valoran un número reducido de contaminantes y parámetros, por ejemplo no tiene en cuenta a ningún metal, lo que hace que determinados vertidos industriales tengan un canon bajo a pesar de tener una carga contaminante alta.
- Diferencia los vertidos urbanos según su población, penalizando los de

poblaciones mayores, independientemente de su carga contaminante.

- No tiene en cuenta los parámetros nitrógeno y fósforo en los vertidos al mar, que son importantes en el caso de aguas litorales con problemas de eutrofización.
- El único parámetro que, en el caso de vertidos al mar, no se ve afectado por la dilución es la toxicidad, lo cual es contradictorio con la definición de dicho parámetro. En efecto la unidad (unidades de toxicidad) mide las veces que hay que diluir el vertido para que tenga un efecto estándar (mortalidad del 50% de la población, disminución de la luminiscencia de bacterias, etc.) lo que significa que un vertido con 100 U.T. y dilución de 100 tiene el mismo efecto sobre el medio receptor que uno de 1 U.T. Por tanto la dilución debería ser tenida en cuenta en la toxicidad.
- No tiene en cuenta las características del lugar de vertido, solo diferencia los vertidos al mar al incluir los coeficientes de dilución.

7.6 Cánon de saneamiento de Valencia.

Tienen características similares al canon catalán por lo que coincide en muchas de sus ventajas e inconvenientes. Así, entre sus ventajas se pueden destacar a las siguientes:

- Su aplicación es muy simple para los vertidos de origen doméstico.
- Incorporan coeficientes correctores de gran utilidad desde el punto de vista medioambiental, como el de dilución (tabla 20).
- Incorpora el parámetro pH y 7 metales.

Por el contrario tienen características que se consideran poco adecuadas entre estas se pueden señalar a las siguientes:

- Diferencia los vertidos urbanos según su población, penalizando los de poblaciones mayores, independientemente de su carga contaminante.
- Los pesos de los contaminantes utilizados hacen que ciertos vertidos puedan tributar más cuando se vierten al mar que cuando se vierte a agua dulce, ya que en los vertidos al mar el peso de la salinidad se ha distribuido entre el resto de parámetros.
- En los vertidos al mar la dilución no afecta a los parámetros toxicidad ni DQO.
- No tiene en cuenta las características del lugar de vertido, solo diferencia los vertidos al mar.

7.7 El impuesto alemán

Este impuesto se diferencia poco del canon del agua catalán, sin embargo tiene una particularidad que se considera muy interesante: una reducción del 50% para los vertidos que alcancen unos determinados valores estándares que se establecen, de acuerdo con las mejores técnicas disponibles, para cada tipo de vertido.

7.8 El impuesto danés

La única diferencia digna de señalar respecto a los impuestos anteriores es que protege a determinados sectores con coeficiente reductores muy elevados,

que tan sólo pueden explicarse desde el punto de vista del proteccionismo económico de los mismos. Así las industrias del procesado de pescado, de la celulosa y del azúcar tienen una reducción del 97%.

7.9 La tasa australiana

Incorpora una serie de aspectos que se consideran interesantes, tales como:

- Un umbral, para cada sector y contaminante, expresado en términos de carga contaminante, que en caso en el que se supere se debe pagar el doble por la masa de contaminante en exceso.
- Un coeficiente que penaliza el vertido de determinados contaminantes a zonas especialmente sensibles a ellos, multiplicando su valor por 3.
- Diferencia entre los vertidos urbanos a aquellos con un volumen superior a 10 Hm³, en los que se deben medir contaminantes propios de vertidos industriales, como metales, PCB y pesticidas.

Como aspecto negativo se puede señalar que existe un gran número de sectores, con importancia desde el punto de vista de su potencial contaminante, que no están regulados por el sistema basado en carga contaminante, como es el caso de petroquímicas o la producción de productos farmacéuticos, etc. Por tanto, sólo se les aplica la “tasa administrativa” que se calcula en función del tamaño o producción de la industria (ver apartado 6).

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. BOE de 8 de agosto de 1985.
- [2] Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico. BOE de 6 de junio de 2003.
- [3] Real Decreto 849/1986, de 11 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico. BOE nº 103, de 30 de abril de 1986 (corrección de errores en BOE de 2 de julio de 1986).
- [4] Ley 46/199, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de Agosto, de Aguas. BOE de 15 de diciembre de 1999.
- [5] Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, BOE de 24 de julio de 2001 (corrección de errores BOE de 30 de noviembre de 2001). Modificada por: Ley 24/2001, de medidas fiscales, administrativas y de orden social, BOE de 31 de diciembre de 2003. Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. BOE de 2 julio de 2002. Ley 62/2003, de medidas fiscales, administrativas y de orden social. BOE de 31 de diciembre de 2003.
- [6] Orden de 19 de diciembre de 1989 (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo), por la que se dictan normas para la fijación en ciertos supuestos de valores intermedios y reducidos de coeficientes K, que determinan la carga contaminante del canon de vertido de aguas residuales. BOE de 23 de diciembre de 1989.
- [7] Directiva 76/464/CEE, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la comunidad. DOCE nº L 129 de 18 de mayo de 1976.
- [8] Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. BOE de 20 de junio de 2000.
- [9] Directiva 2000/60/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. DOCE nº L 327, de 22 de diciembre de 2000.

- [10] Decisión 2455/2001/CE, de 20 de noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. DOCE nº L 331 de 15 de diciembre de 2001.
- [11] Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas. BOE de 30 de diciembre de 1995.
- [12] Resolución de 25 de mayo de 1998 de la Secretaría de Estado de Aguas y Costas, por la que se declaran “zonas sensibles” en las cuencas hidrográficas intercomunitarias. BOE de 30 de junio de 1998.
- [13] Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. BOE de 29 de junio de 1988.
- [14] Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de Costas. BOE de 12 de diciembre de 1989.
- [15] Ley 7/1994, de 13 de Mayo, de Protección Ambiental. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 79 de 31 de mayo de 1994.
- [16] Decreto 14/1996, de 16 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de la calidad de las aguas litorales. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 19 de 8 de febrero de 1996.
- [17] Orden de 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por vertidos, en desarrollo del Decreto 14/1996. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 27 de 4 de marzo de 1997 (corrección de errores Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 143, de 11 de diciembre de 1997).
- [18] Ley 18/2003, de 29 de diciembre, por la que se aprueban medidas fiscales y administrativas. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 251, de 31 de diciembre de 2003.
- [19] Orden de 13 de junio de 1993, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar. BOE de 27 de julio de 1993 (corrección de errores en BOE de 13 de agosto de 1993).
- [20] Ley 5/1981 del Parlamento de Cataluña, de 4 de junio, sobre desarrollo legislativo en materia de evacuación y tratamiento de aguas residuales. Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña de 8 de junio de 1981.
- [21] Ley 17/1987 del Parlamento de Cataluña, de 13 de julio, reguladora de la

Administración hidráulica de Cataluña (fue objeto de refundición mediante el Decreto legislativo 1/1988, de 28 de enero).

- [22] Decreto Legislativo 1/1988, de 28 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de las Leyes 5/1981, de 4 de junio, sobre evacuación y tratamiento de aguas residuales, y 17/1987, de 13 de junio, de Administración hidráulica de Cataluña. Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña, nº 962 de 7 de marzo de 1988 (derogado).
- [23] Ley 6/1999 del Parlamento de Cataluña, de 12 de julio, sobre ordenación, gestión y tributación del agua. BOE de 10 de agosto de 1999.
- [24] Decreto 103/2000, de 6 de marzo, Reglamento de los tributos gestionados por la Agencia Catalana del Agua. Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña, nº 3.141, de 17 de mayo de 2000.
- [25] Ley 31/2002, de 30 de diciembre, del Parlamento de Cataluña, de medidas fiscales y administrativas. Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña, nº 3.791, de 30 de diciembre de 2003.
- [26] Ley 6/2004, de 16 de julio, del Parlamento de Cataluña, de presupuestos de la Generalidad de Cataluña para el 2004. Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña, nº 4.179, de 21 de julio de 2004.
- [27] Decreto 286/1992, de 24 de noviembre, sobre nuevo procedimiento de determinación del incremento de taifas y canon, por medición directa de la carga contaminante (derogado).
- [28] Ley de la Generalitat Valenciana 2/1992, de 26 de marzo, de Saneamiento de las Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana. Diario Oficial de Generalidad Valenciana nº 1761 de 8 de abril de 1992.
- [29] Ley de la Generalitat Valenciana 11/2000, de 28 de diciembre, de Medidas Fiscales de Gestión Administrativa y Financiera y de Organización
- [30] Decreto 193/2001, de 18 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento sobre el Régimen Económico-Financiero y Tributario del Canon de Saneamiento, aprobado mediante Decreto 266/1994, de 30 de diciembre, del Gobierno Valenciano. DOGV nº 4.153, de 21 de diciembre de 2001
- [31] Ley 17/2003, de 30 de diciembre, de Presupuestos de la Generalitat Valenciana para el ejercicio 2004. DOGV nº 4661 de 31 de diciembre de 2003. Corrección de errores DOGV nº 4693 de 17 de febrero de 2004 y DOGV nº 4780 de 22 de junio de 2004.

- [32] Ley 8/1993, de 23 de junio de 1993, reguladora de la Administración hidráulica de Galicia. Diario Oficial de Galicia nº 125 de 12 de julio de 1993. (Corrección de errores Diario Oficial de Galicia nº 175 de 10 de octubre de 1993).
- [33] Decreto 8/1999, de 21 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo legislativo del capítulo IV de la Ley 8/1993, reguladora de la Administración hidráulica, relativo al canon de saneamiento. Diario Oficial de Galicia nº 20 de 1 de febrero de 1999. (Corrección de errores Diario Oficial de Galicia nº 35 de 20 de febrero de 1999).
- [34] European Commission, 2003. Study on the Economic and Environmental Implications of the Use of Environmental Taxes and Charges in the European Union and its Member States. <http://www.europa.eu.int>.
- [35] Umweltbundesamt, 2002. German Water Regulations, Wastewater Charges Act. <http://www.umweltbundesamt.de>.
- [36] Directiva 96/61/CEE relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC). DOCE nº L 257, de 10 de octubre de 1996.
- [37] The Use of Economics Instruments in Nordic Environmental Policy 1999-2001. <http://www.northen.org/pub/miljo/ekonomi/sk/2000-581.pdf>.
- [38] La desalación como alternativa al Plan Hidrológico Nacional. Presidencia del Gobierno de Aragón. Capítulo 8, Consideraciones medioambientales. Gobierno de Aragón. <http://circe.cps.unizar.es/spanish/isgwes/spain/desala.pdf>.
- [39] Esperanza García y Enric Ballesteros. El impacto de las plantas desalinizadoras sobre el medio marino: la salmuera en las comunidades bentónicas mediterráneas. <http://circe.cps.unizar.es/spanish/waterweb/ponen/gacia.pdf>.
- [40] Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres, DOCE L nº 206, de 22 de julio de 1992. Modificada por Directiva 97/62/CE del Consejo, de 27 de octubre de 1997, DOCE nº L 305, de 8 de noviembre de 1997.

Método propuesto

En capítulos anteriores se ha hecho un amplio estudio sobre diferentes tipos de tributos del agua, tanto nacionales como internacionales, lo que ha puesto de manifiesto que el número de tributos sobre los vertidos a las aguas litorales es escaso y que, en general, los que existen tienen una serie de inconvenientes y limitaciones. En este capítulo se propone un método para la elaboración sistemática de nuevos tributos sobre los vertidos a las aguas litorales que no presenten los inconvenientes y limitaciones de los ya existentes.

1. MÉTODO PARA LA SELECCIÓN DE PARÁMETROS

El primer paso en la elaboración de un nuevo impuesto es la selección de los parámetros que deben ser tenidos en cuenta. Para ello se pueden seguir dos modelos diferentes. En el primero se emplean los mismos parámetros para todos los vertidos (lista cerrada) y en el segundo se considera un número muy amplio de parámetros, entre los que se deben elegir los aplicables a cada vertido (lista abierta).

Como ejemplos del modelo de lista cerrada se pueden citar los cánones de saneamiento de las comunidades autónomas (Cataluña, Valencia, Galicia, etc.),

el impuesto alemán “abwasserabgabe” y el “spildevandsafgift” danés. Los parámetros que se evalúan en cada uno de ellos son:

1. Cataluña: materias en suspensión, materias oxidables, materias inhibidoras (equitox), sales solubles, nitrógeno y fósforo¹.
2. Valencia: sólidos en suspensión, DBO₅, DQO, nitrógeno Kjeldahl total, fósforo total, conductividad, toxicidad, pH y metales totales (mercurio, cadmio, cromo, níquel, plomo, cinc y cobre)²
3. Alemania: DQO, fósforo, nitrógeno, AOX (compuestos orgánicos halogenados), metales (mercurio, cadmio, cromo, níquel, plomo y cobre) y sus compuestos y toxicidad en peces.
4. Dinamarca: DBO₅, nitrógeno y fósforo.

Como ejemplos del modelo de lista abierta se pueden citar al antiguo canon de la Ley de Aguas, que considera 39 parámetros; el antiguo canon de vertidos al mar de Andalucía, que tiene en cuenta 53; y la “license fee” de Australia que incluye 17 parámetros, si bien uno de ellos (pesticidas y PCB’s) es la suma de 12 sustancias.

La diferencia principal entre la tasa australiana y los cánones españoles está en el método de selección de los parámetros que son aplicables a cada vertido, en los cánones españoles la selección se hace individualmente para cada vertido, mediante su autorización, mientras que en la tasa australiana están definidos en la

1 Hasta el año 2003 también se consideraba el parámetro "incremento de temperatura".
2 Metales y pH fueron incluidos en la modificación realizada por el Decreto 193/2001.

propia norma para cada sector industrial o tipo de vertido (tabla 28, capítulo III). Aunque los impuestos de listas cerradas son más sencillos de aplicar, que los de listas abiertas se considera que se debería emplear uno de lista abierta ya que aplica mejor al principio de “quién contamina paga” y es mejor herramienta para conseguir que se reduzca el vertido de sustancias que pueden ser muy nocivas en el medio hídrico (aunque no se viertan en grandes cantidades, ni por un elevado número de vertidos), haciendo que el impuesto sea no solamente recaudatorio sino también disuasorio. Sobre la base de este último modelo se ha optado, en esta Tesis, por un tributo que tenga en cuenta un número amplio de parámetros entre los que se deben seleccionar los más representativos de cada vertido.

1.1 Parámetros que deben ser tenidos en cuenta

En una primera aproximación al problema parece lógico pensar que se deben considerar todas aquellas sustancias o compuestos que sean nocivos, o que puedan dar lugar a compuestos nocivos cuando se vierten en el mar. Sin embargo, este tipo de lista sería demasiado amplia, por lo que es preciso escoger sólo los parámetros más importantes, para que el impuesto sea operativo.

Por otro lado, en la lista de sustancias o parámetros que se establezca se deben evitar términos poco específicos, como los utilizados en algunas listas de sustancias nocivas que emplean expresiones tales como “materiales sintéticos que puedan flotar”, ya que para cuantificar el impuesto es necesario poder medir la concentración en el vertido de las sustancias y parámetros seleccionados, cada uno de ellos debe estar asociados a una unidad y a un método estándar de medida.

Se repasan a continuación las diferentes listas de sustancias nocivas y parámetros de vertidos que aparecen en las distintas legislaciones estudiadas.

La primera vez que se utilizó el sistema de listas para clasificar las sustancias nocivas vertidas desde tierra fue en el Convenio de París de 1974 [1], que en su anejo A estableció dos listas según su nocividad debida a la persistencia, toxicidad y bioacumulación. El mismo criterio utilizado para el Atlántico también se empleó para el Mediterráneo, dos años después, en el Convenio de Barcelona de 1976 [2], si bien esta lista era más completa. También la Directiva 76/464, sobre sustancias peligrosas [3] empleó el mismo sistema, siendo sus dos listas prácticamente iguales a las del Convenio de Barcelona.

Si se escogen las sustancias incluidas en la lista I (tabla 5, capítulo II) y en los Convenios Internacionales antes citados se obtiene la siguiente lista de sustancias nocivas:

1. Aldrín	15. DDT	29. Pentaclorofenol
2. Amonio	16. 1-2 Dicloroetano	30. Plata
3. Antimonio	17. Dieldrín	31. Plomo
4. Arsénico	18. Endrín	32. Selenio
5. Bario	19. Estaño	33. Talio
6. Berilio	20. Fluoruros	34. Teluro
7. Boro	21. Hexaclorobenceno	35. Tetracloruro de carbono
8. Cadmio	22. Hexaclorobutadieno	36. Titanio
9. Cianuros	23. Hexaclorociclohexano	37. Triclorobenceno
10. Cinc	24. Isodrín	38. Tricloroetileno
11. Cloroformo	25. Mercurio	39. Uranio
12. Cobalto	26. Molibdeno	40. Vanadio
13. Cobre	27. Níquel	
14. Cromo	28. Nitritos	

Otra normativa que aporta una lista de sustancias es la Directiva IPPC [4], que en su anejo III incluye una “Lista indicativa de las principales sustancias contaminantes que se tomarán obligatoriamente en consideración si son pertinentes para fijar valores límite de emisiones de la Directiva IPPC”, que vuelve a repetir el sistema de enumerar familias de sustancias. Posteriormente fue desarrollada mediante la Decisión EPER³ [5], en la que se exige a cada industria notificar las emisiones de todos los contaminantes que superen un determinado umbral de carga contaminante anual. Para ello recoge en sus anexos los contaminantes que se deben medir para cada tipo de industria. Éstos son sustancias individuales en su mayoría, y se especifica en que unidad se debe medir cuando aparece algún parámetro que engloba a varias. La lista de la Decisión EPER para vertidos al agua, junto con sus valores umbrales, se encuentra en la tabla 1:

3 EPER: European Pollution Emission Register (Registro Europeo de Emisiones Contaminantes).

Tabla 1: Contaminantes al agua que se deben notificar según EPER.

CONTAMINANTES		Identificación	Valor umbral kg/año
1. Temas ambientales	Nitrógeno total	Como N	50.000
	Fósforo total	Como P	5.000
2. Metales y compuestos	As y sus compuestos	Total, como As	5
	Cd y sus compuestos	Total, como Cd	5
	Cr y sus compuestos	Total, como Cr	50
	Cu y sus compuestos	Total, como Cu	50
	Hg y sus compuestos	Total, como Hg	1
	Ni y sus compuestos	Total como Ni	20
	Pb y sus compuestos	Total, como Pb	20
	Zn y sus compuestos	Total, como Zn	100
3. Sustancias orgánicas cloradas	Dicloroetano 1,2 (DCE)		10
	Diclorometano (DCM)		10
	Cloroalcanos (C10-13)		1
	Hexaclorobenceno (HCB)		1
	Hexaclorobutadieno (HCBD)		1
	Hexaclorociclohexano (HCH)		1
	Compuestos orgánicos halogenados	Como AOX	1.000
4. Otros compuestos orgánicos	Benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos	Como BTEX	200
	Difeniléter bromado		1
	Compuestos organoestánicos	Como Sn total	50
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)		5
	Fenoles	Como C total	20
	Carbono orgánico total (COT)	Como C total o DQO/3	50.000
5. Otros compuestos	Cloruros	Como Cl total	2.000.000
	Cianuros	Como CN total	50
	Fluoruros	F total	2.000

El número de tipos de contaminantes incluidos en la tabla anterior es 26 y existe otra tabla que asigna, a título orientativo, los contaminantes que se deben tener en cuenta para cada uno de los sectores. Llama la atención en esta lista la ausencia de algunos compuestos organoclorados de la Lista I de la Directiva 76/464, que se deben evaluar en caso de emisiones a la atmósfera. Estas sustancias son: pentaclorofenol, percloroetileno, triclorobenceno, tricloroetileno y triclorometano.

Otras listas que se deben considerar son la del canon de la Ley 29/1985, de Aguas (tabla 2, capítulo III) y las que se utilizan en el canon andaluz (tablas 11 y 12, capítulo III).

En la tabla 2 se incluyen todos los parámetros que aparecen en alguna de las listas anteriores y se indica mediante un cuadrado de color oscuro a que lista de sustancias o a que tributo pertenecen, en el caso de las sustancias de la Directiva 76/464 se ha marcado con “I” las que pertenecen a la lista I:

Tabla 2: Lista con la primera selección de parámetros.

PARÁMETROS	Directiva 76/464	Decisión EPER	Ley de Aguas	Cataluña Valencia Galicia	Alemania	Australia	Andalucía
Aceites y grasas							
Aldehídos							
Aldrín y derivados	I						
Aluminio							
Amoniaco							
Antimonio							
Arsénico							
Bario							
BTEX: Benceno, tolueno, xilenos, etilbenceno							
Berilio							
Boro							
Cadmio	I						
COT							
Cianuros							
Cinc							
Cloro total							
Cloroalcanos (C10-13)							
Cloroformo	I						
Cloruros							
Cobalto							
Color							
Cromo							
Cromo III							
Cromo VI							
Cobre							
DBO ₅							
DDT							
Detergentes							
Dicloroetano 1,2 (DCE)	I						
Diclorometano (DCM)							
Difeniléter bromado							
DQO							
Estaño							
Fenoles							
Fluoruros							

Tabla 2: Continuación.

PARÁMETROS	Directiva 76/464	Decisión EPER	Ley de Aguas	Cataluña Valencia Galicia	Alemania	Australia	Andalucía
Fósforo total							
Hexaclorobenceno (HCB)	I						
Hexaclorobutadieno (HCBd)	I						
Hexaclorociclohexano (HCH)	I						
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)							
Hidrocarburos no polares							
Hierro							
Manganeso							
Mat. sedimentables							
Mercurio	I						
Molibdeno							
Níquel							
Nitratos							
Nitritos							
Nitrógeno total							
Organohalogenados (AOX)							
Organoestánicos							
Plomo							
PCB's							
Pentaclorofenol	I						
Percloroetileno	I						
pH							
Plata							
Salinidad							
Selenio							
Sólidos en suspensión							
Sulfatos							
Sulfitos							
Sulfuros							
Talio							
Teluro							
Temperatura							
Tetracloruro de carbono	I						
Titanio							
Toxicidad							
Triclorobenceno	I						
Tricloroetileno	I						
Turbidez							
Uranio							
Vanadio							

1.2 Selección de parámetros para el impuesto

La lista de la tabla 2 es muy amplia (incluye 76 parámetros) por lo que su aplicación conllevaría a grandes costes analíticos, ya que para la aplicación del tributo se necesitarían medir los niveles de dichos parámetros, aunque sólo fuera para discernir, en un primer momento, la presencia o ausencia de cada uno de ellos en el vertido.

Es evidente que conviene reducir la lista al menor número posible de parámetros, eligiendo solamente los que se consideran más importantes. De esta manera se reducirán los costes analíticos que deberán soportar los titulares de los vertidos para determinar los parámetros característicos de los mismos.

Para reducir el número de parámetros de la lista de la tabla 2, se ha tenido en cuenta la información de otras listas que consideran los efectos que las sustancias pueden causar en el medio marino. Entre estas listas se incluyen las siguientes:

1. Revisión de la propuesta de sustancias prioritarias en el contexto de la Directiva Marco de Aguas [6]. Esta lista se basa en la evaluación de los riesgos para el ecosistema acuático y para la salud humana a través del medio acuático. Ha sido establecida por el procedimiento COMMPS⁴, que es un método científico simplificado para fijar prioridades en función del riesgo mediante el cálculo de índices de efectos y exposición a las sustancias. El estudio se apoya en unos 750.000 análisis de aguas superficiales y unos 70.000 de sedimentos y establece 4 listas para la

4 COMMPS: Combined Monitoring-based and Modelling-based Priority Setting (procedimiento combinado de fijación de prioridades basado en mediciones y modelos).

estimación de exposiciones: 2 basadas en análisis (aguas superficiales y sedimentos), otra que se apoya en modelos y una cuarta para los metales, que son incluidos en una lista diferente, basada en distintos supuestos de exposiciones y efectos. Los datos de exposiciones se combinaron con los efectos ecotoxicológicos para los organismos acuáticos (efectos directos), la bioacumulación (efectos indirectos) y la toxicidad (efectos para la salud humana). Es de señalar que en estas listas tienen mucho peso los datos procedentes de aguas dulces y los efectos tóxicos sobre los seres humanos en el consumo de aguas potables.

2. Listas de sustancias prioritarias de los diferentes convenios internacionales que tienen como ámbito el medio marino: sustancias peligrosas del Convenio OSPAR [7], anexos 1A y 1D de la III Conferencia del Mar del Norte [8] y lista HELCOM de sustancias prioritarias [9]. Tienen la ventaja, respecto de la anterior, de que han sido establecidas teniendo en cuenta la toxicidad de las sustancias en el medio marino.
3. Criterios de calidad de las aguas marinas establecidos en diversos países: recomendaciones nacionales sobre criterios de calidad de las aguas marinas de U.S.A. [10] y Florida [11], valores guías de calidad de las aguas marinas de Australia y Nueva Zelanda [12], Valores guías de calidad de las aguas de Canadá [13] y Columbia Británica (Canadá) [14], objetivos de calidad de las aguas establecidos para la lista II en aplicación de la Directiva 76/464 en el Reino Unido [15] y en Dinamarca [16]. Se considera que los parámetros cuyas concentraciones se han limitado en el medio marino son importantes y se debería reducir su vertido, y que cuanto más bajo sea el valor adoptado más tóxica será la sustancia.

De las listas de sustancias prioritarias obtenidas también se deben descartar las que habitualmente no llegan al mar a través de vertidos directos, sino por otras fuentes como la contaminación difusa. Este es el caso de los plaguicidas procedentes de la agricultura.

Para hacer la selección se agrupan los parámetros en las siguientes familias afines:

- Parámetros no específicos.
- Compuestos orgánicos no halogenados.
- Compuestos orgánicos halogenados.
- Compuestos inorgánicos no metálicos.
- Metales.

A) Parámetros no específicos

En este grupo se incluyen parámetros que no se corresponden con compuestos químicos concretos (muchos de éstos son de tipo físico). Los parámetros no específicos que aparecen en la tabla 2 son los siguientes:

PARÁMETROS	Directiva 76/464	Decisión EPER	Ley de Aguas	Cataluña Valencia Galicia	Alemania	Australia	Andalucía
DBO ₅							
Carbono orgánico total (COT)							
DQO							
Sólidos sedimentables							
Sólidos en suspensión							
Turbidez							
Color							
Temperatura							
Toxicidad							
pH							
Salinidad							

Los tres primeros están relacionados con el contenido de materia orgánica en el vertido y los cuatro siguientes con la presencia de distintos tipos de sólidos.

- Materia orgánica: en el transcurso de los años se ha ido desarrollando una serie de ensayos para determinar el contenido de materia orgánica en las aguas residuales, los métodos más empleados actualmente son: demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico total (COT).

La DBO₅ es el parámetro de contaminación orgánica más empleado en las aguas residuales y superficiales. Supone la determinación de la cantidad de oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica en 5 días.

La DQO se emplea para medir la cantidad de materia orgánica que puede oxidarse por la acción, en caliente, de un agente químico fuertemente

oxidante (dicromato potásico). Es, por lo general, superior a la DBO_5 porque es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse por vía química que por vía biológica. Tiene las ventajas de que es más fácil de normalizar (al ser un ensayo puramente químico) y de necesitar un tiempo menor para realizar el ensayo (3 horas) que la DBO_5 (5 días). Sus principales inconvenientes son que en el agua de mar presenta grandes interferencias por los cloruros, que son muy abundantes en este agua, y que el dicromato potásico puede oxidar compuestos que no son materia orgánica.

La determinación del COT se lleva a cabo inyectando la muestra en un horno a alta temperatura, donde el carbono orgánico se oxida a anhídrido carbónico y éste es medido cuantitativamente mediante un detector de infrarrojos. El ensayo puede realizarse en muy poco tiempo y su uso se ha extendido rápidamente. La determinación del COT es más rápida y reproducible que la DBO_5 y la DQO y presenta muy pocos problemas de interferencias. Su mayor inconveniente es que el equipo necesario para medir el COT es más caro que los utilizados para la DBO_5 y la DQO.

Se elige, con carácter general, el parámetro COT para medir la materia orgánica presente en los vertidos, pero no se descartan totalmente los otros dos porque son parámetros muy utilizados en los análisis de los vertidos, especialmente en los urbanos. Así, los límites legales establecidos en la Directiva 91/271, sobre tratamiento de aguas residuales urbanas [17], están fijados para la DBO_5 y para la DQO.

- Sólidos: su determinación puede realizarse mediante un buen número de parámetros diferentes, tales como sólidos totales, en suspensión, filtrables, sedimentables y gruesos. El contenido de sólidos totales de un agua

residual se define analíticamente como toda la materia que queda como residuo de evaporación a 103-105°C; la materia que tiene una presión de vapor significativa en este rango de temperatura se elimina durante la evaporación.

Los sólidos totales se componen de sólidos en suspensión y filtrables, los primeros quedan retenidos en un filtro con un tamaño de poro de 0,45 μm y los segundos atraviesan ese filtro. Los sólidos en suspensión dan a las aguas turbidez, dificultan que se realice la fotosíntesis, dañan a la flora y a la fauna por deposición y favorecen la aparición de condiciones anaerobias en el fondo.

La fracción de sólidos en suspensión incluye a los sedimentables, que son los que se depositan en el fondo de un recipiente en forma de cono (llamado de Imhoff) durante un período de 60 minutos. Éstos son una medida aproximada de la cantidad de fango que se depositará mediante sedimentación.

El parámetro de los sólidos en suspensión es el más ampliamente regulado, tanto en los vertidos urbanos como industriales. Se propone incluirlo entre los parámetros característicos de los vertidos, porque está presente en casi todos ellos y es representativo de este tipo de contaminación.

- Turbidez y color: el primer parámetro es una medida de la disminución de la transmisión de la luz en el agua y está relacionado con la materia coloidal (diámetro entre 10^{-3} y 1 μm) y en suspensión que están dispersas en el agua y absorben la luz, evitando así su transmisión. El color se debe a la absorción de ciertas longitudes de onda de la luz blanca, por parte de las

sustancias en suspensión y disueltas en el agua [18]. No se incluyen ninguno de estos dos parámetros, porque ambos están relacionados con la presencia de sólidos, que se consideran suficientemente bien representados por los sólidos en suspensión.

- Temperatura: un incremento de este parámetro en las aguas puede tener efectos adversos sobre el medio, como: disminución de la cantidad de oxígeno disuelto, cambios en las pautas de comportamientos de los organismos acuáticos, incremento en la mortandad, etc. En numerosos vertidos, sobre todo en los de refrigeración, se produce un incremento de temperatura, con respecto a las aguas de alimentación. Se considera que debe estar incluida entre los parámetros a considerar.
- Toxicidad: este parámetro informa acerca de los efectos nocivos sobre los organismos acuáticos. Fue implementado a finales de los años 70 del siglo pasado por la USEPA, con el desarrollo de la política WET⁵ como complemento del control químico convencional. Tiene la ventaja de que permite determinar los efectos tóxicos causados por mezclas complejas, sin necesidad de conocer sus constituyentes ni sus interacciones. Los resultados de los ensayos se miden en unidades de toxicidad (U.T.), que indican el número de veces que es necesario diluir una muestra para que el 50% de los organismos se vean afectados. Se propone su inclusión como parámetro complementario a los análisis químicos.
- El pH se define como menos el logaritmo decimal de la concentración de hidrogeniones en el agua. Valores extremos de pH pueden originar la

5 WET: Whole Effluent Toxicity: control directo de la toxicidad sobre vertido completo.

muerte de peces, drásticas alteraciones de la flora y fauna, reacciones secundarias dañinas, etc. El intervalo de pH idóneo para la mayoría de los seres vivos en el agua está comprendido entre 6 y 9. El principal problema de la utilización del pH en un impuesto es su carácter logarítmico, tal como se describe en el apartado 7.3.C del capítulo III, por lo que se propone su inclusión en la lista de los parámetros para el impuesto, pero deberá tener un tratamiento diferenciado al resto de los parámetros.

- Salinidad: es un parámetro que tiene interés en el caso de vertidos a aguas dulces, donde niveles elevados de sales causan problemas, puesto que la hacen inadecuada para beber y ejercen efectos adversos sobre la vida acuática vegetal y animal. En el caso de vertidos al mar sólo se deben tener en cuenta en los vertidos a estuarios o cuando la salinidad sea muy superior a la de la zona de vertido, lo que suele ocurrir en vertidos de desalinizadoras. Se considera que este parámetro debe estar incluido en el impuesto. Para determinar la salinidad de un vertido se propone medir su conductividad, que es un parámetro que está directamente relacionado con la concentración de especies iónicas en el agua y que es muy fácil de determinar.

Los parámetros no específicos seleccionados son:

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1. Sólidos suspensión | 4. Toxicidad |
| 2. Materia orgánica | 5. pH |
| 3. Temperatura | 6. Conductividad |

B) Compuestos orgánicos no halogenados

Los compuestos orgánicos no halogenados incluidos en la tabla 2 son los siguientes:

PARÁMETROS	Directiva 76/464	Decisión EPER	Ley de Aguas	Cataluña Valencia Galicia	Alemania	Australia	Andalucía
Aceites y grasas							
Aldehídos							
BTEX: Benceno, tolueno, xilenos, etilbenceno							
Detergentes							
Fenoles							
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)							
Organoestánicos							

- Aceites y grasas: este término incluye a las grasas animales, aceites, ceras y otros constituyentes similares que se pueden encontrar en el agua residual. Los ésteres de ácidos grasos, que son líquidos a las temperaturas ordinarias, se llaman aceites y los que son sólidos se llaman grasas. Pueden producir daños a los seres vivos, crear películas y generar materias en flotación. Es un componente habitual de las aguas residuales, tanto industriales como urbanas. Se incluye entre los parámetros del impuesto.
- Aldehídos: sólo están presentes en las listas del canon de la ley de aguas y del canon andaluz, no han sido valorados en el procedimiento COMMPS, tampoco se han encontrado objetivos de calidad para los aldehídos en el medio marino ni están incluidos en ninguna lista de tóxicos prioritarios. Por todo lo anterior se descarta de la lista de parámetros para el impuesto.
- BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno): son constituyentes de los combustibles de vehículos y aviones, en los que se usan para aumentar su

índice de octano, son muy volátiles y de baja a moderada bioacumulación. Están incluidos en la Decisión EPER (expresados como BTEX). La valoración en el procedimiento COMMPS de cada uno de ellos es muy diferente: 5,98, sobre un máximo de 10, para el benceno; 3,30 para el tolueno; 4,02 para el xileno y 0,70 para el etilbenceno, siendo el benceno y el tolueno compuestos carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos (CMT). Entre estos compuestos sólo el benceno tiene una alta capacidad de bioacumulación ($BCF^6 = 4.360$), además es el único que ha sido incluido como sustancia prioritaria en la Directiva marco de aguas, por su importante influencia sobre la salud a través del agua potable [19], también, dado su elevado factor de bioacumulación podría afectar a través de la ingesta de productos marinos. Los objetivos de calidad establecidos en aguas marinas para el benceno son: 300 $\mu\text{g/l}$ en Reino Unido (30 como media anual), 110 $\mu\text{g/l}$ en Canadá, 300 $\mu\text{g/l}$ en Australia y 2 $\mu\text{g/l}$ en Dinamarca. En cuanto a su presencia en los vertidos, ha sido detectado fundamentalmente en los de refinerías. Se propone la inclusión del benceno por sus efectos nocivos en el medio marino.

- Fenoles: son compuestos moderadamente tóxicos que no presentan características cancerígenas, aunque pueden dar mal sabor a los productos marinos. Por sus efectos negativos sobre las características organolépticas de los productos marinos de consumo humano tienen establecidos objetivos de calidad en varios países, así Dinamarca lo fija en 1 mg/l , Estados Unidos en 0,3 mg/l y Australia en 0,05 mg/l . Están incluidos en la Decisión EPER y son compuestos muy representativos de ciertos vertidos de la industria de la química orgánica básica y de las refinerías de petróleo,

6 BCF: Bioconcentration Factor (factor de bioconcentración).

por lo que se incluye en la lista de parámetros para el impuesto.

- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs): son un grupo de compuestos que contienen dos o más anillos bencénicos. Se forman principalmente por la combustión incompleta de la materia orgánica, pudiendo producirse de forma natural en los incendios forestales y en los volcanes. Las principales fuentes antropogénicas de estos compuestos son la combustión incompleta de carbón, madera y productos petrolíferos. Los HAP más comunes son:

Acenafteno	Criseno
Acenaftileno	Dibenzo(ah)antraceno
Antraceno	Fenantreno
Benzo(a)antraceno	Fluoranteno
Benzo(a)pireno	Fluoreno
Benzo(b)fluoranteno	Indeno(1,2,3-c,d)pireno
Benzo(g,h,i)perileno	Naftaleno
Benzo(k)fluoranteno	Pireno

Los de bajo peso molecular son más solubles y volátiles que los de peso molecular alto, pero éstos últimos presentan más afinidad superficial, por lo que se encuentran fácilmente asociados a los sedimentos marinos. De todos los HAPs tan sólo se producen y utilizan intencionadamente el antraceno y el naftaleno. En cuanto a la valoración de su peligrosidad en el medio hídrico se puede afirmar que muchos de ellos están entre las sustancias más peligrosas conocidas. Así en la evaluación realizada mediante el procedimiento COMMPS existen 6 HAPs entre los 10 compuestos más peligrosos, debido a sus características CMT, alta bioacumulación y toxicidad. Los HAPs están incluidos como familia entre las sustancias

peligrosas prioritarias de la Directiva marco de aguas y el antraceno y el naftaleno como sustancias individuales (son los que presentan un mayor riesgo de exposición). También la decisión EPER los incluye y OSPAR los considera entre las sustancias prioritarias. Se incluirán dentro de los parámetros a considerar los HAPs como familia, ya que normalmente se presentan en mezclas. Se toman como indicadoras 8 compuestos: los que aparecen en la Directiva marco de aguas como prioritarias, los de la Decisión EPER y los 6 de Borneff⁷:

Antraceno	Benzo (g,h,i)perileno
Naftaleno	Benzo(k)fluoranteno
Benzo(a)pireno	Fluoranteno
Benzo(b)fluoranteno	Indeno(1,2,3-c,d)pireno

- Detergentes: son sustancias sintéticas que sustituyen a los jabones, están formados por uno o varios tensoactivos (o surfactantes) que constituyen el principio activo y por un conjunto de componentes complementarios (coadyuvante y aditivos). La estructura molecular del tensoactivo esta compuesta por un grupo polar, con afinidad por el agua y otro apolar con afinidad por las grasas. Según la naturaleza del grupo polar se clasifican en aniónicos, catiónicos, no-iónicos y anfóteros. Son muy frecuentes en las aguas residuales urbanas, por lo que se incluyen en la lista. Se elige a los tensoactivos aniónicos como parámetro representativo para medir la presencia de detergentes, por ser los más utilizados.
- Organoestánicos: por sus propiedades biocidas se usan en las pinturas

7 Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Fluoranteno e Indeno(1,2,3-c,d)pireno.

para embarcaciones y como preservante de la madera. Es reconocido su potencial de perturbación del sistema endocrino, como lo demuestra su probado vínculo con el fenómeno imposex⁸, observado en los moluscos gasterópodos de aguas marinas y continentales. Son considerados como sustancias peligrosas prioritarias de la Directiva marco de aguas. También alcanzan una de las valoraciones más altas en el procedimiento COMMPS, por ser muy tóxico, bioacumulable y CMT. Se incluyen en la lista.

Los parámetros orgánicos no halogenados seleccionados son:

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Benceno | 4. Aceites y grasas |
| 2. Fenoles | 5. HAPs |
| 3. Tensoactivos aniónicos | 6. Organoestánicos |

C) Compuestos orgánicos halogenados

Existe un gran número de estos compuestos con importancia medioambiental, basta recordar que pertenecen a este grupo la gran mayoría de las 132 sustancias candidatas a la lista I de la Directiva 76/464, gran parte de las sustancias prioritarias del Convenio OSPAR y la mitad de las sustancias prioritarias de la Directiva marco de aguas. Sin embargo no es esperable la presencia de estas sustancias en los vertidos a los que se aplica el impuesto, ya que éstas se usan mayoritariamente como plaguicidas y la vía principal por la que alcanzan las aguas son las escorrentías en las zonas agrícolas. Los compuestos de este tipo que aparecen en la lista 2 son los siguientes:

8 Los gasterópodos hembra desarrollan un pene, lo que causa graves problemas reproductivos y pueden provocar la muerte prematura.

IV. Método propuesto

PARÁMETROS	Directiva 76/464	Decisión EPER	Ley de Aguas	Cat+Val +Galic	Alemania	Australia	Andalucía
Aldrín y derivados	I						
Cloroalcanos(C10-C13)							
Cloroformo	I						
DDT	I						
Dicloroetano 1,2 (DCE)	I						
Diclorometano (DCM)							
Difeniléter bromado							
Hexaclorobenceno (HCB)	I						
Hexaclorobutadieno (HCBd)	I						
Hexaclorociclohexano (HCH)	I						
Organoestánicos							
Organohalogenados (AOX)							
PCB's							
Pentaclorofenol	I						
Percloroetileno	I						
Tetracloruro de carbono	I						
Triclorobenceno	I						
Tricloroetileno	I						

- Aldrín y derivados (dieldrín, isodrín y endrín): son sustancias muy tóxicas en el medio acuático y pertenecen a la lista I de la Directiva 76/464. Su valoración toxicológica en el procedimiento COMMPS es muy alta obteniendo (sobre un máximo de 10) un valor de 9,50 para el aldrín; 9,74 para el dieldrín; 8,0 para el endrín y 7,44 para el isodrín. Todos son también altamente bioacumulables, además los dos primeros son carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos (CMT). Sin embargo han sido excluidos como sustancias prioritarias de la Directiva marco de aguas debido a que se consideran “contaminantes históricos”, porque su uso como plaguicida hace tiempo que está prohibido y su presencia en el medio marino tan sólo es esperable en los sedimentos. Por tanto se excluyen de la

lista de parámetros para el impuesto.

- Cloroalcanos (C10-C13): también denominados parafinas cloradas, se usan en la industria como productos selladores, revestimientos, plastificantes para pinturas y productos ignífugos para plásticos, caucho y textiles. Son poco biodegradables, al tener una persistencia en el agua superior a 50 días, muy bioacumulables (con factores de bioconcentración de 200 a 40.900) y tóxicos [20]. Los más peligrosos son los de cadena corta, que tienen entre 10 y 13 átomos de carbono, por tener un contenido en cloro superior al 50% en peso [21]. Pertenecen a la lista de sustancias prioritarias de la Directiva marco de aguas y a la Decisión EPER. Se incluyen en la lista de parámetros para el impuesto.
- Cloroformo o triclorometano: fue utilizado ampliamente para la producción de clorofluorocarbonos (CFCs) antes de que fueran prohibidos por el Protocolo de Montreal, actualmente se utiliza como disolvente en la industria farmacéutica y como producto intermedio en la producción de pinturas y plaguicidas, también se forma en la cloración del agua potable y de las piscinas. Es poco bioacumulable (BCF = 13) pero está clasificado como CMT. Pertenecce a la lista de sustancias prioritarias de la Directiva marco de aguas y a la lista I de la Directiva 76/464, que establece un objetivo de calidad de 12 µg/l. Está presente en vertidos de la industria química orgánica con niveles cercanos a los máximos permitidos. Se incluye en la lista de parámetros.
- DDT (pertenecen a este grupo el DDD, el DDE y sus isómeros): al igual que los drines (aldrín, dieldrín, isodrín y endrín) son sustancias muy tóxicas en el medio acuático y están incluidos en la lista I de la Directiva 76/464. Su exclusión como sustancias prioritarias en el procedimiento

COMMPS se debe también a su consideración como “contaminantes históricos” al estar prohibido su uso como plaguicida. Por tanto se excluye de la lista.

- Diclorometano: es un disolvente clorado que se emplea en grandes cantidades, más de 1 millón de toneladas/año de producto fabricado o importado, según los datos suministrados por el European Chemical Bureau al procedimiento COMMPS [22]. Su toxicidad es media y su nivel de bioacumulación muy bajo, sin embargo debido a sus efectos directos sobre los seres humanos (es CMT) ha sido incluido entre de las sustancias prioritarias de la Directiva marco de aguas y la Decisión EPER. Su valoración en el procedimiento COMMPS es baja: 3,93 sobre 10, de los cuales 1,8 se deben a que es CMT. Esta sustancia tiene menos importancia en el caso de vertidos al mar que en aguas continentales, ya que éstas últimas pueden ser utilizadas para el consumo humano, mientras que en el caso de vertidos al mar sólo puede llegar a los seres humanos a través del consumo de peces y moluscos, siendo esta vía poco probable por su baja bioacumulación. Tampoco está incluido entre las sustancias prioritarias de OSPAR. Por todo lo anterior se excluye de la lista.

- Difeniléteres bromados: se utilizan como productos ignífugos (retardantes de llama) en las industrias electrónica, textil y de plásticos para la construcción. Están incluidos entre las sustancias prioritarias de OSPAR bajo el nombre de “retardantes de llama bromados”. El procedimiento COMMPS da una valoración de 8,38 sobre 10 para el difeniléter pentabromado. Se ha demostrado la toxicidad crónica por vía oral de estos compuestos, lo que hace que se incluyan como sustancias peligrosas prioritarias de la Directiva marco de aguas. Se propone su inclusión.

- Hexaclorociclohexano (HCH): su isómero gamma es utilizado como

insecticida, estando los isómeros alfa y beta igualmente presentes en el producto bruto y contribuyendo a la contaminación del medio ambiente. El isómero beta es el compuesto más persistente. La mezcla técnica, que contiene el 99% del isómero gamma, se denomina lindano. Pertenece a la lista I de la Directiva 76/464, a la Decisión EPER y es una sustancia peligrosa prioritaria de la Directiva marco de aguas. Se decide su inclusión en la lista.

- 1-2 Dicloroetano: se utiliza en la industria química para la fabricación del cloruro de vinilo, que a su vez es materia prima del PVC, también se usa en las industrias farmacéutica y del caucho. Se encuentra en la lista I de la Directiva 76/464, en la Decisión EPER y entre las sustancias prioritarias de la Directiva marco de aguas. Es CMT y existen industrias que lo vierten. Se incluye en la lista.
- Hexaclorobenceno (HCB): es un fungicida que como todos los clorobencenos es muy volátil. Se puede generar como subproducto en la fabricación de disolventes y plaguicidas clorados. Se encuentra en la lista I de la Directiva 76/464, en la Decisión EPER y entre las sustancias peligrosas prioritarias de la Directiva marco de aguas. Es CMT, altamente bioacumulable (BCF igual a 29.000) y tóxico. Se incluye en la lista.
- Hexaclorobutadieno (HCBBD): se obtiene como subproducto en la producción de los hidrocarburos clorados y se utiliza principalmente como disolvente. Se encuentra en la lista I de la Directiva 76/464, en la Decisión EPER y entre las sustancias peligrosas prioritarias de la Directiva marco de aguas. Es CMT, altamente bioacumulable (BCF igual a 90.000) y tóxico para los invertebrados (en particular para los crustáceos) y peces por encima de los 0,1 µg/l. Se incluye en la lista.

- **Pentaclorofenol:** se utiliza como fungicida y bactericida y como agente de preservación de la madera y aparece en los efluentes del blanqueo con cloro de la pasta de papel. Se encuentra en la lista I de la Directiva 76/464 y entre las sustancias peligrosas prioritarias de la Directiva marco de aguas, es CMT y altamente bioacumulable. Se propone su inclusión en la lista.

- **Percloroetileno:** es un disolvente muy usado en la limpieza en seco y en el desengrasado de metales y se encuentra en la lista I de la Directiva 76/464. Se incluye en la lista.

- **Tetracloruro de carbono:** es una sustancia que puede dar lugar a la reducción de la capa de ozono, uno de sus principales usos era la producción de CFCs, cuya fabricación ha sido prohibida; sin embargo se sigue usando en disolventes, desengrasadores y antiinflamables; tiene un papel importante en la producción de pinturas, plásticos y semiconductores; también se utiliza como materia prima intermedia en la fabricación de productos farmacéuticos y plaguicidas clorados [15]. Pertenece a la lista I de la Directiva 76/464 y tiene un potencial de bioacumulación moderado, es CMT, se considera tóxico para algas, invertebrados y peces en concentraciones superiores a 12 µg/l. Por todo lo anterior se propone su inclusión entre los parámetros del impuesto.

- **Triclorobenceno:** se utiliza como disolvente y producto intermedio en la fabricación de plaguicidas y productos farmacéuticos, como sustituto de los PCBs en transformadores y condensadores. Se produce como subproducto en las fabricaciones de magnesio, disolventes y plaguicidas clorados. Existen tres compuestos de este grupo que han sido evaluados por el procedimiento COMMPS: el 1,2,3, el 1,2,4 y el 1,3,5-triclorobenceno, de los cuales el 1,2,4 es CMT y es el más bioacumulable.

Se produce como mezcla técnica que contiene los tres isómeros, ha sido incluido como sustancia prioritaria de la Directiva marco. Se incluye en la lista de parámetros.

- Tricloroetileno: se utiliza ampliamente como disolvente para la preparación de superficies metálicas en la industria y en la producción de embalajes para la alimentación y fibras sintéticas. Debido a su carácter volátil, la vía preferente de acceso al agua es mediante las precipitaciones atmosféricas, aunque también se puede formar en la cloración de las aguas potables. Pertenece a la lista I de la Directiva 76/464. Se propone su inclusión en la lista.

- AOX⁹: es un parámetro que indica la concentración de materia orgánica clorada, bromada, yodada y fluorada en el agua, mide la presencia de un gran número de compuestos, aunque muchos de ellos no son tóxicos. Está incluido entre los parámetros EPER y se encuentra presente en vertidos de las industrias de la química orgánica y del papel. Se incluye en la lista.

- PCBs: los bifenilos policlorados son mezclas de productos aromáticos que se forman en la cloración del bifenilo en presencia de un catalizador. Existen un gran número de congéneres que responden a la fórmula general de $C_{12}H_{10-x}Cl_x$. Sus características varían ampliamente dependiendo del grado de cloración y de la posición de los átomos de cloro, siendo los más clorados los más persistentes en el medio ambiente. Han sido ampliamente utilizados en la industria por su excelente estabilidad térmica, características dieléctricas y resistencia a ácidos y a bases. Su uso ha sido

9 AOX: Adsorbable organic halogens (organohalogenados adsorbibles). La X representa a cualquier elemento de la familia de los halógenos (flúor, cloro, bromo e iodo).

prohibido por su alta bioacumulación ($BCF > 200.000$), toxicidad y persistencia, sólo se encuentran en el medio marino en concentraciones destacables en los sedimentos, donde por encima de $21,5 \mu\text{g/kg}$ tienen efectos tóxicos para los organismos que habitan en el fondo. Por ser además un grupo de sustancias prioritarias de OSPAR se incluye en la lista de parámetros.

Por tanto los parámetros elegidos son:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. Cloroalcanos (C10-C13) | 8. Organoclohalogenados |
| 2. Cloroformo | 9. Pentaclorofenol |
| 3. Dicloroetano 1,2 (DCE) | 10. Percloroetileno |
| 4. Difeníléter bromado | 11. Tetracloruro de carbono |
| 5. Hexaclorobenceno (HCB) | 12. Triclorobenceno |
| 6. Hexaclorobutadieno (HCBD) | 13. Tricloroetileno |
| 7. Hexaclorociclohexano (HCH) | 14. PCBs |

D) Compuestos inorgánicos no metálicos

Los compuestos de este grupo incluidos en la tabla 2, son los siguientes:

PARÁMETROS	Directiva 76/464	Decisión EPER	Ley de Aguas	Cataluña	Alemania	Australia	Andalucía
				Valencia Galicia			
Cianuros							
Cloro total							
Cloruros							
Fluoruros							
Sulfatos							
Sulfitos							
Sulfuros							
Amoniaco							
Fósforo total							
Nitratos							
Nitritos							
Nitrógeno total							

- Cianuros: son sustancias de la lista II de la Directiva 76/464 de toxicidad elevada, como lo demuestran los bajos objetivos de calidad que tienen establecidos (50 µg/l en Andalucía, 10 µg/l en Dinamarca y 1µg/l en USA y Canadá). Suelen estar presente en vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de superficies y refinerías y están incluidos en la Decisión EPER. Se incluyen en la lista de parámetros.
- Fluoruros: pertenecen a la lista II de la Directiva 76/464, son menos tóxicos que los cianuros (los objetivos de calidad establecidos están alrededor de 1,5 mg/l). Están incluidos en la Decisión EPER y suelen estar presentes en numerosos vertidos industriales. Se incluyen en la lista.
- Cloruros: aunque están incluidos en la Decisión EPER, sus efectos negativos son superiores en aguas continentales que en las marinas, donde existe de manera natural una gran cantidad de cloruros. En el agua marina están muy

relacionados con la salinidad y la conductividad, que ya han sido incluidas entre los parámetros del impuesto. Se excluyen de la lista.

- Cloro total: el cloro se utiliza como desinfectante en el agua potable y como antiincrustante en los vertidos industriales de refrigeración. Tanto en USA como en Australia se ha establecido un objetivo de calidad de 7,5 µg/l para las aguas marinas. Se incluye en el impuesto pero sólo para los vertidos de refrigeración, que es donde se utiliza habitualmente.
- Compuestos de azufre (sulfatos, sulfitos y sulfuros): no están incluidos en ninguna de las listas de sustancias peligrosas en el medio marino ni en la Decisión EPER. No se incluyen en la lista de parámetros.
- Compuestos de nitrógeno (amoníaco, nitratos, nitritos y nitrógeno total): estos compuestos sólo son tóxicos a elevadas concentraciones, con la única excepción del amoníaco (NH₃) que se puede producir en el medio marino a partir del ión amonio (NH₄⁺). El principal efecto de los compuestos nitrogenados en el medio marino es que pueden dar lugar al fenómeno de la eutrofización¹⁰. Se incluirá este parámetro en la lista, medido como nitrógeno total, tal como se hace en la Decisión EPER.
- Compuestos de fósforo: el fósforo se encuentra principalmente en el medio marino en forma oxidada (fosfato), estos compuestos no son tóxicos, aunque pueden originar eutrofización en las aguas. Se incluye este parámetro, medido como fósforo total, tal como se hace en la Decisión EPER.

10 La eutrofización se produce como consecuencia de un exceso de nutrientes en el agua y puede dar lugar a la aparición de una gran masa de algas y plantas acuáticas, y en etapas avanzadas pueden provocar la muerte de peces y otros organismos, problemas de malos olores, etc.

Los parámetros inorgánicos no metálicos elegidos son:

1. Cianuros
2. Fluoruros
3. Cloro total
4. Nitrógeno total
5. Fósforo total

E) Metales

Estos elementos se encuentran en la naturaleza en concentraciones muy diferentes, dependiendo de las condiciones geológicas e hidrológicas locales. Además se pueden presentar en muy diversas formas químicas y estar disueltos en el agua o en suspensión o en los sedimentos (ya sean adsorbidos o ligados a la materia orgánica o a la inorgánica). La biodisponibilidad y toxicidad de los metales depende en gran medida de las características anteriores. Por ejemplo, es conocido que la fracción disuelta es más biodisponible que la asociada a los sólidos en suspensión. También se sabe que el cromo VI es más tóxico que el cromo III, que el arsénico III lo es más que el arsénico V y éste, a su vez, más que el arsénico orgánico de las arsenometaleinas. A pesar de estas consideraciones, inicialmente se van a considerar a los metales sólo en la forma disuelta e independientemente de su forma química, todo ello en aras de la simplicidad en la aplicación del impuesto y porque la mayoría de los datos analíticos que se disponen se basan en muestras filtradas. Además, raramente se conoce la valencia o compuesto químico con que se encuentran los metales en los vertidos, con excepciones, como es el caso del cromo que habitualmente se analiza como cromo III y VI.

Una vez implantado el impuesto y puesto en marcha, podría mejorarse su aplicación y tener en cuenta los aspectos anteriores, midiendo la concentración

IV. Método propuesto

de metales asociados a los sólidos en suspensión y considerar también la valencia con la que el metal está presente.

En la tabla 2 se incluyen los siguientes 27 metales:

PARÁMETROS	Directiva 76/464	Decisión EPER	Ley de Aguas	Cataluña Valencia Galicia	Alemania	Australia	Andalucía
Aluminio							
Antimonio							
Arsénico							
Bario							
Berilio							
Boro							
Cadmio	I						
Cinc							
Cobalto							
Cobre							
Cromo III							
Cromo VI							
Cromo							
Estaño							
Hierro							
Manganeso							
Mercurio	I						
Molibdeno							
Níquel							
Plata							
Plomo							
Selenio							
Talio							
Teluro							
Titanio							
Uranio							
Vanadio							

De los 27 metales, 8 se consideran muy importantes y se incluyen en la lista de parámetros para el impuesto, ya que se encuentran en casi todos los impuestos estudiados, en la Decisión EPER y en la mayoría de las relaciones de sustancias

con gran incidencia ambiental en el ámbito marino, como las de la estrategia del Convenio OSPAR para sustancias peligrosas [7] y la de la 3ª Conferencia del Mar del Norte [8]. Estos metales son:

- | | |
|-------------|-----------|
| 1. Mercurio | 5. Cobre |
| 2. Cadmio | 6. Cromo |
| 3. Plomo | 7. Níquel |
| 4. Arsénico | 8. Cinc |

El resto de los metales pertenecen a la lista II de la Directiva 76/464 (excepto aluminio, manganeso e hierro) y se analizarán individualmente para decidir cuales de ellos deben tenerse en cuenta en el cálculo del impuesto:

- Hierro: es un elemento muy abundante en la corteza terrestre (el 4º más abundante) y no pertenece a la lista II de la Directiva 76/464. Su toxicidad en el agua marina es baja, como lo demuestra el que no se hayan establecido objetivos de calidad para este metal. Se excluirá de los parámetros a considerar en el impuesto.
- Aluminio: es también un elemento muy abundante en la corteza terrestre y no pertenece a la lista II, ni a ninguna de las listas de sustancia prioritarias. Presenta cierta toxicidad en el agua dulce, aunque no se ha encontrado ningún objetivo de calidad en aguas marinas. Por otro lado, la alta presencia de aluminio de origen natural en las aguas hace que las medidas que se pudieran establecer para reducir este metal en los vertidos serían poco efectivas para mejorar la calidad de las aguas. Se excluye de los parámetros a considerar para el impuesto.

- Antimonio: no hay establecido ningún objetivo de calidad para este metal en los documentos estudiados, tampoco se encuentra incluido en ningún tributo. La única referencia existente es la valoración del procedimiento COMMPS [22] que establece que no es cancerígeno, ni mutagénico ni teratogénico y obtiene una valoración de 4,24 sobre 10. Se excluye este parámetro.
- Bario: a pesar de pertenecer a la lista II de la Directiva 76/464 no se encuentra incluido en ninguna de las listas de sustancias prioritarias analizadas, tampoco tiene establecido objetivo de calidad para el medio receptor. Su toxicidad se analizó mediante el procedimiento y COMMPS obtuvo el valor más bajo de los 15 metales estudiados (1,85 sobre 10). Por todo lo anterior se excluye de la lista.
- Berilio: no se encuentra en ninguna lista de sustancias prioritarias ni se han establecido para este metal objetivos de calidad, tampoco ha sido evaluado mediante el procedimiento COMMPS ni está incluido en ningún impuesto. Por lo que se excluye de los parámetros a considerar.
- Boro: no ha sido evaluado mediante el procedimiento COMMPS, la USEPA lo considera no prioritario. La única referencia existente está en los EQS¹¹ del Reino Unido [15], propuestos en cumplimiento de la Directiva 76/464, que establece un valor de 7.000 µg/l como valor medio anual en el medio marino, aunque se reconoce que está basado en pocos datos. Este objetivo de calidad es muy alto, si se compara con el de otros metales. Por todo lo anterior se excluye de la lista.

11 EQS: Environmental Quality Standards (objetivos de calidad de las aguas).

- Cobalto: aparece en la evaluación de su toxicidad en el procedimiento COMMPS donde obtiene 5,33 puntos sobre 10, algunos países como Reino Unido tienen establecido objetivo de calidad para las aguas marinas (3µg/l). Por lo que se incluye en la lista.
- Estaño: se puede considerar que presenta una toxicidad elevada en el medio marino tanto por su resultado en COMMPS (6,67 sobre 10) como por el objetivo de calidad establecido en UK (10 µg/l) que es inferior al de metales como plomo, níquel y arsénico. Se incluye entre los parámetros a considerar.
- Manganeso: no pertenece a la lista II de la Directiva 76/464, no ha sido evaluado mediante COMMPS, ni se han establecidos objetivos de calidad para este metal, además es un elemento abundante en la naturaleza y llega fácilmente a las aguas mediante erosión, de manera que no se incluye en la lista.
- Molibdeno: aunque este metal está incluido en la lista II no tiene fijado un objetivo de calidad para el medio marino. Según el procedimiento COMMPS no es CMT y no se tienen datos que corroboren su toxicidad. Se excluirá del impuesto, aunque sería conveniente volver a estudiar su inclusión si se obtuvieran nuevos datos que indicaran que es tóxico en el medio marino.
- Plata: según el procedimiento COMMPS presenta una toxicidad de 6,24 sobre 10, además tanto en Canadá como en USA tiene establecidos unos objetivos de calidad para las aguas marinas similares a los del mercurio. Se incluye en principio, aunque es un candidato a ser eliminado por criterios de exposición, ya que es difícil que esté presente en los vertidos.

- Selenio: está incluido tanto en el canon de la Ley de Aguas como en el de Andalucía, además es el único metal que se incorpora en la tasa australiana sobre los 8 prioritarios (asociado a las centrales térmicas, tratamiento de minerales y metalurgia no férrea). No se ha evaluado en el procedimiento COMMPS, pero según los objetivos de calidad establecidos presenta una toxicidad muy alta en agua dulce, aunque menor en el medio marino donde los niveles establecidos corresponde a los de los metales prioritarios menos tóxicos. Debido a su presencia en vertidos relacionados con la metalurgia se propone su inclusión entre los parámetros del impuesto.
- Talio: se conoce su toxicidad para los seres humanos por vía oral, aunque en su evaluación en el procedimiento COMMPS no se encontraron evidencias sobre sus efectos ecotóxicos, se han establecido objetivos de calidad en el medio marino en el estado de Florida (6,1µg/l) [11] y en Australia (20 µg/l) [12]. Se encuentra en los vertidos del sector del metal. Se incluye en el impuesto por su toxicidad para los seres humanos.
- Teluro: no existen referencias sobre su toxicidad en el medio marino ni sobre el nivel de exposición al mismo. Se excluye del impuesto.
- Titanio: no ha sido evaluado mediante COMMPS ni se tienen datos sobre su toxicidad, no tiene establecidos objetivos de calidad en otros países. Se excluye del impuesto.
- Uranio: no ha sido evaluado mediante COMMPS ni tiene establecidos objetivos de calidad, se desconoce el nivel exposición al mismo. Se excluye del impuesto.
- Vanadio: no ha sido evaluado mediante COMMPS, aunque tiene establecido

objetivo de calidad de 100 µg/l en UK para aguas marinas [15] y 10 de µg/l como nivel de acción en Australia [12]. Se propone su inclusión en el impuesto.

Por tanto los metales seleccionados son:

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. Mercurio | 8. Cinc |
| 2. Cadmio | 9. Cobalto |
| 3. Plomo | 10. Estaño |
| 4. Arsénico | 11. Selenio |
| 5. Cobre | 12. Talio |
| 6. Cromo | 13. Vanadio |
| 7. Níquel | |

F) Lista de parámetros seleccionados

La lista total de parámetros que se seleccionan para el nuevo impuesto es la siguiente:

Tabla 3: Lista de parámetros seleccionados para el impuesto

1. Sólidos en suspensión	15. Hexaclorobutadieno	28. Mercurio
2. Materia orgánica	16. AOX	29. Cadmio
3. Temperatura	17. Pentaclorofenol	30. Plomo
4. Toxicidad	18. Percloroetileno	31. Arsénico
5. Conductividad	19. Tetracloruro de carbono	32. Cobre
6. Fenoles	20. Triclorobenceno	33. Cromo
7. Benceno	21. Tricloroetileno	34. Níquel
8. Tensoactivos aniónicos	22. PCBs	35. Cinc
9. Organoestánicos	23. Cianuros	36. Cobalto
10. Aceites y grasas	24. Fluoruros	37. Estaño
11. HAPs	25. Cloro total	38. Selenio
12. Cloroformo	26. Nitrógeno total	39. Talio
13. 1,2-Dicloroetano	27. Fósforo total	40. Vanadio
14. Hexaclorobenceno		

Esta lista se puede reducir aún más si se eliminan todos aquellos parámetros que no estén presentes en los vertidos a los que se les aplique el tributo.

2. PESO DE LOS PARÁMETROS

Es evidente que cada parámetro debe tener un peso diferente en el cálculo del canon, puesto que no produce el mismo efecto un kilogramo de un contaminante como los sólidos en suspensión o COT que la misma cantidad de

una sustancia muy tóxica como el mercurio. Existen dos formas de tener en cuenta el peso de cada parámetro:

1. Aplicar un precio unitario diferente a la unidad de peso de cada sustancia (o unidad equivalente para otros parámetros). Es el caso de los tributos alemán, danés y catalán, este último establece precios unitarios en euros por kilogramo para las materias en suspensión, materias oxidables, nitrógeno y fósforo; para materias inhibidoras en euros por equitox y para sales solubles en euros por m^3 y siemens cm^{-1} .
2. Fijar un precio por m^3 de vertido. Para tener en cuenta la distinta toxicidad de los contaminantes, el volumen se modifica según las concentraciones (o unidades equivalentes para otros parámetros). La concentración de cada contaminante se multiplica o divide por coeficientes asignados a cada uno de ellos, si el coeficiente es multiplicador debe ser más alto para las sustancias más tóxicas y al contrario si es divisor. Son más usuales los coeficientes divisores cuyos valores representan las concentraciones de un vertido de referencia, de manera que los cocientes entre las concentraciones del vertido y los coeficientes toman el valor de 1 cuando sus concentraciones son iguales a las del vertido de referencia, generalmente un vertido urbano sin depurar, superiores en el caso de vertidos industriales más concentrados e inferiores siempre que las concentraciones sean más bajas, como es el caso de vertidos urbanos depurados. Como ejemplos de este caso están el canon de Valencia (en el que al índice corrector se le denomina “índice de carga contaminante”) y los cánones de la Ley de Aguas y Andalucía (en los que al producto del volumen por el coeficiente corrector se le denomina “carga contaminante expresada en unidades de contaminación”).

No hay una gran diferencia entre estas dos formas, ya que en una se paga

por carga contaminante vertida y en la otra por el caudal vertido corregido con la concentración, siendo el producto del caudal por la concentración una masa o carga contaminante.

Se propone un impuesto que utilice la segunda forma y esté basado en coeficientes divisores, que en esta Tesis se denominarán “valores de referencia”. Para la elección de valores de referencia de tipo divisor es muy habitual utilizar los límites de vertido o los objetivos de calidad del medio receptor establecidos en la normativa, aunque también se puede emplear cualquier otra lista de contaminantes.

Se recomienda que se utilice la lista más completa que exista en la normativa de la zona en la que se va a aplicar el tributo, de forma que solo sea necesario generar un número reducido de valores de referencia.

Para obtener valores de referencia no establecidos en la norma de vertidos u objetivos de calidad, se pueden utilizar diversas fuentes de información: recomendaciones de Convenios Internacionales, límites de vertidos y normas de calidad de las aguas en otros países. Se deben emplear listas que tengan valores absolutos comparables a los de las legislaciones aplicables (regional, estatal y europea) que se elijan como tabla de valores de referencia, de esta manera se evita el uso de valores de referencia más estrictos que los de éstas; si ello no es posible, se deben introducir valores relativos respecto a otros establecidos. El mismo criterio se puede utilizar si se desea modificar algún valor de referencia, en el caso de que existan valores demasiado altos o bajos en la tabla de límites u objetivos de calidad seleccionada.

3. CRITERIOS PARA SELECCIONAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE CADA VERTIDO

Una vez establecida la lista de parámetros que deben tenerse en cuenta para el cómputo del impuesto y el peso de cada uno, es necesario establecer los criterios de selección para determinar que parámetros se han de considerar en cada tipo de vertido. Existen varias formas de realizar la selección:

- Establecer a priori los parámetros característicos de cada vertido según su origen (urbano, agropecuario, industrial, etc.) y el sector al que pertenece en el caso de origen industrial (químico inorgánico, químico orgánico, alimentario, papel, metalurgia, etc.)
- Fijar unos criterios objetivos para determinar que contaminantes deben incluirse en el vertido. Estos criterios pueden estar basados en la concentración de los contaminantes en el vertido o en función de la cantidad total vertida de cada contaminante.

La primera es la más sencilla de aplicar, pero es la más difícil de legislar. Es necesario conocer previamente, y con detalle, los vertidos y los procesos que los originan. Con todo lo anterior no se evita que modificaciones en las materias primas utilizadas o en el proceso hagan que la lista tenga errores, por exceso o por defecto. Por ejemplo, los contaminantes presentes en un vertido que procede de una planta de producción de ácido sulfúrico son muy diferentes si la materia prima es azufre elemental o si es pirita, debido al alto contenido de metales en esta última.

Entre los impuestos que utilizan la primera forma se encuentra la “license

fee” de Australia que establece la lista de los parámetros que se deben tener en cuenta para cada tipo de actividad (ver tabla 28, capítulo III). En esta lista existen lagunas importantes, por ejemplo no se incluye ningún organoclorado en el sector de la producción del papel y de la pasta de papel.

La segunda forma (el establecimiento de criterios objetivos) es más flexible que la anterior, sin embargo es necesario elegir bien el criterio de selección de los parámetros. A continuación se comentan los diferentes criterios que se podrían utilizar.

El de concentración del parámetro en el vertido es el más lógico a priori. Según este criterio se podría establecer que se incluyeran todos los contaminantes que superaran un determinado valor umbral.

Este valor umbral podría ser el límite de cuantificación del método analítico, pero esto tiene como inconveniente que este límite es diferente de unos métodos analíticos a otros y de unos laboratorios a otros y además va disminuyendo con el tiempo, conforme mejoran las técnicas de análisis o de preconcentración de muestras.

En lugar de utilizar el límite de cuantificación se podrían emplear otros valores umbrales, como un porcentaje de los límites de vertidos, los objetivos de calidad del medio receptor o una tabla de valores establecidos expresamente al efecto. Sean cuales sean los valores elegidos, este sistema tiene el inconveniente de no ser adecuado para los vertidos que tienen caudales grandes y concentraciones bajas, como los de refrigeración o los procedentes de piscifactorías. Este tipo de vertidos puede aportar grandes cantidades de contaminantes al medio receptor sin que sus valores de concentración sean altos.

También se puede utilizar como referencia la carga contaminante vertida en kilogramos, independientemente del caudal en el que esté diluida. Este sistema penaliza a las grandes empresas frente a las pequeñas, una empresa pequeña que no aplique técnicas adecuadas de depuración, tributará por menos contaminantes que una grande que depure adecuadamente sus vertidos.

Se propone un criterio mixto en el que se utilice, con carácter general, el criterio de concentración y en el que se aplique un tratamiento especial a los vertidos con grandes caudales y bajas concentraciones (como los de refrigeración y piscifactorías) y también a aquellos, como los vertidos urbanos, que por ser su composición perfectamente conocida se les pueda aplicar un criterio de lista cerrada.

4. CÁLCULO DE LAS DE UNIDADES CONTAMINANTES

El número de unidades contaminantes del vertido (UC) es el parámetro que tiene en cuenta su carga contaminante y se obtiene como la suma de las unidades contaminantes asociadas a cada uno de los parámetros característicos (UC_i):

$$UC = \sum_{i=1}^n UC_i$$

donde las unidades contaminantes individuales se calculan como el producto del caudal del vertido (Q) por la concentración de cada parámetro (C_i) corregido por el valor de referencia del mismo (VR_i):

$$UC_i = Q \times \frac{C_i}{VR_i}$$

Sin embargo, en raras ocasiones el caudal y la concentración de un vertido son constantes en el tiempo, por lo que se debe hacer una integración temporal de estos valores:

$$UC_i = \sum_{j=1}^m Q_{ij} \times \frac{C_{ij}}{VR_i}$$

Así, si se elige un intervalo de integración de 24 horas, las unidades contaminantes asociadas a un año serán la suma de los 365 productos de las concentraciones medias diarias por los caudales diarios, lo que exige tener un perfecto conocimiento de las características analíticas y del caudal del vertido, lo que complica su cálculo.

Para resolver este problema, en los antiguos cánones de Andalucía y de la Ley de Aguas, no se usaban los valores reales de la carga contaminante del vertido, sino los incluidos en la autorización de vertido, por lo que se pagaba por la carga contaminante autorizada y no por la realmente vertida. El uso de los valores de la autorización de vertido para determinar las unidades contaminantes tiene una serie de ventajas:

- Simplifica el cálculo de las unidades contaminantes, al ser los valores de caudal autorizado y concentraciones autorizadas constantes en el tiempo.
- Simplifica el control por la administración.
- Fomenta la petición, por los titulares, de disminución de los límites de vertidos.

En este caso, las unidades contaminantes del vertido tendrían la siguiente expresión:

$$UC = \sum_{i=1}^n UC_i = \sum_{i=1}^n Q \times \frac{VL_i}{VR_i} = Q \times \sum_{i=1}^n \frac{VL_i}{VR_i}$$

donde:

n = número de parámetros característicos del vertido.

UC_i = Unidades contaminantes del parámetro característico i.

Q = Caudal autorizado del vertido

VL_i = Valor límite autorizado del parámetro i.

VR_i = Valor de referencia del parámetro i.

El caudal de vertido se puede expresar en cualquier unidad, recomendándose que se utilice la misma unidad de tiempo que la que se exija en la liquidación del tributo: año, trimestre o mes. Como habitualmente la liquidación de los tributos es anual, se recomienda que Q se exprese en miles de m³/año para evitar que el valor de UC sea excesivamente grande.

El uso del cociente entre las concentraciones del valor límite y el de referencia (VL_i/VR_i) permite adimensionalizar los diferentes parámetros, para poder posteriormente sumarlos, siendo el sumatorio $\Sigma(VL_i/VR_i)$ un valor adimensional que representa el nivel de contaminación del vertido. Para ello se recomienda que el periodo temporal al que estén referidos los valores límites (anuales, mensuales, diarios y puntuales) sean iguales a los de referencia (VR_i) elegidos.

No se debe descartar el uso de la carga contaminante realmente vertida, en lugar de la autorizada, para calcular las unidades contaminantes, siempre que se valore adecuadamente la complejidad que ello introduce. Incluso podrían utilizarse ambos sistemas, a elección del titular del vertido, lo que en técnica

tributaria se denomina estimación directa y estimación objetiva de la base imponible, la primera correspondería a la carga contaminante realmente vertida y la segunda a la calculada a través de los valores autorizados.

Existen casos en los que deben considerarse otros factores en el cálculo de las unidades contaminantes:

A) Presencia de contaminantes en el agua de captación

En el caso de que una parte importante de la presencia de contaminantes en el vertido se deba al agua de captación utilizada por la instalación (apartado 7.3.E, capítulo III) y siempre que la captación se produzca en el medio receptor, se deben restar las concentraciones en el agua de aporte a las de vertido, para que sólo tribute el incremento de contaminación.

Para poder restar los parámetros característicos del aporte es necesario controlar analíticamente las concentraciones del agua de entrada, lo que incrementa los costes analíticos asociados, por lo que esta posibilidad debe ser optativa para el titular del vertido.

B) Valores de UC muy bajos

Se considera necesario el establecimiento de valores mínimos que eviten la necesidad de liquidar tributos muy pequeños, que incluso pueden ser inferiores a los costes asociados a los trámites de administrativos para cobrarlos. Se propone un mínimo exento para todos los vertidos con menos de un umbral de unidades contaminantes (UC_{\min}), siempre que disponga de autorización y que ésta se cumpla regularmente. Si no se satisfacen estas dos condiciones se debe liquidar el valor correspondiente a dicho umbral. Con esto se busca fomentar que los

vertidos pequeños sean también respetuosos con el medio ambiente.

C) Parámetros característicos redundantes

Puede ocurrir que entre los parámetros característicos de un determinado vertido existan algunos que tengan una estrecha relación entre sí. Así, por ejemplo, algunos compuestos organoclorados pueden incrementar el valor de parámetros no específicos como los AOX y el COT. En estos casos se debe permitir a los titulares de los vertidos que tan solo tributen por el parámetro o sustancia que tenga el valor de referencia más bajo (más caro en términos tributarios), para ello se debe demostrar que existe tal relación y calcular la proporcionalidad entre los parámetros característicos.

5. COEFICIENTES CORRECTORES

Al establecer un impuesto sobre vertidos, no sólo se debe considerar la carga contaminante, sino también otros aspectos tales como las características del medio receptor, la forma en la que se realiza el vertido, etc. Estos aspectos pueden ser tenidos en cuenta mediante la aplicación de diversos coeficientes correctores, que se comentan a continuación.

5.1 De tipo o naturaleza del vertido

En casi todos los tributos se distingue entre vertidos urbanos e industriales, siendo siempre los industriales los que tributan más alto. Como ejemplos se pueden citar:

- El antiguo canon de la Ley de Aguas establecía 6 tipos de vertido: 3 urbanos

(sin industria, industrialización media y muy industrializado) y 3 industriales según al sector al que perteneciera (tabla 5, capítulo III). Existía una diferencia de un 400% entre un vertido urbano sin industria y uno industrial de clase 3.

- El antiguo canon andaluz consideraba 3 tipos: urbano sin industrializar, urbano industrializado e industrial, la diferencia entre ellos podía llegar a ser de un 100%.
- El nuevo canon de control de vertidos de la Ley de aguas también distingue entre naturaleza urbana e industrial, para las que establece un precio básico diferente (0,01202 y 0,03005 €/m³, respectivamente), distinguiendo para los vertidos urbanos según sus habitantes equivalentes (≤ 1.999 , entre 2.000 y 9.999 y ≥ 10.000) y los industriales en 4 clases, añadiendo respecto al canon anterior una 4ª clase (vertidos con sustancias peligrosas). Las diferencias entre ellos pueden ser de un 28% dentro de la misma naturaleza y de hasta un 315% entre un vertido urbano pequeño y uno industrial con sustancias peligrosas.
- Los cánones de saneamiento establecidos por las Comunidades Autónomas no usan coeficientes según el tipo de vertido, pero emplean fórmulas diferentes para vertidos urbanos e industriales.

Estas diferencias de tributación en función del tipo de vertido no se deben a motivos medioambientales, ya que vertidos con la misma carga contaminante pueden tributar de formas muy diferentes. En general se gravan más a los originados por una actividad económica (como procesos de fabricación) que a los generados por usos domésticos.

Se propone un coeficiente de tipo o naturaleza del vertido que distinga entre urbano e industrial, de manera que los industriales paguen el doble que los urbanos a igualdad del resto de los parámetros. Se ha elegido un coeficiente de 2 porque es el valor más utilizado en los impuestos estudiados.

Como criterio de distinción entre los distintos tipos de vertidos se propone usar el de la nueva Ley de Aguas, pero mejorado, así se considerará que es urbano si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- Contiene menos de un 30% en volumen de agua industrial.
- Presenta menos de un 30% en carga contaminante, expresada en unidades contaminantes, de agua industrial.
- No contiene sustancias tóxicas que superen los valores umbrales que se utilizan para determinar los parámetros característicos (tabla 3). Se consideran sustancias tóxicas: metales, organohalogenados, HAPs, benceno, organoestánicos, cianuro y fluoruro.

5.2 De lugar de vertido

Los coeficientes que tienen en cuenta el lugar de vertido se utilizan para penalizar a los que se producen en zonas donde pueden provocar un gran impacto negativo, ya sea por existir una baja renovación de las aguas receptoras o por la especial sensibilidad de su ecosistema. Los impuestos estudiados que tienen en cuenta el lugar de vertido son: el antiguo canon andaluz y el nuevo canon de control de vertidos de la Ley de Aguas:

- El antiguo canon andaluz se basaba en la clasificación establecida en la Orden de 14 de febrero [23] y penalizaba con un incremento de hasta un 100% a los

vertidos a espacios naturales protegidos y a aguas limitadas (estuarios y bahías cerradas) y reducía el impuesto en un 50% para los vertidos a aguas menos limitadas (alejadas de la costa 1 ó 0,5 milla náutica, según se trate del océano Atlántico o del mar Mediterráneo, respectivamente).

- El canon de control de vertidos de la Ley de Aguas establece tres categorías de aguas continentales:
 - Categoría I: aguas destinadas a la producción de aguas potables, aptas para el baño, aptas para la vida de los salmónidos, zonas declaradas de protección especial, aguas subterráneas y zonas sensibles de la Directiva de aguas residuales urbanas [17]. Tienen un coeficiente de 1,25.
 - Categoría II: zonas aptas para la vida de los ciprínidos, aptas para la cría de moluscos y de uso público recreativo. Tienen un coeficiente de 1,12.
 - Categoría III: aquéllas no incluidas en las categorías anteriores. Su coeficiente es 1,00.

Se propone utilizar un coeficiente que incorpore lo mejor de los dos cánones anteriores, de manera que considere las características del medio receptor y que proteja sus usos (principalmente el baño y la cría de moluscos) y la existencia de espacios naturales que necesiten especial protección. Los coeficientes de lugar de vertido propuestos son:

- Zona I: espacios naturales protegidos. Coeficiente de 2,0.
- Zona II: zonas con aguas de baja renovación (estuarios y bahías cerradas), aguas de baño, para la cría de moluscos y utilizadas para la acuicultura intensiva. Coeficiente de 1,5.

- Zona III: las no incluidas en las zonas anteriores. Coeficiente de 1,0.

En esta lista se puede añadir cualquier otra clasificación de las aguas que tenga la normativa del lugar donde se aplique el tributo.

5.3 De forma de vertido

En el cálculo del impuesto se deben tener en cuenta aspectos relacionados con el tipo de conducción a través de la que se produce el vertido al mar. La dilución que se alcanza en el medio receptor se considera una característica importante, ya que disminuye el impacto sobre este medio.

Las aguas residuales que se vierten al mar a través de emisarios submarinos, debido a su menor densidad, experimentan una fuerza convectiva que hace que se formen chorros ascendentes. Durante la ascensión los chorros se mezclan con el agua limpia del medio receptor, por lo que se diluye el efluente [24].

La dilución que se produce entre el punto de vertido en profundidad y la superficie se denomina dilución inicial y su cálculo está definido en el apéndice B de la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertido desde tierra al mar [25]. Los parámetros que influyen en la dilución inicial son:

- Profundidad del vertido
- Caudal del vertido
- Presencia y características de los difusores
- Diferencia de densidades entre el vertido y el medio receptor
- Velocidad del medio receptor
- Estratificación del medio receptor

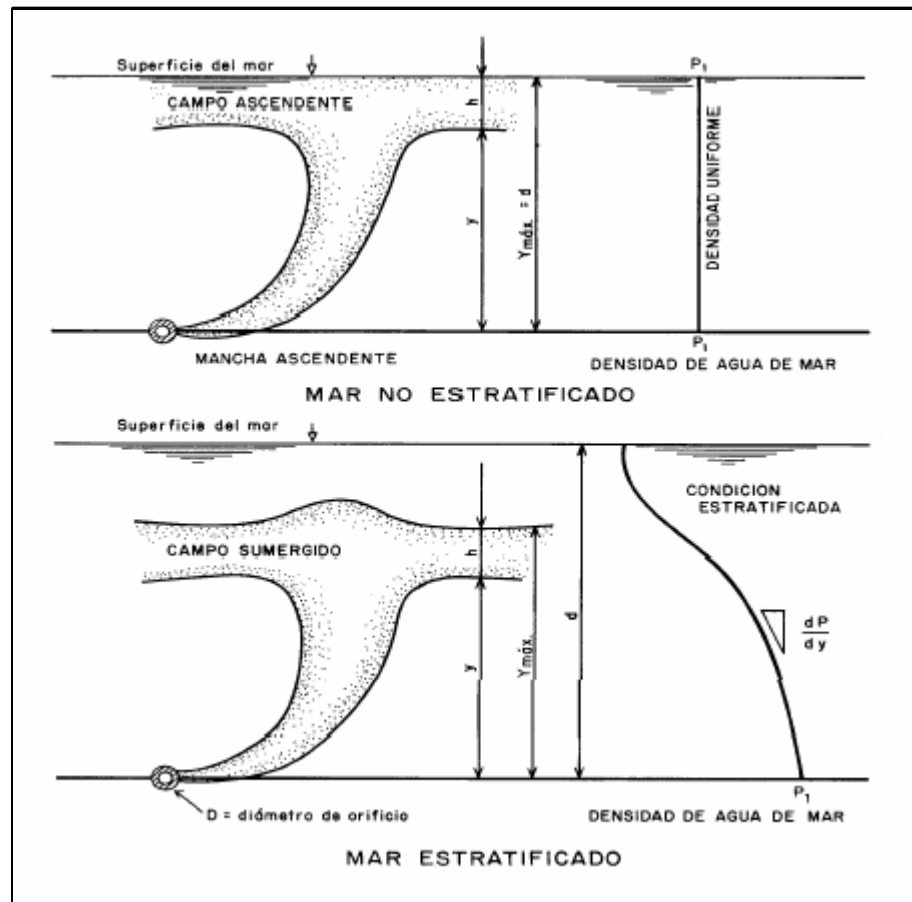


Figura 1: Campos ascendentes del agua residual en el mar bajo condiciones estratificadas y no estratificadas [24].

La dilución y la forma de vertido han sido tenidas en cuenta en diversos cánones como los siguientes:

- El canon andaluz diferencia entre vertidos que se realizan mediante emisarios submarinos de los que se hacen a través de conducciones de desagüe, estando, con carácter general, los primeros primados con un 50% de reducción sobre los segundos. Para que una conducción de vertido sea considerada emisario submarino debe cumplir, según la Instrucción sobre vertidos desde tierra al mar [25], dos condiciones: longitud superior a 500 metros y dilución superior a 100.

- El canon de Cataluña utiliza para los vertidos al mar que se realizan a través de instalaciones privadas un coeficiente por dilución (tabla 17, capítulo III) que puede alcanzar el valor de 0,6 para diluciones superiores a 11.000. La reducción que se emplea es inferior a la de Andalucía y además no es aplicable a todos los parámetros, por ejemplo están excluidas de la reducción las materias inhibidoras.

Cualquiera de los ejemplos anteriores, o mezclas de los mismos, pueden utilizarse en el establecimiento de coeficientes de dilución, tan sólo se ha de tener en cuenta que a mayor dilución menor debe ser el coeficiente, y que mientras menor sea éste más se fomentará la alternativa de construir una conducción de vertido que produzcan una gran dilución, frente a reducir la carga contaminante del vertido.

Para el cálculo de la dilución inicial se han de tener en cuenta las peores condiciones ambientales, por lo que se debe usar la menor velocidad del medio receptor. En cuanto la presencia de difusores y la estratificación del medio, la Instrucción [25] ofrece métodos de cálculo diferentes para cada uno de los casos.

El resto de los parámetros dependen del diseño y funcionamiento de la conducción. Cuanto más profundo sea el vertido y mayor la velocidad de salida más grande será la dilución que se provoca. Ambos parámetros pueden ser variables (la profundidad por influencia de la marea), por lo que se propone que se tomen los valores medios del caudal y de la profundidad.

Se propone la utilización de un coeficiente basado en el que existe actualmente en Andalucía, pero mejorado y con más tramos:

- Coeficiente de 0,25 para emisarios submarinos con dilución inicial

superior a 1.000.

- Coeficiente de 0,50 para emisarios submarinos con dilución inicial superior a 100.
- Coeficiente de 0,75 para vertidos permanentemente sumergidos y con dilución inicial superior a 10.
- Coeficiente de 1,00 para el resto de los casos

La introducción del coeficiente de 0,75 para vertidos permanentemente sumergidos fomenta la reducción del impacto visual de muchos de éstos y posibilita reducir el gravamen de los vertidos a estuarios que en ningún caso pueden realizarse a través de emisarios¹². El coeficiente de 0,25 aumenta la posibilidad de reducción para conducciones que produzcan diluciones muy grandes.

5.4 Otros coeficientes

En este apartado se incluyen a dos coeficientes con un alto componente medioambiental, que se podrían implantar cuando el desarrollo normativo lo permitiera. El primero fomenta la aplicación de las mejores técnicas disponibles para la reducción de las emisiones y el segundo penaliza a los vertidos que se producen en lugares donde afectan a la consecución de niveles adecuados de la calidad de las aguas.

12 Ya que los emisarios deben tener una longitud superior a 500 m entre la primera boca y la orilla.

A) De mejor técnica disponible

Existen dos casos, entre los estudiados, que tienen unos coeficientes que modifican el valor del impuesto si se superan unos determinados objetivos en los niveles de contaminación de los vertidos. El primero es la tasa australiana, que establece valores límites para los contaminantes más representativos de cada actividad. Estos límites están expresados en kg por unidad de producción, según lo recogido en la tabla 28 del capítulo III (kt de capacidad de refino por año para refinerías, hectáreas de superficie de las aguas usadas para acuicultura, 1.000 m³ de volumen anual autorizado para plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.), cuando se superan se debe utilizar una fórmula, para el cálculo de la tasa, en la que la carga que sobrepasa el límite se multiplica por 2.

El segundo caso es el impuesto alemán, en el que se aplica un coeficiente de reducción del 50% cuando los vertidos descienden por debajo de unos determinados valores de concentración, que están establecidos, según el tipo de vertido, en función de las mejores técnicas disponibles.

Una vez que esté implantada la Directiva IPPC [4] y establecidos los valores de emisión correspondientes a las mejores técnicas disponibles para cada sector industrial, podrán fijarse valores más estrictos a partir de los cuales se alcanzará una reducción en el canon. Con el mismo criterio se podrían establecer valores más altos, de manera que se penalizaran a aquellos vertidos que los superaran. Estos valores se podrían expresar en unidades de concentración (como en Alemania) o en carga contaminante (como en Australia).

La aplicación de este coeficiente haría que el impuesto fuera progresivo, no desde el punto de vista económico como el impuesto sobre la renta, sino desde el ambiental, ya que prima la reducción de la contaminación por aplicar una bajada

del impuesto superior al proporcional.

A título de ejemplo se hace una propuesta para el sector del refino de petróleo, para el que ya se han establecido en el documento BREF¹³ las mejores técnicas disponibles y los límites de vertido asociados a las mismas, que se recogen en la tabla 4, expresados en unidades de concentración y en carga contaminante:

Tabla 4: Rangos asociados a las mejores técnicas disponibles en el sector del refino de petróleo.

PARÁMETROS	Concentración (mg/l) (media mensual)	Carga (g/t de crudo procesado) (media anual)
Hidrocarburos totales	0,05 – 1,5	0,01 – 0,75
DBO ₅	2 – 20	0,5 – 11
DQO	30 – 125	3 – 70
Nitrógeno amoniacal	0,25 – 10	0,1 – 6
Nitrógeno total	1,5 – 25	0,5 – 15
Sólidos en suspensión	2 – 50	1 – 25
Metales totales (*)	<0,1 – 4	-

(*) Suma de As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V y Zn.

A partir de esta tabla se pueden establecer los siguientes coeficientes reductores:

13 BREF: BAT de referencia, documento que establece las mejores técnicas de referencia.

Tabla 5: Propuesta de coeficientes para el sector del refino de petróleo.

PARÁMETROS	CONCENTRACIÓN (mg/l)		
Hidrocarburos totales	1,5-1	1-0,5	<0,5
DQO	125-90	90-50	<50
Nitrógeno total	25-15	15-5	<5
Sólidos en suspensión	50-30	30-10	<10
Metales totales	4-2	2-1	<1
COEFICIENTE	0,75	0,5	0,25

Para los parámetros que aparecen en la tabla y que no se encuentran entre los que se consideran en el impuesto (DQO e hidrocarburos totales) se pueden establecer correlaciones con otros parámetros que sí lo están (COT y aceites y grasas respectivamente) para fijar los umbrales a partir de los cuales aplicar estos coeficientes reductores.

B) Por zona de contaminante crítico

Con este coeficiente se busca penalizar el vertido de ciertos contaminantes en zonas donde su efecto sea especialmente perjudicial, al modo del factor por zona de contaminante crítico de la tasa australiana.

Los motivos por los que se puede considerar a un contaminante como crítico para una zona son diversos:

- Que se superen, por el contaminante o por un parámetro relacionado directamente con él, los objetivos de calidad del medio receptor establecidos en la normativa vigente: Directiva 76/464 sobre sustancias peligrosas [3], Directiva 76/160 sobre aguas de baño [26], Directiva 79/923 sobre cría de moluscos [27] y la Orden de 14 de febrero de 1997 sobre objetivos de calidad

de las aguas [23].

- Que causen efectos ambientales adversos, aunque no se supere ningún límite legal. Es el caso de las zonas con problemas de eutrofización en las que se debe reducir el vertido de nutrientes. Para los vertidos urbanos esas zonas están definidas en el Decreto 54/1999, por el que se declaran zonas sensibles [28], conforme a la Directiva 91/271 sobre tratamiento de aguas residuales [17].
- Cuando esté plenamente implantada la Directiva marco de aguas, si se demostrara que es necesario reducir los vertidos de dicho contaminante para alcanzar el buen estado químico o ecológico de una masa de agua marina o de transición.

Se propone, con carácter general, que por los contaminantes que se consideren críticos se pague 3 veces más que por los otros. Para ello será necesario que, previamente, mediante una norma se establezcan cuales son las zonas críticas y sus contaminantes asociados, en esta norma deberá reflejarse si el coeficiente es 3 u otro diferente, según la gravedad de la situación.

Otra cuestión que hay tener en cuenta es que este coeficiente sólo debe multiplicar a las unidades del contaminante crítico, mientras que los demás multiplican al total de las unidades de contaminación. Esto rompe el esquema general para obtener el valor del impuesto mediante la multiplicación de los tres factores independientes siguientes:

- Las unidades de contaminación, que están asociados a la carga contaminante.

- El precio de la unidad de contaminación, valor único en todo el territorio.
- Coeficientes correctores, que tienen en cuenta los demás aspectos.

Este coeficiente por zona de contaminante crítico puede ser una importante herramienta para acelerar las medidas de reducción de la contaminación.

6. VERTIDOS Y PARÁMETROS CON TRATAMIENTOS ESPECIALES

Ciertos vertidos deben tener un tratamiento especial, como es el caso de los de refrigeración y los de ciertos sectores donde la aplicación de la regla general daría lugar, sin justificación, a importes muy elevados del impuesto. También necesita un tratamiento especial para el pH debido a su carácter logarítmico, y a que es perjudicial para el medio acuático que este parámetro alcance tanto valores altos como bajos, lo que hace que no sea posible aplicarle el régimen general.

A continuación se proponen tratamientos diferenciados para el pH y los vertidos urbanos, de refrigeración, piscifactorías, desalinizadoras y agrícolas.

6.1 pH

Todas las normativas exigen que el pH de los vertidos esté en todo momento dentro de un rango (habitualmente entre 5,5 y 9,5 ó entre 6 y 9), dado que no es posible utilizar directamente los valores de este parámetro para calcular las unidades contaminantes, se propone emplear el tiempo que el parámetro está

en unos determinados rangos para cuantificar las unidades contaminantes de pH. Cuanto más alejados estén los valores de pH del rango central más peso deben tener en el cómputo de las unidades contaminantes. Se propone la siguiente expresión para las unidades de contaminación de pH (UC_{pH}):

$$UC_{pH} = Q \times \frac{T_0 + 10 T_1 + 100 T_2}{\text{tiempo total}}$$

siendo

T_0 : tiempo en minutos en el que el pH está entre 5 y 6 o entre 9 y 10.

T_1 : tiempo en minutos en el que el pH está entre 4 y 5 o entre 10 y 11.

T_2 : tiempo en minutos en el que el pH es inferior a 4 o superior a 11.

Para calcular las unidades contaminantes correspondientes al pH es necesario disponer de un control en continuo de este parámetro, por lo que este tipo de control se deberá exigir a los vertidos que puedan alcanzar valores de pH por encima de 9 ó por debajo de 6.

6.2 Vertidos de refrigeración

Los parámetros más significativos de los vertidos de refrigeración son la temperatura y el cloro total, aunque también es necesario estudiar la presencia de otros contaminantes.

A) Temperatura

En los antiguos cánones de la Ley de Aguas y de Andalucía se utilizaba un sistema que asignaba coeficientes diferentes según el volumen de vertido, esto llevaba, en algunos casos, a situaciones en las que un aumento del caudal de

vertido suponía una disminución del impuesto, como se ha visto en el capítulo III.

Se propone un sistema totalmente proporcional a la carga térmica, puesto que no hay ningún motivo para diferenciar la contaminación química de la térmica. Por tanto, las unidades contaminantes de origen térmico se pueden calcular mediante la expresión:

$$UC = Q \times \frac{VL_T}{VR_T}$$

esta es la ecuación de una recta que pasa por el origen, donde Q es la variable caudal expresado en miles de m³, VL_T es valor límite de la temperatura, que se expresa habitualmente en las normativas como ΔT en el medio receptor y VR_T el valor de referencia para el parámetro temperatura. Para aplicarlo basta con calcular un valor de referencia adecuado al parámetro temperatura.

Si se elige el valor de referencia de la temperatura con el mismo criterio que el resto de los parámetros, se tendrá que cuando los valores límites sean los máximos autorizables (VL_T = VR_T) las unidades contaminantes de origen térmico coincidirán con el caudal de vertido, que para los de refrigeración es muy elevado (en las centrales térmicas entre 10⁷ y 10⁹ m³), y los vertidos de refrigeración se gravarían de la misma forma que los industriales de igual volumen, a pesar de que la contaminación química puede producir un daño mayor que la térmica. Se propone que el valor de referencia de la temperatura se obtenga multiplicando el valor obtenido con el criterio general por un coeficiente que tenga en cuenta la diferencia de peso que debe tener la contaminación térmica frente a la química, con lo que las unidades contaminantes de origen térmico tendría la expresión:

$$UC_T = Q \times \frac{VL_T}{VR_T \times k_T}$$

En los tributos existentes, la relación entre los precios por m³ de los vertidos con contaminación química y térmica, suponiendo que vierten a los límites máximos permitidos, está entre 40 (para los vertidos menores de 100 Hm³) y 1000 (para los mayores de 1000 Hm³), ya que el precio por m³ se reduce con el volumen de vertido en casi todos los tributos.

En el impuesto que se propone se debe elegir un valor de k_T entre 40 y 1000 que represente la diferencia de peso entre la contaminación térmica y la química.

Como el incremento de temperatura en el medio receptor es difícil de determinar se propone trabajar, opcionalmente, con la diferencia de temperatura del vertido respecto al agua de captación, al ser ésta más fácil de medir. Para calcular su valor de referencia se puede establecer una proporción entre el incremento máximo en el medio receptor y el incremento de temperatura de los vertidos de refrigeración de las centrales térmicas.

Este parámetro sólo se debe tener en cuenta cuando el incremento de temperatura del vertido, respecto al medio receptor, sea superior al objetivo de calidad, expresado como incremento de temperatura en el medio receptor. Asimismo, se debe aplicar no sólo a los vertidos de refrigeración sino a cualquier vertido industrial.

B) Cloro total

Otro contaminante importante en estos vertidos es el cloro total (Cl₂), que

se utiliza como biocida. Su límite de vertido no suele ser adecuado como valor de referencia porque es el valor máximo referido a vertidos de refrigeración, y al igual que la temperatura su aplicación llevaría a que se gravaran estos vertidos como industriales muy contaminados, lo que dado su volumen implicaría impuestos muy elevados.

Se propone utilizar un coeficiente (k_{CL2}) que tenga en cuenta la importancia relativa de los volúmenes medios de vertidos industriales y de refrigeración, de manera que las unidades contaminantes de cloro total asociadas a un vertido de refrigeración estándar sean del mismo orden que las asociadas a cualquier otro contaminante en un vertido industrial estándar. Por tanto:

$$UC_{CL2} = Q \times \frac{VL_{CL2}}{VR_{CL2} \times k_{CL2}}$$

donde k_{CL2} se calcula a partir de la expresión:

$$k_{CL2} = \frac{Q_R}{Q_I}$$

en la que Q_R y Q_I son los caudales anuales correspondientes a un vertido estándar de refrigeración e industrial, respectivamente.

C) Otros contaminantes

Otro aspecto que conviene tener en cuenta en los vertidos de refrigeración es la posible presencia de contaminación química procedente del proceso. Aunque no es frecuente en la refrigeración de centrales térmicas, sí lo es en los vertidos de procesos industriales, sobre todo en las instalaciones antiguas. Esto se

debe a que en éstas las corrientes de refrigeración se mezclaban con las de proceso sin que éstas fueran depuradas, o simplemente se utilizaban para arrastrar los contaminantes, como en el caso del lavado de los gases de chimenea. La situación actual de separación entre ambos tipos de vertido se debe a un proceso de segregación gradual, que no se ha completado en todos los casos o que se rompe cuando ocurren accidentes o averías. También pueden llegar contaminantes a las aguas de refrigeración de fuentes difusas existentes en la instalación, por ejemplo la escorrentía del agua de lluvia desde superficies contaminadas.

Por ser muy elevados los caudales de los vertidos de refrigeración, la existencia de este tipo de contaminantes no es fácil de detectar. Así en un vertido de 20.000.000 m³/año, 1 kg de mercurio, que es el umbral EPER, supone una concentración de 0,00005 mg/l, que es muy inferior a cualquier límite de vertido u objetivo de calidad establecido, por lo que difícilmente sería considerado como parámetro característico. Por tanto, se ha de aplicar un régimen especial para decidir cuando se debe tener en cuenta la presencia de contaminantes en los vertidos de refrigeración.

Se propone como criterio para decidir si un contaminante debe evaluarse en el impuesto, la aplicación del test de contraste de hipótesis en el que la hipótesis nula (H_0) es que la población de datos analíticos en el agua de captación sea diferente a la del vertido, con un grado de significación (α) de 0,05. Si no se puede probar la hipótesis nula, no se debe incluir dicho contaminante en el impuesto. El test se ha de realizar para todos los contaminantes en los que los datos medios a la salida sean superiores a los de entrada.

Para realizar el test de contraste es necesario contar con un número importante de datos analíticos de la captación y del vertido, además la técnica

analítica debe ser lo suficientemente sensible para poder cuantificar los contaminantes en el agua de entrada.

6.3 Vertidos de piscifactorías

Los vertidos de las piscifactorías situadas en tierra se caracterizan por tener grandes volúmenes de vertido con bajas concentraciones de contaminantes.

Estas características hacen que:

- Existan pocos contaminantes que se puedan considerar representativos si se aplica el criterio general.
- Los contaminantes presentes en el agua de captación sean una parte importante de los encontrados en el vertido.

Teniendo en cuenta que los contaminantes más característicos de esta actividad son: materia orgánica, materia en suspensión, nitrógeno y fósforo [29] [30] se propone:

- Utilizar una lista cerrada con los siguientes parámetros: sólidos en suspensión, carbono orgánico total, nitrógeno total y fósforo total.
- Que el cálculo de las unidades de contaminación se realice sobre la diferencia entre la carga contaminante vertida y la presente en el agua de captación, siempre que ésta proceda del medio receptor del vertido.

6.4 Vertidos urbanos

Estos vertidos son muy homogéneos en cuanto a los niveles de concentración de los parámetros característicos, siendo las principales diferencias entre éstos las debidas a la existencia, o no, de una planta depuradora. Se propone utilizar una lista cerrada de parámetros, como en el caso de las piscifactorías, en la cual no deben faltar los parámetros más comunes de las aguas residuales urbanas: materia orgánica, sólidos en suspensión, nitrógeno y fósforo.

Respecto a la materia orgánica, aunque se eligió como mejor parámetro al COT, no se descartó la posibilidad de utilizar en los vertidos urbanos la DQO y la DBO₅, debido a que la Directiva 91/271 establece límites para estos parámetros, por lo que siguen siendo los más utilizados en la vigilancia de los niveles de materia orgánica en este tipo de vertidos.

Por tanto se propone:

- Como primera alternativa: emplear el COT en aquellos vertidos donde este parámetro se mida habitualmente.
- En segundo lugar, si no se controla el COT, utilizar, si existe, una correlación entre DQO y COT o entre DBO₅ y COT específica para el vertido. Esta correlación deberá actualizarse al menos una vez al año.
- Por último, si ni se controla el COT ni existen correlaciones específicas para el vertido, usar la ecuación general que se obtenga de la correlación entre los valores de DQO y COT o DBO₅ y COT de todos los vertidos de los que se dispongan de datos conjuntos.

6.5 Desalinizadoras

El parámetro más representativo de las desalinizadoras es su salinidad (que generalmente se mide por su conductividad). Este último parámetro presenta muchas analogías con la temperatura de los vertidos de refrigeración, tales como:

- Sólo se producen daños cuando la conductividad o los volúmenes de vertido son muy altos
- No existen límites de vertido para la conductividad sino niveles máximos permitidos en el medio receptor
- Se debe utilizar como parámetro el incremento de conductividad respecto al medio receptor, no la conductividad del vertido.

Por tanto se propone para las unidades contaminantes una expresión análoga a la de la temperatura:

$$UC_x = Q \times \frac{VL_x}{VR_x \times k_x}$$

Donde los valores deben estar expresados como incremento de conductividad (ΔX), además si el agua de captación no procede del mar sino de un pozo salino con una conductividad menor, el incremento de conductividad se debe medir respecto al mar, no a la captación, porque es en el mar donde tiene lugar el impacto del vertido.

En el caso de que el agua de captación no provenga del mar sino de un acuífero costero, es posible que el vertido se encuentre contaminado con

sustancias que estén presentes en el agua subterránea. En estos casos se deben tener en cuenta estos parámetros en el cómputo del impuesto.

También han de tener un tratamiento especial los vertidos salinos en estuarios donde la salinidad es baja, ya que en estos casos el impacto que se produce es mayor. En estos casos se propone utilizar un valor de k_x que sea variable con la conductividad del medio receptor.

6.6 Vertidos agrícolas

Estos vertidos proceden de los retornos de riego de los cultivos, se producen, salvo en casos excepcionales, como consecuencia de un uso ineficiente del agua de riego asignada y, por tanto, del despilfarro del recurso.

Los vertidos agrícolas generalmente presentan contaminación microbiológica, materia orgánica, sólidos en suspensión, nutrientes y plaguicidas, y, ocasionalmente, tensoactivos aniónicos y aceites y grasas, estos últimos debidos a la presencia de aguas residuales urbanas que se evacúan a través de las acequias de riego.

Se propone para estos vertidos un criterio parecido al del canon catalán, que sólo los grava cuando están contaminados por materia orgánica, abonos o plaguicidas, pero es necesario definir criterios cuantitativos para determinar esta presencia.

Por tanto, se propone que sólo sean gravados los vertidos que contengan plaguicidas o algún parámetro de los asociados a los vertidos urbanos (entre los que están la materia orgánica, los sólidos en suspensión, nitrógeno y fósforo) por encima de los valores umbrales que se establezcan con carácter general para

dichos parámetros. Se considera que hay presencia de algún plaguicida cuando alcanza un valor por encima del límite de cuantificación. En las zonas o cultivos donde los plaguicidas que se usan son bien conocidos se puede limitar a éstos el control de los vertidos.

6.7 Aliviaderos de pluviales

La mayoría de los vertidos al mar corresponden a aliviaderos de pluviales. Como las redes de aguas residuales, sobre todo las urbanas, son casi todas unitarias, cuando el vertido se produce contiene una mezcla de aguas residuales sin depurar con aguas pluviales.

Para estos vertidos es muy difícil obtener los datos necesarios para calcular las unidades contaminantes asociadas al vertido (caudal y concentración de los parámetros característicos) por lo que se propone un método alternativo para estimar las unidades contaminantes de los vertidos eventuales.

El dato más fácil de obtener de un vertido eventual es el diámetro de su conducción (en caso de conducciones no circulares se puede utilizar el diámetro del círculo que tenga la misma sección). Teniendo en cuenta las limitaciones y los datos de diseño para los aliviaderos de pluviales de la Instrucción de emisarios submarinos [25] se tiene que no deben funcionar más de 450 horas al año y que la velocidad debe ser superior a 0,6 m/s.

Una estimación del caudal puede ser:

$$Q = V \times A = V \times \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Que para un año sería:

$$Q(\text{m}^3 / \text{año}) = 0,6 \times \pi \times \frac{D^2}{4} \times \frac{450 \text{ horas}}{1 \text{ año}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}}$$

$$Q(\text{m}^3 / \text{año}) = 763,407 \times D^2$$

y, pasando el caudal a miles de m³, se obtiene una estimación de las unidades contaminantes mediante la expresión:

$$UC = \sum_{i=1}^n Q \times \frac{VL_i}{VR_i} = 763,4 \times D^2 \times \sum_{i=1}^n \frac{VL_i}{VR_i}$$

Con lo que se tiene una expresión de las unidades contaminantes en función del diámetro (expresado en metros) de la conducción del vertido, de los valores límite (que se pueden estimar) y de los de referencia (que serán fijados en cada tributo).

Dado que las hipótesis de partida¹⁴ pueden alejarse de las condiciones reales para casos concretos, se debe dejar abierta la opción de que se estimen individualmente los valores de caudal y concentración asociados a cada vertido.

Los vertidos de pluviales procedentes de una red separativa no deben ser gravados con el mismo criterio, por lo que se propone aplicarles el de mínimos del apartado 4 (UC_{min} para vertidos no autorizados o que no cumplan las condiciones de la autorización y exento en caso contrario) con lo que se

14 Funcionamiento durante 450 horas al año y velocidad de 0,6 m/s.

fomentan la construcción de redes pluviales separativas.

7. PRECIO DE LA UNIDAD CONTAMINANTE

Por último, para poder calcular el valor del impuesto es necesario establecer el precio de la unidad contaminante. Aunque generalmente, como en todos los impuestos, en la fijación de este valor priman los criterios políticos, se pueden hacer aproximaciones técnicas que den unos valores entre los que se recomienda que se fije el precio de esta unidad; éstos son:

- a) El valor más bajo del rango (valor mínimo) se debe estimar de manera que la cantidad recaudada con el tributo sea igual a un mínimo prefijado.
- b) El valor más alto de rango (valor disuasorio) es aquel para el que se igualen los costes de construcción y mantenimiento de los sistemas de depuración con la disminución del impuesto que se alcanzaría con dicha depuración.

Ambos valores son sólo orientaciones para ayudar a la decisión política final. Sin embargo podría adoptarse un valor inferior al denominado valor mínimo si se decide reducir la presión fiscal por este tipo de impuestos, o superior al valor disuasorio si se desea que esta herramienta económica sea la principal para la disminución de la contaminación de los vertidos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Convenio para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre, hecho en París el 4 de Junio de 1974. Modificado por el Protocolo de enmienda del Convenio para la prevención de la contaminación marina

de origen terrestre, hecho en París el 26 de marzo de 1986.

- [2] Convenio de Barcelona para la protección del Mediterráneo. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Ministerio de Medio Ambiente. Serie “Monografías”. Madrid, 1996.
- [3] Directiva 76/464/CEE, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la comunidad. DOCE nº L 129 de 18 de mayo de 1976.
- [4] Directiva 96/61/CEE relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC). DOCE nº L 257, de 10 de octubre de 1996.
- [5] Decisión 2000/479/CE de la Comisión, de 17 de julio de 2000, relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER) con arreglo al artículo 15 de la Directiva 96/61/CE del Consejo relativa a la prevención y control integrados de la contaminación (IPPC). DOCE L 192 de 38 de julio de 2000.
- [6] Directiva 2000/60/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. DOCE nº L 327, de 22 de diciembre de 2000.
- [7] OSPAR Convention. OSPAR Strategy with regard to Hazardous Substances. Ministerial meeting of the OSPAR commission. Sintra: 22-23 julio de 1998. <http://www.ospar.org>.
- [8] The North Sea Conference: Annex 1A (List of priority substances agreed by the Third North Sea Conference) and 1D (Reference of substances agreed by the Third North Sea Conference, for further selection of priority substances), in: Oslo and París Conventions for the Prevention of Marine Pollution, Working Group on Diffuse Sources (DIFF), Oslo: 20-24 October 1997, Summary Record DIFF 97/19/E-1. Annex 8. <http://www.ospar.org>.
- [9] HELCOM list of priority substances. HELCOM 12/18, Anexo 6, HELCOM 14/18, 6.40 y Recomendación HELCOM 19/5, Apéndice 3. <http://www.helcom.fi/recommendations>.
- [10] United States Environmental Protection Agency. National Recommended Water Quality Criteria: 2002 .Office of water. <http://www.epa.gov/ow>.
- [11] Criteria for Surface Water Quality Clasifications. Section 62-302.530, F.A.C. Florida Department of Environmental Protection <http://www.dep.state.fl.us/legal/rules/shared/62-302t.pdf>.

- [12] Australian and New Zealand Guidelines of Fresh and Marine Water Quality. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council. July 1999. <http://www.deh.gov.au/pcepd/anzecc/index.html>.
- [13] Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. Summary table. Update 2002. http://www.ccme.ca/assets/pdf/e5_002.pdf.
- [14] Water Quality Guidelines for British Columbia. Water Management Branch. Environment and Resource Management Department Ministry of Environment, Lands and Parks. 1998 edition. <http://wlapwww.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/ approved.html>.
- [15] Cole, S., Codling, I.D., Parr, W. and Zabel, T.,1999. Guidelines for managing water quality impacts within UK European marine sites, WRC. http://www.english-nature.org.uk/uk-marine/reports/pdfs/water_quality.pdf
- [16] Statutory Order n° 921 of October 8, 1996 on Quality Standards for Water Bodies and Emission Standards for Discharges of Certain Hazardous Substances to Watercourses, Lakes and Sea. Ministry of Environment and Energy, Danish Environment Agency. February 2002. <http://www.mst.dk/rules/02032700.doc>.
- [17] Directiva 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. DOCE n° L 135, de 30 de mayo de 1991. Modificada por Directiva 98/15, de 27 de febrero de 1998, en determinados requisitos del anexo I. DOCE n° L 67, de 7 de marzo de 1998.
- [18] Marín Galvín, R. 1995. Análisis de aguas y ensayos de tratamiento. GPE, Barcelona.
- [19] Propuesta de Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas. Exposición de Motivos. COM (2000) 47 final. Bruselas,07.02.2000. <http://www.europa.eu.int>.
- [20] OSPAR, 2000. Draft OSPAR Background Document on the Grouping of Substances for Assessment Purposes, Based on the Example of Short-, Medium- and Long- Chained Chlorinated Paraffins. PDS 00/3/4-E. OSPAR Commission. Cambridge 11-15 December 2000. <http://www.ospar.org>.
- [21] UNEP.1997. Programa de acción estratégico sobre la lucha contra la contaminación causada por actividades situadas en tierra. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. UNEP(OCA)/MED IG 11/9. PNUMA. Atenas, 1997.

- [22] Fraunhofer-Institut, Umweltchemie und Ökotoxikologie. Revised Proposal for a List of Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive (COMMPS procedure), 1999. <http://www.europa.eu.int>.
- [23] Orden de 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por vertidos, en desarrollo del Decreto 14/1996. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 27 de 4 de marzo de 1997 (corrección de errores Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 143, de 11 de diciembre de 1997).
- [24] Ubicación y diseño de emisarios submarinos. Evaluación del impacto ambiental. Informe nº 43 de MARC, Centro de Investigación y Monitoreo y Evaluación, King's College London, Universidad de Londres. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Panamericana de la Salud, División de Salud y Medio Ambiente. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaca/e/fulltext/marc43/marc43.pdf>.
- [25] Orden de 13 de junio de 1993, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar. BOE de 27 de julio de 1993 (corrección de errores en BOE de 13 de agosto de 1993).
- [26] Directiva 76/160/CEE, de 8 de diciembre, relativa a la calidad de las aguas de baño. DOCE nº L 31, de 5 de febrero de 1976.
- [27] Directiva 79/923/CEE, de 30 de octubre, relativa a la calidad exigida a las aguas para la cría de moluscos. DOCE nº L 281, de 10 de noviembre de 1979.
- [28] Decreto 54/1999, de 2 de marzo, por el que se declaran las zonas sensibles, normales y menos sensibles en las aguas del litoral y de las cuencas hidrográficas intracomunitarias de la comunidad autónoma de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 5, 12 de enero de 1999. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 35, de 23 de marzo de 1999.
- [29] Libro Blanco de la Gestión Medioambiental en la Acuicultura Española. Capítulo 5, Aspectos Medioambientales de la Acuicultura. Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente.
- [30] José Carmona Fernández et al, 2002. Acuicultura Litoral en Andalucía. Manual de Gestión Ambiental. Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

Los vertidos desde tierra al mar en Andalucía

Existen en esta Comunidad un total de 1.078 vertidos al mar desde tierra, aunque deberían denominarse vertidos que afectan al dominio público marítimo-terrestre, ya que incluyen también los realizados a estuarios y a la zona de servidumbre de protección del dominio público marítimo-terrestre. En definitiva, se trata de los vertidos que están afectados por la Ley de Costas [1]. Su distribución provincial se muestra en la figura 1:

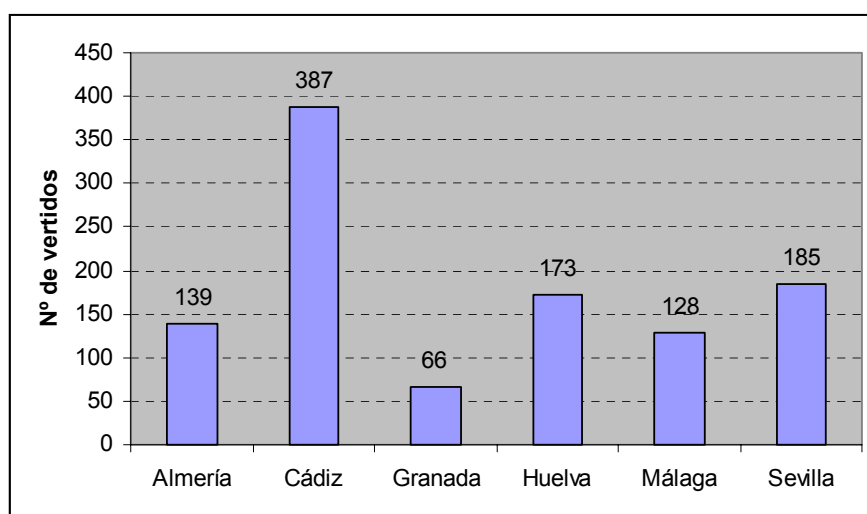


Figura 1: Distribución provincial de los vertidos en Andalucía.

Las provincias que tienen más vertidos son, por este orden, Cádiz, Sevilla y Huelva, las tres provincias atlánticas de Andalucía. En estas provincias existen estuarios mucho más grandes que en el Mediterráneo, como ejemplo se pueden citar, los del Guadiana, Tinto, Odiel, Carreras y Piedras en Huelva, los del Guadalete, Barbate, en Cádiz y el Guadalquivir, que baña las tres provincias.

La existencia de un mayor número de vertidos en las provincias con estuarios no sólo se debe al incremento de longitud de la costa, sino también a otros motivos que hacen que en los estuarios haya, proporcionalmente, un mayor número de éstos. Estos motivos son que para verter en los estuarios no se necesitan infraestructuras costosas como son los emisarios submarinos y además que sus aguas no se usan para el baño, lo que hace que en los estuarios no exista la tendencia a unificar los vertidos que hay en el litoral, donde el baño está generalizado y los vertidos se suelen unificar antes de ser enviados lejos de la costa.

1. CLASIFICACIÓN DE LOS VERTIDOS SEGÚN SU NATURALEZA

La distribución de los vertidos por provincias según su naturaleza se muestra en la tabla 1.

La gran mayoría de los vertidos son urbanos, lo que se explica fácilmente si se tiene en cuenta el importante porcentaje de población que vive en la costa y que la principal actividad económica de la zona litoral es la turística, que también genera vertidos de esta naturaleza.

Tabla 1: Distribución provincial de los vertidos según su naturaleza.

Provincia	Urbana	Industrial	Acuícola	Agropecuario	Total
Almería	121	13	2	3	139
Cádiz	319	65	3	0	387
Granada	52	4	1	9	66
Huelva	134	37	2	0	173
Málaga	121	1	0	6	128
Sevilla	124	24	0	37	185
Total	871	144	8	55	1.078

El segundo grupo, con un número mucho menor, son los industriales, que en su mayoría se encuentran en Cádiz y Huelva, las provincias de mayor concentración industrial.

El tercer grupo, los agropecuarios, esta compuesto en su mayoría por vertidos procedentes de sobrantes de agua de riego. Sevilla es la provincia con mayor número de ellos, como consecuencia de los retornos procedentes de las inundaciones de las plantaciones de arroz que existen en las marismas del Guadalquivir.

El último grupo lo constituyen los vertidos acuícolas proceden de las actividades de cría y engorde de peces que se desarrollan en tierra.

En la figura 2 se representa, en porcentaje, la naturaleza de los vertidos en cada provincia:

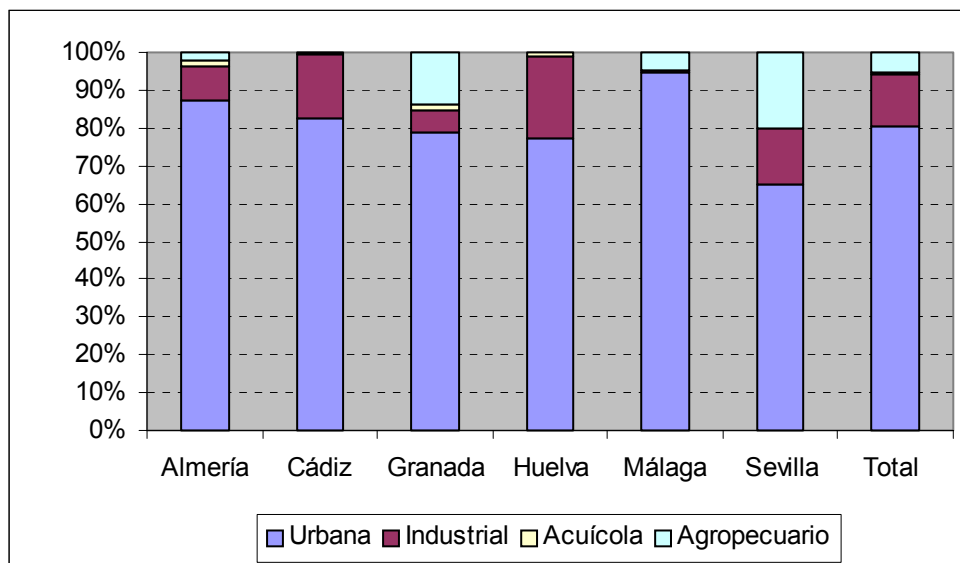


Figura 2: Porcentaje provincial de los vertidos según su naturaleza.

El 80% de los vertidos son de naturaleza urbana, media ampliamente superada en Málaga donde el 95% son urbanos. Los vertidos industriales representan el 13,4% del total, las mayores diferencias entre provincias se dan entre Huelva, en la que más del 20% son industriales, y Málaga, casi sin este tipo de vertidos (el único que tiene es el rechazo de la salmuera procedente de una desalinizadora). En cuanto a los vertidos agropecuarios, sólo en Sevilla y Granada representan una proporción superior al 10%.

2. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL LUGAR DE VERTIDO

Las aguas litorales andaluzas se clasifican, según la Orden de objetivos de calidad [2] en: especiales (espacios naturales protegidos), limitadas (estuarios y bahías cerradas), normales (aguas marinas cercanas a la costa) y menos limitadas (aguas marinas alejadas de la costa).

En la tabla 2 se indica la distribución provincial de vertidos según el tipo de zona.

Tabla 2: Distribución provincial según la zona de vertido.

Provincia	ZONA				Total
	Especial	Limitada	Normal	Menos limitada	
Almería	10	0	121	8	139
Cádiz	51	141	190	5	387
Granada	0	0	55	11	66
Huelva	20	49	97	7	173
Málaga	0	0	112	16	128
Sevilla	0	185	0	0	185
Total	81	375	575	47	1.078

Los más comunes son los vertidos a aguas normales, que suponen el 53%, y le siguen los realizados a aguas limitadas, con un 35%.

La categoría menos frecuente es la de vertidos a aguas menos limitadas, ya que para alcanzar a estas aguas se necesita un emisario de longitud superior a media milla náutica en el Mediterráneo y a una milla náutica en el Atlántico.

Los vertidos a zonas especiales se encuentran en Cádiz (Parque Natural de la Bahía de Cádiz), Huelva (Paraje Natural de Marismas del Odiel) y Almería (Parque Natural de Cabo de Gata).

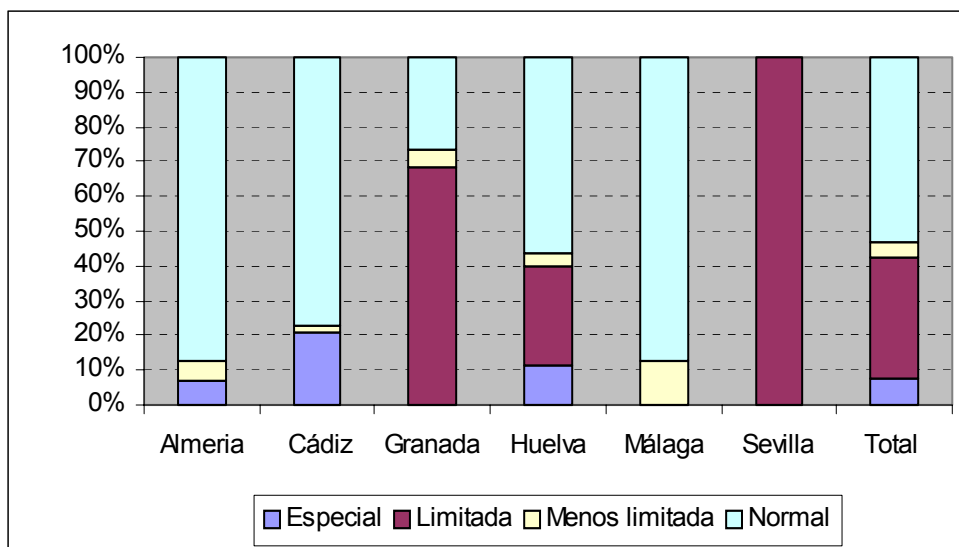


Figura 3: Porcentaje provincial de los vertidos según su naturaleza.

En relación con la distribución provincial (figura 3) se presentan dos casos extremos, uno es el de Sevilla que tiene todos sus vertidos en aguas limitadas (estuario del Guadalquivir) y otro es el de las provincias mediterráneas que reparten sus vertidos entre aguas normales y menos limitadas, con la excepción de Almería que tiene un 7,2% de sus vertidos en aguas especiales (en la zona del Cabo de Gata).

3. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FORMA DE VERTIDO

La forma de vertido afecta al canon, reduciendo su importe en el caso de vertido a través de conducciones con mayor dilución.

La clasificación provincial por la forma de vertido se indica en la tabla 3.

Tabla 3: Distribución provincial según forma de vertido.

Provincia	FORMA DE VERTIDO			
	Conducción de desagüe	Emisario	Otros	Total
Almería	110	18	11	139
Cádiz	368	15	4	387
Granada	39	21	6	66
Huelva	166	6	1	173
Málaga	109	19	0	128
Sevilla	185	0	0	185
Total	977	79	22	1078

La mayoría de los vertidos, el 90,6%, son conducciones de desagüe, ya que tan sólo 79 (el 7,3%) cumplen las condiciones requeridas para los emisarios submarinos. Entre las conducciones existen formas de vertidos muy diversas, desde los que se realizan a través de canales o tuberías no sumergidos, hasta los que se hacen a través de tuberías sumergidas que no cumplen con alguna de las condiciones de la Instrucción [3] para ser considerados emisarios.

En la clasificación de “otros” se encuentran formas de vertidos de difícil clasificación, como pequeños efluentes urbanos que vierten en una fosa séptica.

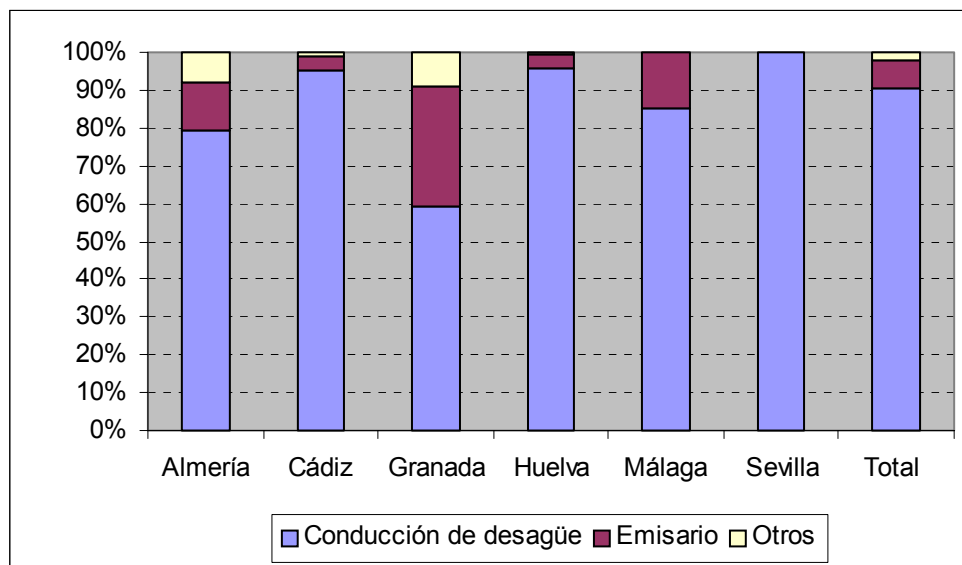


Figura 4: Porcentaje provincial según su forma de vertido.

Las provincias netamente mediterráneas (Almería, Granada y Málaga) son las que tienen un mayor porcentaje de emisarios, destacando Granada con el 31,8%. De nuevo influye en esta clasificación la diferencia existente entre el Mediterráneo y el Atlántico, ya que los numerosos vertidos que se realizan a los estuarios en la zona atlántica no pueden alcanzar la condición de emisario submarino (longitud superior a una milla náutica), como queda patente en el caso de Sevilla que no dispone de ningún emisario.

4. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIONAMIENTO

En la figura 5 se representan los vertidos de Andalucía según su funcionamiento temporal.

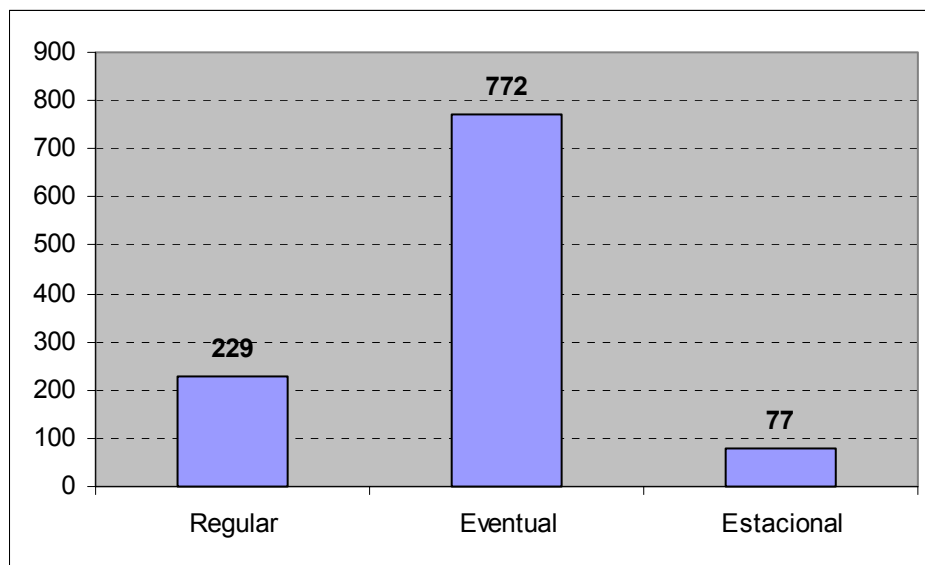


Figura 5: Número de vertidos según su funcionamiento temporal.

De los 1.078 vertidos tan sólo 229 tienen un funcionamiento regular, (funcionan en continuo), siendo mayoritarios los eventuales u ocasionales. Existen 77 con funcionamiento estacional, es decir, que sólo se producen en determinadas épocas del año.

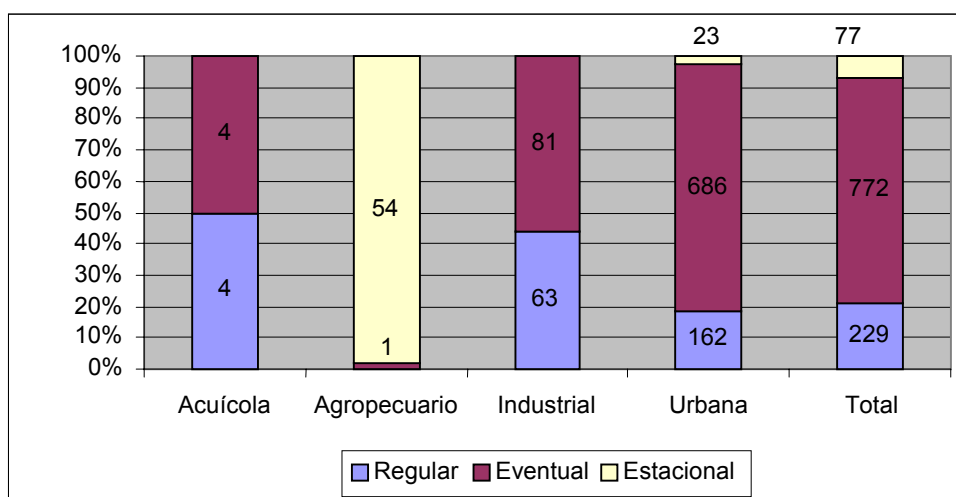


Figura 6: Funcionamiento temporal de los vertidos según su naturaleza en porcentaje (ordenadas) y en número (se indica en las columnas).

La mayoría de los vertidos regulares son de naturaleza urbana e industrial, suponen entre ambos el 98%. El sector industrial es el que mayor proporción de vertidos regulares tiene, un 48%, si se exceptúan los vertidos acuícolas en los que de los 8 vertidos existentes 4 son regulares.

En cuanto a los vertidos eventuales u ocasionales se tiene que 686 son urbanos de un total de 772.

De los 686 vertidos urbanos ocasionales, 592 (un 86%) son de origen pluvial, siendo 352 procedentes de aliviaderos de pluviales de redes unitarias y 240 de redes separativas. El resto, 94, son aliviaderos de aguas residuales, en su mayoría de estaciones de bombeo que se emplean cuando existen problemas o averías en el sistema.

También los vertidos industriales ocasionales proceden en su mayoría de aliviaderos de pluviales de redes unitarias y separativas de zonas industriales.

En relación con los 77 vertidos estacionales, hay 54 de origen agropecuario, en su mayoría procedentes de las inundaciones de los cultivos de arroz en las marismas del Guadalquivir. Los restantes vertidos estacionales son urbanos de zonas de camping, bares de playa, hoteles y otros establecimientos de temporada que vierten en su mayoría a fosas sépticas y a pozos ciegos.

4.1 Vertidos con funcionamiento regular

Los vertidos con funcionamiento continuo o regular son los más importantes desde el punto de vista de la contaminación que producen. En la figura 7 se representa la naturaleza de los vertidos regulares en cada provincia.

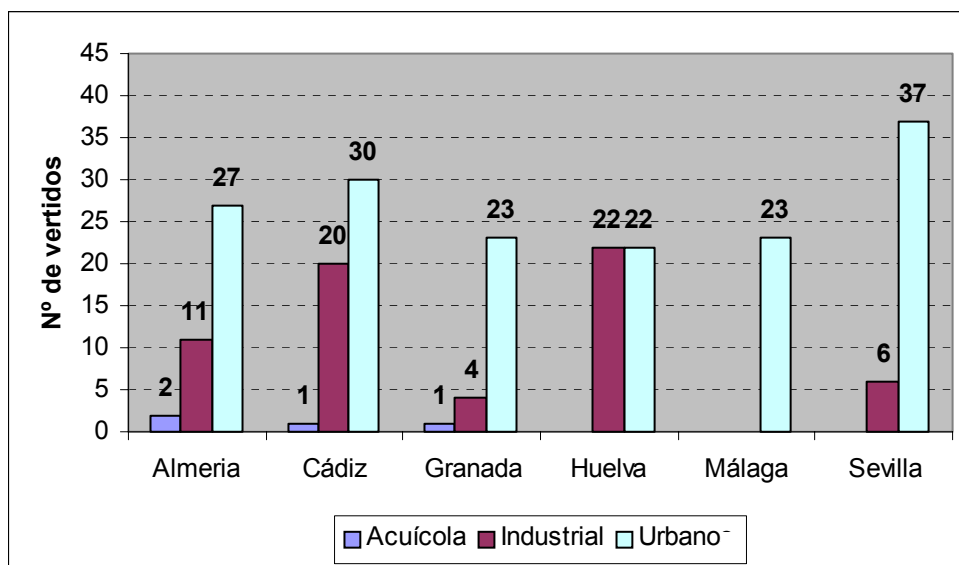


Figura 7: Naturaleza de los vertidos regulares según la provincia.

Se observa que el número de vertidos regulares urbanos es similar en las distintas provincias, mientras que los industriales se concentran fundamentalmente en Huelva y Cádiz.

A) Vertidos urbanos regulares

Sevilla y Cádiz, dos provincias con largos estuarios, son las que tienen más vertidos urbanos regulares, ya que los estuarios fomentan la existencia de un mayor número de vertidos. Este hecho se ve acrecentado si no existe depuradora de aguas residuales ya que es habitual que los vertidos más antiguos se produzcan en el punto más cercano con cota suficiente para evacuar por gravedad las aguas de la zona.

En la figura 8 se representa, en cada provincia, el número de vertidos y de núcleos de población con este tipo de vertidos.

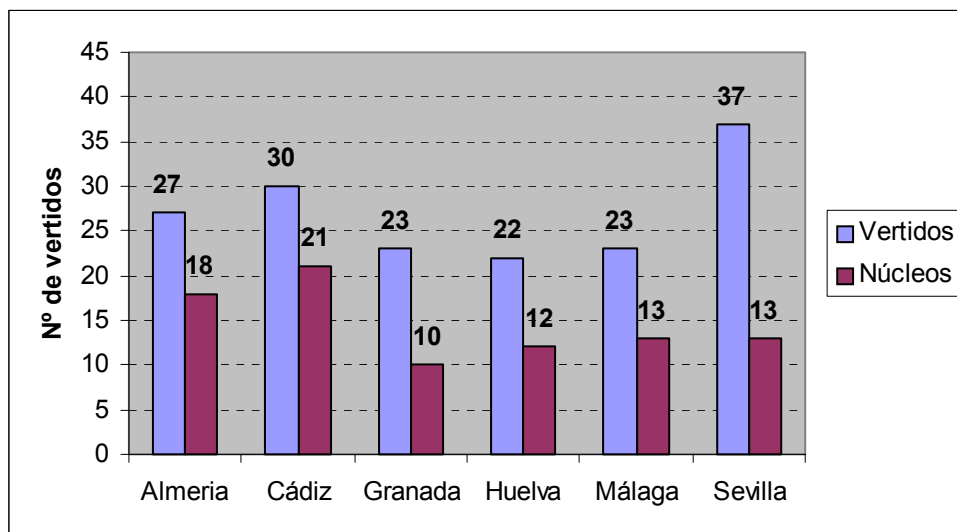


Figura 8: Número de vertidos urbanos regulares y núcleos de procedencia.

Sevilla, donde todos sus vertidos se producen en estuario, es la provincia con más vertidos por núcleo de población, casi tres, siendo los municipios con un mayor número de ellos: Coria del Río (Sevilla) que vierte al estuario del Guadalquivir y Aljaraque (Huelva) que lo hace a las Marismas del Odiel, ambos tienen 8 vertidos.

En relación con la depuración de los vertidos urbanos, en la gráfica 9 se pone de manifiesto que, cuando no existe depuración, el número de vertidos por núcleo aumenta, siendo mucho mayor el número de vertidos sin depurar que los depurados, sin embargo si se comparan el número de núcleos con vertidos depurados y sin depurar la diferencia entre ellos es notablemente menor.

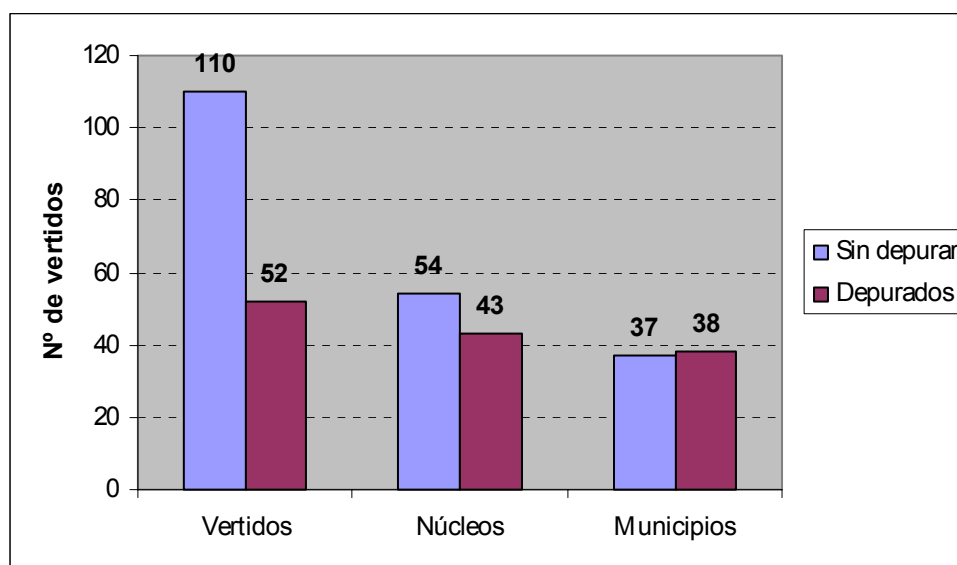


Figura 9: Nivel de depuración de los vertidos urbanos regulares.

Si se dejan fuera de la comparación a pequeños núcleos de población como hoteles, zonas de camping y urbanizaciones (que tienen vertidos durante todo el año pero que son de poca importancia) y sólo se comparan los municipios, se observa que el número de municipios con depuración es superior al de los que no la tienen.

Hasta ahora no se ha tenido en cuenta la magnitud de los vertidos, sino que se ha computado su número con independencia su caudal. Sin embargo los núcleos urbanos que cuentan con depuración son los más poblados, por lo que si se representan los hectómetros cúbicos anuales depurados frente a los que no tienen depuración (figura 10), se observa que el volumen vertido de agua depurada es notablemente superior que el de la no depurada.

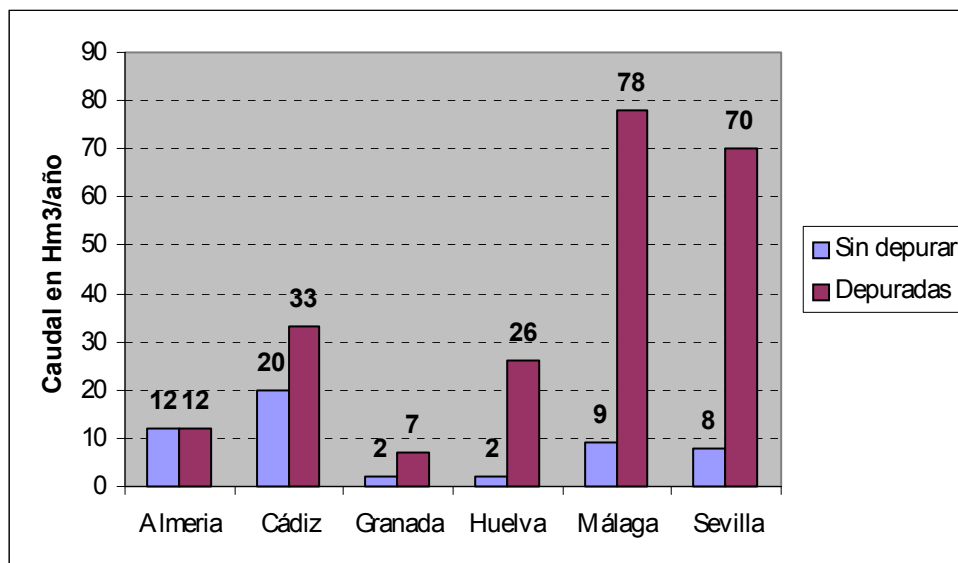


Figura 10: Caudal de vertidos urbanos depurados y sin depurar.

Por tanto, la situación en cuanto a depuración de las aguas residuales urbanas es mucho mejor que lo que indican los datos referidos al número de vertidos.

B) Vertidos industriales regulares

Estos vertidos pueden proceder de proceso y de refrigeración. La distribución provincial de los vertidos de cada tipo se representa en la figura 11.

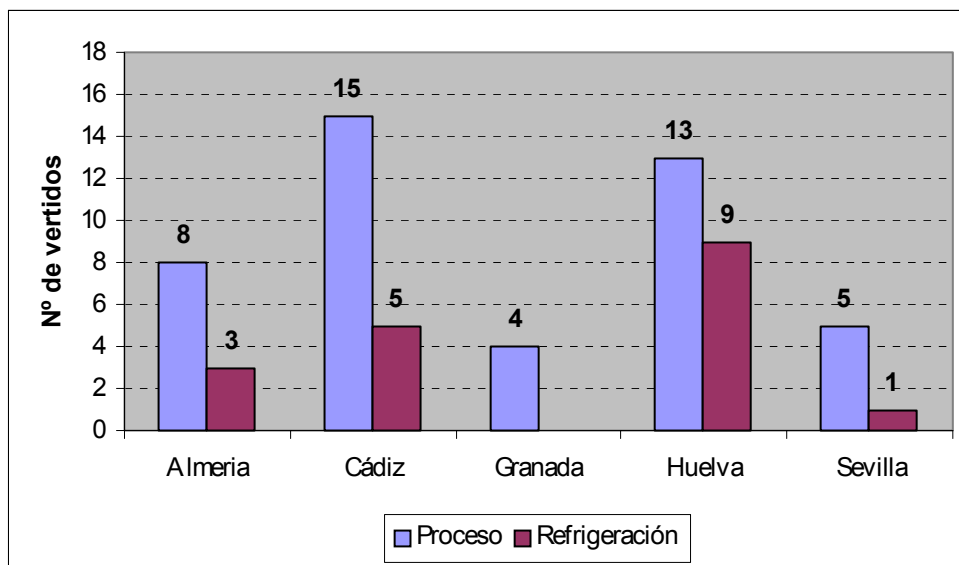


Figura 11: Tipos de vertidos industriales regulares por provincia.

Más aclaratoria es la representación de los caudales de cada tipo de vertido industrial por provincias:

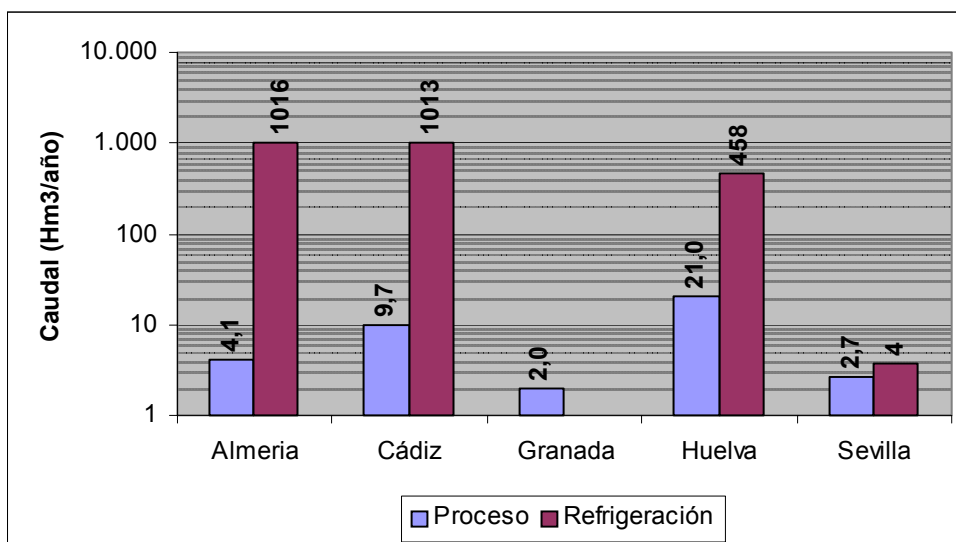


Figura 12: Caudales de los vertidos de proceso y refrigeración en cada provincia.

Los caudales de los vertidos de refrigeración son 2 órdenes de magnitud superiores a los de proceso, siendo las provincias de Almería y Cádiz las que alcanzan los mayores caudales de vertidos de refrigeración, mientras que Huelva y Cádiz son las que tienen un mayor número de vertidos de proceso. Esto se debe a que las centrales térmicas de producción de energía eléctrica más importantes de Andalucía, grandes consumidoras de agua de refrigeración, se encuentran ubicadas en Almería y Cádiz, mientras que la industria química se concentra fundamentalmente en Huelva y Algeciras (Cádiz).

En la figura 13 se representan, en orden descendente y escala logarítmica, los caudales de los 4 tipos de vertidos, tanto urbanos como industriales, se puede comprobar que los caudales de los vertidos de refrigeración son dos órdenes de magnitud superiores a los vertidos industriales de procesos y que los de los vertidos urbanos depurados son notablemente superiores a los de los vertidos urbanos sin depurar.

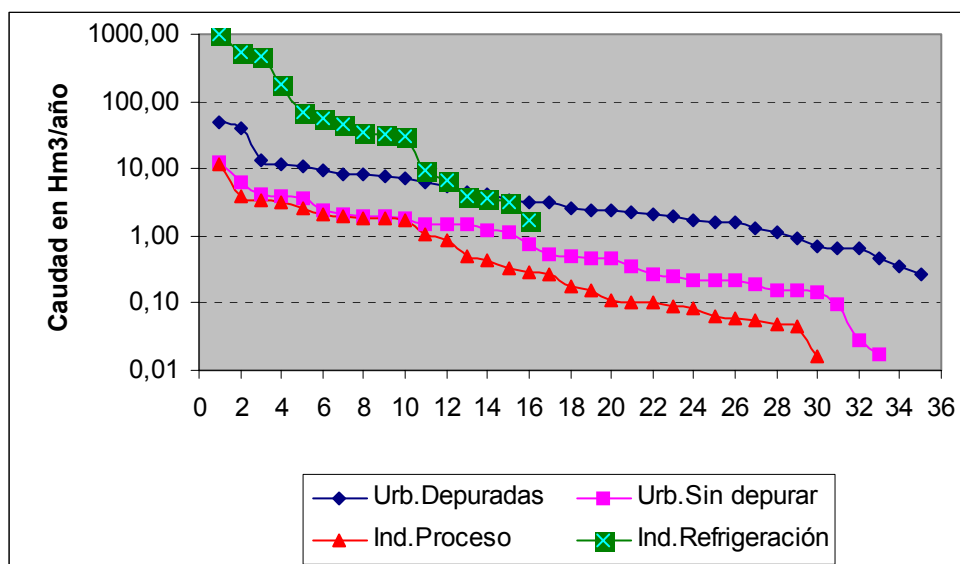


Figura 13: Comparación de los caudales de los vertidos urbanos e industriales.

5. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS VERTIDOS

Para estudiar las características fisicoquímicas de los vertidos de Andalucía, se han analizado las bases de datos de que dispone la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. En ellas se recogen los resultados analíticos procedentes de las campañas de control de vertidos que realizan los tres laboratorios con que cuenta dicha Consejería en el litoral andaluz.

Con carácter general los controles que se hacen a los vertidos son de dos tipos:

- De normas de emisión: se analizan los parámetros más representativos del vertido, entre los que están los incluidos en la autorización de vertidos, con una periodicidad que suele ser mensual. Su objetivo es comprobar que los autorizados cumplen los límites de vertido y son complementarios a los autocontroles que deben realizar los titulares de los vertidos.
- De caracterización: se efectúa sobre un amplio número de parámetros con una frecuencia que generalmente es anual. Su objetivo es conocer los parámetros más representativos y ver si se han introducido cambios que hayan producido la aparición de nuevos contaminantes.

Se ha seleccionado para su estudio el periodo comprendido entre enero de 2001 y septiembre de 2003. Los datos analíticos de este periodo son más de 135.000, correspondientes a más de 12.400 muestras y a 1.100 puntos de muestreo.

Una de las características de las bases de datos es su heterogeneidad que se

debe a:

- Para un mismo parámetro se han utilizado técnicas analíticas distintas y límites de cuantificación también diferentes.
- Los datos proceden de laboratorios distintos, cada uno de ellos especializados y acreditados por ENAC¹ en técnicas analíticas diferentes.
- Los parámetros que se han controlado y el número de veces que se ha hecho son muy variables en cada vertido.

Para unificar y simplificar las bases de datos se han sometido a una importante depuración en la que se han realizado las siguientes tareas:

- Se han eliminado los datos de los análisis que no corresponden a vertidos directos al mar (como los de entrada a sistemas de depuración y los de vertidos a aguas continentales).
- Se han homogeneizado los nombres de los parámetros de las bases de datos procedentes de los distintos laboratorios. En las bases de datos originales existían parámetros que tenían varias denominaciones, así por ejemplo la temperatura aparecía como: T^a Muestra “In Situ”, T^a Salida, Temperatura, Temperatura “in situ” y T^a Entrada.
- Se han unificado las unidades para cada parámetro ya que es muy habitual, por ejemplo, que algunos datos estén expresados en mg/l y otros en µg/l.

1 ENAC: Entidad Nacional de Acreditación y Certificación

- Se han agrupado los vertidos por tipos: urbanos, industriales y agropecuarios. Los urbanos según su tratamiento (sin depuración, con tratamiento primario y secundario), los industriales según el sector a que pertenecen (industria orgánica, inorgánica, alimentaria, etc.) y su función (refrigeración y proceso) y los agropecuarios (procedentes de piscifactorías y agrícolas).
- Se han diferenciado los parámetros según su tipo: no específicos, inorgánicos no metálicos, metales y orgánicos, y dentro de estos últimos en organoclorados, PCBs y HAPs.
- Se han eliminado de las bases de datos aquellos parámetros que se han analizado pocas veces (como calcio, potasio, sodio, magnesio, etc.) y los vertidos de los que se dispone de poca información para que sea considerada representativa.

Después del proceso de depuración de la base de datos han quedado 32.219 datos analíticos de vertidos urbanos correspondientes a 129 vertidos y 92 parámetros diferentes, y respecto a los vertidos industriales y agropecuarios: 41.082 datos, de 131 vertidos y 140 parámetros.

Del estudio de los resultados analíticos de los **VERTIDOS URBANOS ANDALUCES** se obtienen las siguientes conclusiones:

- Los valores medios de los contaminantes más representativos de estos vertidos son:
 - COT: 122 mg/l para los vertidos sin depurar y 22,5 mg/l para los que tienen depuración secundaria.

- Sólidos en suspensión: 237 y 31 mg/l respectivamente

- Nitrógeno total: 55,8 y 24,6 mg/l respectivamente.

- Fósforo total: 13,1 y 5,3 mg/l respectivamente.

- Otros contaminantes de naturaleza orgánica presentes tanto en los vertidos sin depurar como en los depurados son: aceites y grasas con valores medios de 56,4 y 2,7 mg/l respectivamente, y tensioactivos aniónicos con 12,3 y 1,0 mg/l.

- Los niveles de toxicidad son bajos tan sólo se ha detectado en los vertidos sin depurar con 20,6 UT de media.

- No se han detectado microcontaminantes orgánicos en ningún vertido: ni lindano, ni PCBs (7 congéneres), ni HAPs (16 compuestos).

- Entre los metales tan sólo el cinc presenta valores detectables, pero con bajos valores medios, alrededor de 50µg/l.

La composición de los **VERTIDOS INDUSTRIALES** es muy variable dependiendo del sector al que pertenecen y de las materias primas que utilicen, la única característica común a todos ellos es la ausencia de PCBs y de algunos metales como berilio y bismuto.

Los vertidos de la **industria inorgánica** se caracterizan por:

- Bajos valores de sólidos en suspensión (>90% de los datos por debajo de 110 mg/l).

- Bajos valores de toxicidad (>90% datos menores al límite de cuantificación).
- Ausencia de contaminantes orgánicos como: HAPs, PCBs, benceno, cloroformo, diclorometano, etc.
- Valores elevados de fósforo total, nitrógeno total, cianuros, fluoruros y de metales, salvo de berilio, bismuto, estaño y vanadio.

Los vertidos de la **industria orgánica**, entre los que se encuentran las refinerías se caracterizan por:

- Niveles elevados en algunos vertidos de: materia orgánica, aceites y grasas, y toxicidad.
- Presencia significativa de benceno, fenoles y organoclorados (como dicloroetano, cloroformo, tetracloruro de carbono y tricloroetileno) y, en menor medida, de algunos HAPs como: acenafteno, antraceno fluoranteno, fluoreno y naftaleno.

En las **piscifactorías** solo se detectan, aunque en niveles bajos: sólidos en suspensión, materia orgánica, nitrógeno total y fósforo total.

En los **vertidos agrarios** se han encontrado contaminantes como: COT, aceites y grasas, tensioactivos aniónicos, nitrógeno total (principalmente en forma de nitratos), fósforo total y algún plaguicida como endosulfán, endrín y malathión y, por el contrario, no se ha detectado contaminación por metales.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. BOE de 29 de junio de 1988.
- [2] Orden de 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por vertidos, en desarrollo del Decreto 14/1996. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 27 de 4 de marzo de 1997 (corrección de errores Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 143, de 11 de diciembre de 1997).
- [3] Orden de 13 de junio de 1993, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar. BOE de 27 de julio de 1993 (corrección de errores en BOE de 13 de agosto de 1993).

Aplicación del método propuesto en Andalucía

En este capítulo se aplica el método propuesto en el capítulo IV a los vertidos a las aguas litorales de Andalucía que han sido estudiados en el capítulo V y se desarrollan los aspectos que en el método general no habían sido concretados.

1. SELECCIÓN DE LOS PARÁMETROS

En el capítulo IV se elaboró una tabla (la número 3) con una lista de 40 parámetros que debían ser utilizados en el impuesto, no obstante se aclaró que esta lista se podía reducir eliminando a aquellos parámetros que no estuvieran presentes en los vertidos para los que se aplica el impuesto. En el caso de los vertidos de Andalucía, se pueden eliminar los siguientes parámetros:

- Organoestánicos: ya que no se ha encontrado su presencia en los vertidos andaluces ni se conocen industrias que viertan al mar que los utilicen.
- PCBs: se pueden eliminar de la lista de parámetros por no haberse encontrado en ningún vertido andaluz valores por encima de los límites de detección de

ninguno de sus congéneres.

- Tricloroetileno: sólo está presente en un vertido de Andalucía pero a unos niveles medios por debajo del objetivo de calidad (10 µg/l) y con un valor máximo de 22,5 µg/l, muy inferior al límite máximo de vertido (500 µg/l).
- Cobalto: en los vertidos andaluces todos los datos analíticos fueron inferiores al límite de detección (<0,008 mg/l).
- Estaño: las concentraciones de este metal en los vertidos estudiados son en todos los casos inferiores al límite de detección (<0,018 mg/l).
- Vanadio: no está presente en los vertidos andaluces, ya que todos los datos están por debajo del límite de detección (<4 µg/l).

Por último, indicar que en relación con la plata no se tienen datos sobre su presencia, o no, en vertidos andaluces, aunque ésta no es esperable. Por lo que se excluye, en principio, a este metal de la lista de parámetros, aunque si se detectara su presencia en los vertidos andaluces debería incluirse.

Por tanto la lista a aplicar en Andalucía queda reducida a los siguientes parámetros:

Tabla 1: Lista de parámetros del impuesto en Andalucía.

1. Sólidos en suspensión	13. Hexaclorobenceno	25. Mercurio
2. Materia orgánica	14. Hexaclorobutadieno	26. Cadmio
3. Temperatura	15. AOX	27. Plomo
4. Toxicidad	16. Pentaclorofenol	28. Arsénico
5. Conductividad	17. Tetracloruro de carbono	29. Cobre
6. Fenoles	18. Triclorobenceno	30. Cromo
7. Benceno	19. Tricloroetileno	31. Níquel
8. Tensoactivos aniónicos	20. Cianuros	32. Cinc
9. Aceites y grasas	21. Fluoruros	33. Selenio
10. HAP	22. Cloro total	34. Talio
11. Cloroformo	23. Nitrógeno total	
12. 1,2- Dicloroetano	24. Fósforo total	

2. PESO DE LOS PARÁMETROS: VALORES DE REFERENCIA

De acuerdo con lo indicado en el apartado 2 del capítulo IV de esta Tesis, el peso de los parámetros se puede obtener a partir de los valores de referencia.

En la normativa andaluza existen dos listas de parámetros que se pueden utilizar como valores de referencia del impuesto: los límites de vertido del anexo I del Reglamento de calidad de las aguas litorales [1] (tablas 11 y 12 del capítulo III) y los objetivos de calidad de las aguas litorales de la Orden de 14 de febrero de 1997 [2] (tabla 11 del capítulo II). Se han escogido los límites de vertido como valores de referencia, por ser la lista más completa y la que tiene más valores fijados en términos absolutos, ya que muchos objetivos de calidad están establecidos respecto a los valores medios en la zona.

De las tres columnas de límites (medias mensuales, diarias y valores puntuales) se toman los límites medios mensuales por considerarse que son los más representativos de la carga contaminante global del vertido.

Se presentan a continuación, en la tabla 2, los límites medios mensuales de los parámetros que se tendrán en cuenta para el impuesto de vertidos:

Tabla 2: Límites medios mensuales de los parámetros del impuesto.

FAMILIAS	PARÁMETROS	Límite mensual (1)
Parámetros no específico	Sólidos suspensión	300
	COT	150
	Temperatura	3
	Conductividad	(*)
	Toxicidad	50
Compuestos orgánicos no halogenados	Benceno	(*)
	Fenoles	3
	Tensoactivos aniónicos	(*)
	Aceites y grasas	25
	HAPs	0,01
Compuestos orgánicos halogenados	Cloroformo	1
	1,2-Dicloroetano	2,5
	Hexaclorobenceno	1
	Hexaclorobutadieno	1,5
	AOX	(*)
	Tricloroetileno	0,5
	Pentaclorofenol	1
	Tetracloruro de C	1,5
	Triclorobenceno	1
Compuestos inorgánicos no metálicos	Cianuros	0,5
	Fluoruros	10
	Cloro total	0,2
	Nitrógeno total	(*)
	Fósforo total	40
Metales	Mercurio	0,05
	Cadmio	0,2
	Plomo	0,5
	Arsénico	1
	Cobre	0,5
	Cromo	0,5
	Níquel	3
	Cinc	3
	Selenio	0,05
Talio	(*)	

(*) Sin límite de vertido o límite no aplicable.

(1) Expresados en mg/l, excepto temperatura (en $\Delta^{\circ}\text{C}$) y toxicidad (en unidades de toxicidad).

Existen 6 parámetros para los que no existen límites de vertido que se puedan utilizar como valores de referencia, por lo que éstos deben ser establecidos:

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Conductividad | 4. AOX |
| 2. Benceno | 5. Nitrógeno total |
| 3. Tensoactivos | 6. Talio |

Hay otros 4 parámetros para los que no se considera adecuada la utilización de los actuales límites de vertido como valores de referencia, éstos son:

- | | |
|-------------|------------------|
| 1. Selenio | 3. Fósforo total |
| 2. Fluoruro | 4. Toxicidad. |

Por último, existe una serie de parámetros representativos de vertidos especiales como la temperatura y el cloro, en vertidos de refrigeración, y la conductividad en desalinizadoras, para los que debe calcularse sus coeficientes k. Para la conductividad también es necesario establecer su valor de referencia.

2.1 Valores de referencia de parámetros sin límite de vertido

Para establecer los valores de referencia de estos parámetros se han utilizado las recomendaciones existentes en convenios internacionales de ámbito marino y normas aplicables en otros países. Siempre que ha sido posible se han empleado listas que tienen valores absolutos comparables a los que establecen las legislaciones andaluza, estatal y europea, de esta manera se evita la elección de valores de referencia más estrictos que los de éstas; cuando no ha sido posible, se han introducido valores relativos respecto a otros establecidos.

A) Talio: la Ley de Aguas Residuales alemana [3] fija un valor de 1 mg/l para el sector de la metalurgia no férrea, único en el que se limita el talio y para el que se han medido valores superiores al límite de detección en Andalucía. Los valores establecidos para mercurio y cadmio en esta norma son iguales a los del Decreto 14/96 y a las Directivas hijas de la 76/464 (0,05 y 0,2 mg/l respectivamente). Se elige un valor de referencia de 1 mg/l.

B) AOX: el Decreto 14/96 fija un límite de AOX para el sector de la pasta de papel, pero no está expresado en concentración sino como 1 kg/tADP¹, este valor procede de la Decisión 92/1 de PARCOM² [4]. Para encontrar un valor de referencia expresado en mg/l se han analizado otras fuentes de información:

- En la autorización de vertido para las fábricas de pasta de papel de Andalucía se establece para los AOX: 1 kg AOX/tADP y para la DQO: 35 kg /tADP, lo que supone, mediante una regla de tres con el valor de referencia de DQO de 450 mg/l, un valor de 12,9 mg/l de AOX.
- En los valores guía del ExIm Bank [5] para las fábricas de pasta de papel por el sistema Kraft se fija un valor de 7,5 mg/l para AOX y 250 mg/l para DQO, referenciado a 450 mg/l de DQO se obtiene 13,5 mg/l de AOX.

1 tADP: tonne of Air Dry Pulp (tonelada de pasta de papel secada al aire).

2 PARCOM: Paris Commission. Convenio de París de 1974, fue refundido con el de Oslo originando el convenio OSPAR.

- La recomendación HELCOM³ 17/8 [6] fija unos límites anuales de 0,4 kg AOX/tADP y 30 kg DQO/tDAP para las instalaciones de pasta de papel blanqueada que comenzaron a operar después del 1 de enero de 1997. Al referenciar estos valores a 450 mg/l de DQO se obtiene 6 mg/l de AOX.
- La Ley de Aguas Residuales alemana [3] fija diferentes límites para AOX según el sector de actividad, siendo el mayor 8 mg/l que se establece para la industria química orgánica de colorantes orgánicos e ingredientes farmacéuticos activos.

Se propone un valor intermedio entre los valores obtenidos: 10 mg/l de AOX.

C) Nitrógeno total: en el programa RID⁴ de OSPAR [7] se establecen como valores estándar (en mg/l) de un vertido urbano sin depurar los siguientes:

COT: 150

Sólidos en suspensión: 300

Nitrógeno total: 55

Fósforo total: 15

Para COT y sólidos en suspensión estos valores coinciden con los de referencia (éstos tienen el significado físico de representar las características de un vertido estándar sin depurar). Por tanto, se puede utilizar el valor asignado al nitrógeno total como referencia. Se propone como valor de

3 HELCOM: Helsinki Commission, Convenio para la protección del medioambiente marino del mar Báltico, Convenio de Helsinki de 1974.

4 RID: Riverine Input Discharges.

referencia para el nitrógeno total 55 mg/l.

D) Benceno: existen pocas normas que establezcan límites de vertido para el benceno, en ellas [5][6] el límite es inferior al del fenol (entre 3 y 5 veces), este último parámetro es también representativo de los vertidos de la industria orgánica. Los objetivos de calidad que hay establecidos para el benceno son del mismo orden que los de los metales de toxicidad media [8][9][10]. Aunque el umbral EPER para BTEX es superior al de todos los metales, si se tiene en cuenta que se obtiene de la suma de 4 compuestos los valores son de nuevo comparables con los metales de toxicidad media. Por todo lo anterior se establece 1 mg/l como valor de referencia.

E) Tensoactivos aniónicos: existe un límite de vertido para los detergentes de 5 mg/l, pero no para los tensoactivos aniónicos. Dado que es un parámetro representativo de los vertidos urbanos se toma como valor de referencia el valor medio en Andalucía de los vertidos urbanos sin depurar, como se ha hecho con el nitrógeno, fósforo, etc. Se propone como valor de referencia 10 mg/l.

2.2 Parámetros cuyos límites no son adecuados como valor de referencia

Para estos parámetros, como se verá a continuación, no se considera adecuada la utilización de los actuales límites de vertido como valores de referencia. Entre los parámetros cuyos límites necesitan ser revisados se incluyen:

A) Selenio: este metal, junto con el mercurio, es el que tiene establecido un valor

límite más bajo (0,05 mg/l), sin embargo los datos que se obtienen analizando otras legislaciones indican que el valor de referencia del selenio debe ser superior al del mercurio. Por los motivos siguientes:

- En la Ley alemana tan sólo un sector tiene fijado límite para el selenio, con un valor de 1 mg/l, uno de los más altos de los establecidos para metales, sólo superado por el cinc (2 mg/l).
- En uno de los pocos países donde se ha establecido un límite de vertido para el selenio, en Canadá [11], el valor es igual al del cadmio y superior al del mercurio.
- En los lugares donde están establecidos sus objetivos de calidad en el medio (Canadá, Argentina y Estados Unidos), éstos son superiores a los del mercurio.

Se propone un valor de referencia de 1 mg/l para el selenio.

B) Fósforo total: el valor de la tabla 2 para el fósforo (40 mg/l) se considera elevado como valor de referencia por los siguientes motivos:

- Según el programa RID [7] de OSPAR un vertido urbano estándar sin depurar contiene un nivel de fósforo de 15 mg/l, que es inferior al valor de referencia antes citado (40 mg/l).
- Los límites de fósforo total en todas las normas internacionales sobre vertidos, incluida la Directiva 91/271 sobre tratamiento de aguas residuales [14], son siempre muy inferiores a los de nitrógeno total (que en esta Tesis se ha fijado en 55 mg/l).

Se propone un valor de referencia para el fósforo de 15 mg/l.

C) Fluoruro: existen datos que hacen pensar que es necesario establecer un valor de referencia superior a los 10 mg/l:

- En la Recomendación HELCOM 14/3 [12] se establece para la industria del vidrio 30 mg/l de límite.
- La EPA de los Estados Unidos fija para sectores como el de los fertilizantes y producción de fluoruro de hidrógeno valores de 30 mg/l para la media diaria y de 15 para la mensual, siendo los valores de otros parámetros hasta 10 veces menores que los del Decreto 14/96.
- La Ley alemana [3] establece valores de 30 a 50 mg/l para el sector del metal.

Se propone como valor de referencia 30 mg/l para el flúor.

D) Toxicidad: el valor de 50 U.T. de la tabla 2 se considera que es elevado como límite de vertido y como valor de referencia. No se debería permitir que la toxicidad de un vertido fuera superior al factor de dilución de su conducción de vertido, de manera que una vez diluido en el medio receptor, la toxicidad del vertido fuera siempre menor que 1. A continuación se indican algunos datos para evaluar el valor de referencia:

- El canon de saneamiento valenciano fija como valor de referencia 3 U.T.
- El peso de la toxicidad (materias inhibidoras) en el canon catalán es 20

veces superior al de los sólidos en suspensión, este dato trasladado a valores de referencia implicaría un valor 20 veces inferior al de los sólidos en suspensión (300 mg/l), esto daría lugar a 15 U.T.

- En las ordenanzas de vertidos a saneamiento, cuyos límites son siempre muy superiores a los de vertidos a aguas naturales, se establecen unos valores de toxicidad entre 15 y 50 U.T. [13].

Se propone como valor de referencia para la toxicidad 15 U.T.

2.3 Parámetros de vertidos especiales

En el capítulo IV se determinó que los parámetros característicos para los vertidos de refrigeración eran la temperatura y el cloro total, también se estableció que las unidades contaminantes de dichos parámetros fueran, al igual que para el resto de los parámetros, proporcionales a las cargas contaminantes (carga térmica para la temperatura), sólo queda establecer los valores de los coeficientes k de ambos.

Igualmente es necesario determinar el valor de referencia y el coeficiente k para la conductividad en los vertidos de desalinizadoras.

A) Peso de la temperatura: cálculo de k_T

Si bien la temperatura no tiene límite de vertido en sentido estricto, ya que el Decreto 14/96 limita a 3°C el incremento de temperatura en el medio receptor a 100 metros del punto de vertido, se puede tomar este valor para el cálculo de las unidades contaminantes de origen térmico (UC_T).

Por tanto, las unidades de contaminación de origen térmico se pueden calcular mediante la expresión:

$$UC_T = Q \times \frac{VL_T}{VR_T \times k_T}$$

esta es la ecuación de una recta que pasa por el origen, donde Q es el caudal expresado en miles de m³, VL_T es el límite de vertido y VR_T el valor de referencia para el parámetro temperatura, expresados ambos como Δ°C.

Para calcular k_T se correlacionan, mediante una recta que pasa por el origen, los datos de unidades de contaminación de los vertidos de refrigeración, calculados con el antiguo canon (figura 1) con el caudal de vertido. Se elimina el último punto, el que corresponde a 900 Hm³, porque está en la parte descendente de la curva e introduce una distorsión muy alta en la correlación. De esta manera se consigue una recta con un elevado coeficiente de correlación (R² = 0,97).

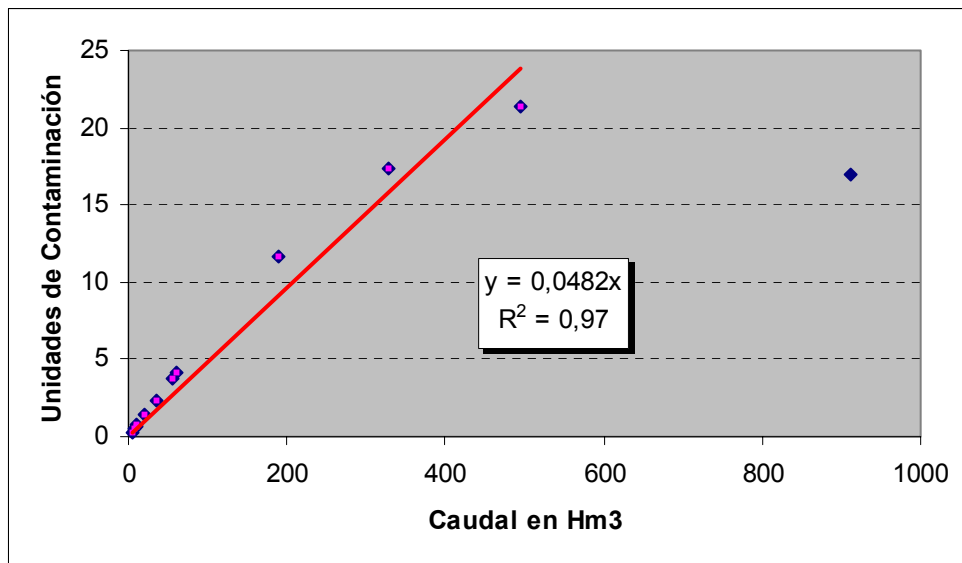


Figura 1: Correlación lineal entre las unidades de contaminación y los caudales para los vertidos de refrigeración.

La relación entre las UC_T y el caudal expresado en m^3 se obtiene mediante la ecuación:

$$UC_T = 4,82 \times 10^{-8} \times Q$$

teniendo en cuenta que en el antiguo canon, para un contaminante químico, las UC correspondientes a $1 m^3$ son 10^{-5} , se puede calcular k_T haciendo que en el nuevo impuesto se guarde la misma proporción entre la contaminación química y la térmica:

$$k_T = \frac{10^{-5}}{4,82 \times 10^{-8}} = 207,5$$

Con lo que se obtiene un coeficiente k_T de 207,5 que se redondea a 210 y que pondera la menor influencia de la temperatura frente a otros parámetros más contaminantes.

El VL_T está expresado como incremento de temperatura en el medio receptor y es difícil de determinar, por ello se propone trabajar con el incremento de temperatura del vertido respecto al agua de captación, que es más fácil de medir.

Para calcular el valor de referencia para el incremento térmico en el vertido se hace una regla de tres con el incremento máximo en el medio receptor que es de $3\text{ }^\circ\text{C}$ y se utiliza como dato de incremento de temperatura en los vertidos de refrigeración el de las centrales térmicas, que es de $9\text{ }^\circ\text{C}$. De manera que se obtiene como VR_T en emisión, el valor de $9\text{ }^\circ\text{C}$.

Este parámetro se debe aplicar no sólo a los vertidos de refrigeración sino a cualquier vertido industrial.

B) Peso del cloro total: cálculo de k_{CL2}

Como se propuso en el método expuesto en el capítulo IV el valor de k_{CL2} se calcula a partir de la expresión:

$$k_{CL2} = \frac{Q_R}{Q_I}$$

en la que Q_R y Q_I son los caudales anuales correspondientes a un vertido estándar de refrigeración e industrial, respectivamente.

Como se observa en la figura 13 del capítulo V, en Andalucía los caudales de los vertidos de refrigeración son dos órdenes de magnitud superiores a los caudales de los vertidos industriales de procesos. En efecto, eligiendo como estándar los valores mediamos de caudal de cada uno de los vertidos, se tiene:

$$k_{CL2} = \frac{Q_R}{Q_I} = \frac{31.540.000 \text{ m}^3}{310.000 \text{ m}^3} = 101,7$$

Con lo que se obtiene un coeficiente k_{CL2} de 101,7 que se redondea a 100.

C) Peso de la conductividad: cálculo de VR_x y k_x

La conductividad es el parámetro más representativo de los vertidos de las desalinizadoras y para establecer su valor de referencia, ya que no tiene límite de vertido, se hará una aproximación a través de su significado físico “valor de un vertido de referencia” dado en el apartado 2 del capítulo IV.

Las desalinizadoras actuales funcionan con un rendimiento del 55% cuando trabajan con agua marina, o sea de cada m^3 que captan, obtienen $0,55 \text{ m}^3$

de agua dulce, quedando concentrada toda la salinidad en los 0,45 m³ restantes que se vierten como rechazo. Por tanto, a partir de los valores habituales de conductividad (que están en torno a 40 mS/cm en el Atlántico y 52 mS/cm en el Mediterráneo [15]) y utilizando el valor medio (46 mS/cm) se puede establecer como valor de referencia para la conductividad, expresada como incremento respecto al medio receptor:

$$VR_x = 46 \times \frac{1}{0,45} - 46 = 56 \text{ mS/cm}$$

Para calcular k_x se hace una aproximación a través del objetivo de calidad, que es función de la media de la conductividad en el medio receptor, siendo el valor máximo el 110% de ésta [2].

A partir de los valores medios de conductividad (46 mS/cm) se puede establecer un objetivo de calidad expresado como incremento de conductividad de 4,6 mS/cm, el 10% de los valores medios de conductividad. Partiendo de este valor se puede proponer uno de referencia para la conductividad basado en la relación entre el objetivo de calidad y los valores de referencia de los demás parámetros.

En efecto, si se dividen los valores de referencia establecidos por sus objetivos de calidad en el medio receptor (tabla 3) se encuentra un valor, diferente para cada parámetro, cuyo significado físico es el del número de miles de m³ que se contaminan al verter una unidad contaminante de ese parámetro. Los valores que se obtienen son muy distintos para cada parámetro, así que se elige la moda como el valor más representativo (la media está distorsionada por la existencia de valores muy altos). La moda de todos los valores es 50 (tabla 3), valor que coincide con el que propone la metodología danesa para derivar valores

límites a partir de los objetivos de calidad cuando hay dilución suficiente [16].
Por tanto, el peso para la conductividad se determina:

$$VR_x \times k_x = 50 \times OCA_x = 50 \times (0,1 \times 46 \text{ mS/cm}) = 230 \text{ mS/cm}$$

Con lo que :

$$VR_x \times k_x = 230; \Rightarrow k_x = \frac{230}{56} = 4,1$$

Si el vertido se produce en un estuario la conductividad puede ser un parámetro importante, puesto que en éstos existen amplios tramos donde el agua tiene una salinidad tan baja que puede ser usada incluso para riego. En estos casos el peso de la conductividad debe aumentar, y k_x bajar, cuando la conductividad del medio receptor disminuya. Aplicando el mismo criterio para las aguas salobres que para las marinas se tiene:

$$k_x = \frac{50 \times OCA_x}{VR_x} = \frac{50 \times 0,1 \times X_{MR}}{VR_x} = \frac{5}{56} \times X_{MR}$$

siendo X_{MR} la conductividad media del medio receptor antes de ser afectado por el vertido.

Tabla 3: Relación de objetivos de calidad (OCA) y valores de referencia (VR).

FAMILIAS	PARÁMETRO	Objetivos Calidad mg/l	Valores de Referencia mg/l	VR/ OCA
Parámetros no específicos	Sólidos suspensión	-	300	-
	COT	3	150	50
	Toxicidad (U.T.)	-	15	-
Compuestos Orgánicos no halogenados	Benceno	-	1	-
	Fenoles	0,03	3	100
	Tensoactivos aniónicos	-	10	-
	Aceites y grasas	3	25	8,3
	HAP	0,0002	0,01	50
Compuestos Orgánicos halogenados	Cloroformo	0,012	1	83,3
	Dicloroetano-1,2	0,01	2,5	250
	Hexaclorobenceno	0,00003	1	33.333
	Hexaclorobutadieno	0,0001	1,5	15.000
	AOX	-	10	-
	Tricloroetileno	0,010	0,5	50
	Pentaclorofenol	0,002	1	500
	Tetracloruro de C	0,01	1,5	150
Compuestos inorgánicos no metálicos	Triclorobenceno	0,0004	1	2.500
	Cianuros	0,005	0,5	100
	Fluoruros	1,7	30	17,6
	Nitrógeno total	-	55	-
Metales	Fósforo total	0,6	15	25
	Mercurio	0,0003	0,05	166,6
	Cadmio	0,0025	0,2	80
	Plomo	0,01	0,5	50
	Arsénico	0,025	1	40
	Cobre	0,02	0,5	25
	Cromo	0,01	0,5	50
	Níquel	0,025	3	120
	Cinc	0,06	3	50
	Selenio	0,001	1	1.000
Talio	-	1	-	
Percentil 50				81,6
Moda				50

Por debajo de 11 mS/cm el valor de k_x es menor que 1, pero el peso de este contaminante no es mayor que para el resto de los contaminantes químicos, porque en las desalinizadoras hay una relación directa, a través del rendimiento de la instalación, entre la conductividad del medio receptor (que se suele usar como agua de captación) y la del vertido. Definiendo el rendimiento de la desalinizadora (η) como la proporción de agua dulce que se obtiene de cada m^3 de agua de captación:

$$UC_x = Q \times \frac{VL_x}{VR_x \times k_x} = Q \times \frac{\frac{\eta}{1-\eta} \times X_{MR}}{VR_x \times \frac{5 \times X_{MR}}{VR_x}} = Q \times \frac{\eta}{1-\eta} \times \frac{1}{5}$$

Las UC_x no crecen sin límite cuando η se acerca a 1 puesto que cuando el rendimiento de desalinización aumenta, disminuye el caudal de vertido de rechazo. En efecto, el caudal de vertido (Q) a partir del de captación (Q_c):

$$Q = Q_c \times (1 - \eta)$$

por lo que:

$$UC_x = \frac{Q}{5} \times \frac{\eta}{1-\eta} = \frac{Q_c}{5} \times (1-\eta) \times \frac{\eta}{1-\eta} = \frac{Q_c}{5} \times \eta$$

Por lo que el único factor que afecta es el η de la instalación que es mayor cuando se trabaja con aguas menos salinas.

2.4 Valores de referencia

En la tabla 4 se incluyen los valores de referencia propuestos:

Tabla 4: Valores de referencia para el cálculo del impuesto.

FAMILIAS	SUSTANCIAS	Valores de Referencia (1)
Parámetros no específicos	Sólidos suspensión	300
	COT	150
	Toxicidad	15
	Temperatura (inmisión)	3×210 (2)
	Temperatura (emisión)	9×210(2)
	Conductividad	56×4,1(2)
Compuestos orgánicos no halogenados	Benceno	1
	Fenoles	3
	Tensoactivos aniónicos	10
	Aceites y grasas	25
	HAPs	0,01
Compuestos orgánicos halogenados	Cloroformo	1
	Dicloroetano-1,2	2,5
	Hexaclorobenceno	1
	Hexaclorobutadieno	1,5
	AOX	10
	Tricloroetileno	0,5
	Pentaclorofenol	1
	Tetracloruro de carbono	1,5
	Triclorobenceno	1
Compuestos inorgánicos no metálicos	Cianuros	0,5
	Fluoruros	30
	Cloro total	0,2×100(2)
	Nitrógeno total	55
	Fósforo total	15
Metales	Mercurio	0,05
	Cadmio	0,2
	Plomo	0,5
	Arsénico	1
	Cobre	0,5
	Cromo	0,5
	Níquel	3
	Cinc	3
	Selenio	1
	Talio	1

(1) Expresado en mg/l, excepto temperatura (en $\Delta^{\circ}\text{C}$), conductividad (Δ mS/cm) y toxicidad (en unidades de toxicidad).

(2) Valor de referencia por coeficiente k del parámetro.

3 CRITERIOS PARA SELECCIONAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE CADA VERTIDO

En el capítulo IV se propuso un criterio mixto en el que se utiliza con carácter general la concentración como criterio de selección y se aplican listas cerradas a los vertidos de determinados sectores.

3.1 Criterio de concentración: valores umbrales

Para el criterio de concentración se toma como valor umbral el 5% de los valores de referencia, si este valor es inferior al objetivo de calidad del medio receptor, establecido en Andalucía mediante la Orden de 14 de febrero de 1997 [2], se ha de tomar este últimos como umbral. Se considera que no se deben gravar a los vertidos que emitan contaminantes con unas concentraciones inferiores a los de los objetivos de calidad, ya que no se podrá alcanzar en el medio receptor concentraciones que se consideren perjudiciales (superiores a los objetivos de calidad) por efecto de estos vertidos.

Otros valores que también deben ser tenidos en cuenta son los límites de cuantificación. Se debe comprobar que los valores establecidos pueden ser medidos por los métodos analíticos que habitualmente se emplean en los controles de los vertidos.

En la tabla 5 se recogen los objetivos de calidad del medio receptor y el 5% de los valores de referencia de la tabla 4.

Tabla 5: Objetivos de calidad del medio receptor y el 5% de los valores de referencia.

FAMILIAS	PARÁMETRO	Objetivo Calidad (1)	5% Valor Referencia (1)
Parámetros no específicos	Sólidos suspensión	(*)	15
	COT	3	7,5
	Temperatura (emisión)	3	0,45
	Conductividad	(*)	2,8
	Toxicidad	(*)	0,75
Compuestos orgánicos no halogenados	Benceno	(*)	0,05
	Fenoles	0,03	0,15
	Tensoactivos aniónicos	0,2	0,25
	Aceites y grasas	3	1,25
	HAP	0,0002	0,0005
Compuestos orgánicos halogenados	Cloroformo	0,012	0,05
	Dicloroetano-1,2	0,01	0,125
	Hexaclorobenceno	0,00003	0,05
	Hexaclorobutadieno	0,0001	0,075
	AOX	(*)	0,5
	Tricloroetileno	0,010	0,025
	Pentaclorofenol	0,002	0,05
	Tetracloruro de Carbono	0,01	0,075
	Triclorobenceno	0,0004	0,05
Compuestos inorgánicos no metálicos	Cianuros	0,005	0,025
	Fluoruros	1,7	1,5
	Cloro total	(*)	0,01
	Nitrógeno total	(*)	2,75
	Fósforo total	0,6	0,75
Metales	Mercurio	0,0003	0,0025
	Cadmio	0,0025	0,01
	Plomo	0,01	0,025
	Arsénico	0,025	0,05
	Cobre	0,02	0,025
	Cromo	0,01	0,025
	Níquel	0,025	0,15
	Cinc	0,06	0,15
	Selenio	0,001	0,05
	Talio	(*)	0,05

(1) Expresado en mg/l, excepto temperatura (en $\Delta^{\circ}\text{C}$), conductividad ($\Delta\text{mS/cm}$) y toxicidad (en unidades de toxicidad).

(*) No establecido el objetivo de calidad.

En la tabla 6 se indican los valores umbrales que se han escogido para los parámetros de vertido. Estos valores se han determinado eligiendo el mayor valor de las columnas de la tabla 5, con la excepción de la toxicidad en la que se ha tomado un valor superior a éstos, ya que ambos son inferiores al límite de cuantificación del método.

Tabla 6: Valores umbrales para establecer los parámetros característicos

FAMILIAS	PARÁMETRO	Valor Umbral (1)
Parámetros no específicos	Sólidos suspensión	15
	COT	7,5
	Temperatura	3
	Conductividad	2,8
	Toxicidad	2
Compuestos orgánicos no halogenados	Benceno	0,05
	Fenoles	0,15
	Tensoactivos aniónicos	0,25
	Aceites y grasas	3
	HAP	0,0005
Compuestos orgánicos halogenados	Cloroformo	0,05
	Dicloroetano-1,2	0,125
	Hexaclorobenceno	0,05
	Hexaclorobutadieno	0,075
	AOX	0,5
	Tricloroetileno	0,025
	Pentaclorofenol	0,05
	Tetracloruro de C	0,075
	Triclorobenceno	0,05
Compuestos inorgánicos no metálicos	Cianuros	0,05
	Fluoruros	1,7
	Nitrógeno total	2,75
	Cloro total	0,01
	Fósforo total	0,75
Metales	Mercurio	0,0025
	Cadmio	0,01
	Plomo	0,05
	Arsénico	0,05
	Cobre	0,05
	Cromo	0,025
	Níquel	0,15
	Cinc	0,15
	Selenio	0,05
	Talio	0,05

(1) Expresado en mg/l, excepto temperatura (en $\Delta^{\circ}\text{C}$), conductividad ($\Delta\text{mS/cm}$) y toxicidad (en unidades de toxicidad).

3.2 Criterio de lista cerrada

Los vertidos para los que se aplica el sistema de listas cerradas son: de

refrigeración, piscifactorías, urbanos, desalinizadoras y agrícolas, de ellos tan sólo para los vertidos urbanos es necesario especificar cuales son los parámetros característicos en Andalucía.

Comparando los valores analíticos de los vertidos urbanos en Andalucía con los valores umbrales que definen los parámetros característicos (tabla 6), se comprueba que:

- Las concentraciones de todos los microcontaminantes orgánicos (HAPs, PCBs y lindano) están por debajo de los límites de cuantificación.
- Todas las concentraciones de metales son inferiores a los valores umbrales.
- Los parámetros no específicos más representativos son: sólidos en suspensión, toxicidad y aceites y grasas.
- Los contaminantes inorgánicos no metálicos más representativos son: nitrógeno (principalmente en forma amoniacal) y fósforo (en forma de fosfato).
- Los contaminantes orgánicos no halogenados característicos son: COT y tensoactivos aniónicos.
- En los vertidos sometidos a tratamiento secundario los parámetros característicos son los anteriormente citados, pero con concentraciones más bajas (la toxicidad es siempre inferior al límite de cuantificación).

Se proponen como característicos para los vertidos urbanos, siempre que

estén por encima de los umbrales, los siguientes parámetros:

- COT
- Sólidos en suspensión
- Aceites y grasas
- Tensoactivos aniónicos
- Toxicidad
- Nitrógeno total
- Fósforo total

4. CÁLCULO DE LAS UNIDADES CONTAMINANTES

En el cálculo del número de las unidades contaminantes del vertido (UC), establecido en el capítulo IV, tan sólo es necesario determinar cuales son los VL_i que se van elegir, se propone siguiendo el criterio establecido en el apartado 4 del capítulo IV, utilizar los límites medios mensuales de la autorización de vertido:

$$UC = Q \times \sum_{i=1}^n \frac{VL_i}{VR_i}$$

donde:

n = número de parámetros característicos del vertido.

UC_i = Unidades contaminantes del parámetro característico i .

Q = Caudal de vertido expresado en miles de m^3 /año

VL_i = Valor límite mensual del parámetro i .

VR_i = Valor de referencia del parámetro i .

Respecto al mínimo exento (UC_{\min}) se propone establecerlo en 100

unidades contaminantes, siempre que disponga de autorización y ésta se cumpla regularmente.

5. COEFICIENTES CORRECTORES

Todos los aspectos relativos a los coeficientes quedaron definidos en el capítulo IV, tan sólo es necesario decir que las zonas de baja renovación (zona II del coeficiente de lugar de vertido) están definidas en la normativa andaluza como aguas limitadas de la Orden de objetivos de calidad [2].

6. VERTIDOS Y PARÁMETROS CON TRATAMIENTOS ESPECIALES

En el capítulo IV se propuso un tratamiento diferenciado para el pH y los vertidos urbanos, de refrigeración, piscifactorías, desalinizadoras y agrícolas. Sin embargo quedaron sin determinar algunos aspectos como:

- El uso en vertidos urbanos de la DBO₅ y DQO.
- Los criterios para declarar exentos del impuesto a los vertidos agrícolas y, en caso contrario, los valores de referencia y umbral de sus parámetros característicos.

Para la determinación de los mismos se utilizarán los datos disponibles en Andalucía de los vertidos al mar.

6.1 Vertidos urbanos

Aunque se eligió al COT como el mejor parámetro para cuantificar la materia orgánica, no se descartó la posibilidad de utilizar en los vertidos urbanos la DQO y la DBO₅, debido a que la Directiva 91/271 establece límites para estos parámetros, por lo que siguen siendo los más utilizados en la vigilancia de los niveles de materia orgánica en este tipo de vertidos.

Para evitar la duplicidad de parámetros se propone correlacionar la DQO y DBO₅ con la COT, para ello se representan, para todos los vertidos urbanos andaluces de los que se disponen datos, los valores medios (expresados en mg/l) de DQO y DBO₅ frente a COT:

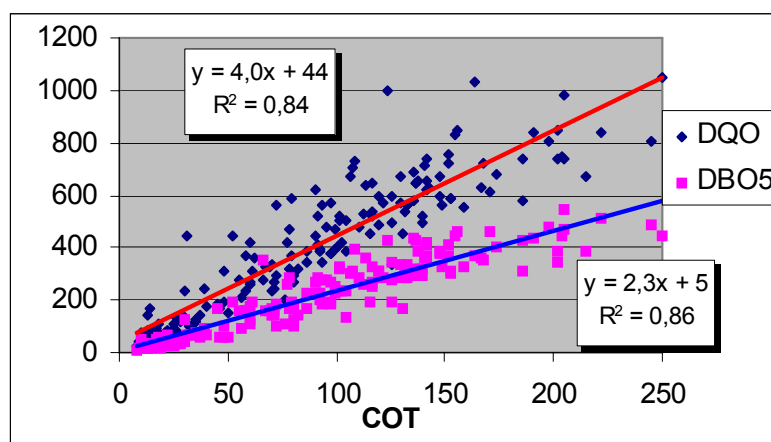


Figura 2: Correlaciones para DQO y DBO₅ respecto a COT en vertidos urbanos.

Para la DQO se obtiene:

$$DQO = 4,0 \times COT + 44, \text{ con } R^2 = 0,84$$

Lo que supone que:

$$COT = \frac{DQO - 44}{4}$$

y para DBO_5 :

$$DBO_5 = 2,3 \times COT + 5, \text{ con } R^2 = 0,86$$

Lo que supone que:

$$COT = \frac{DBO_5 - 5}{2,3}$$

se debe observar, respecto a esta última relación, que la pendiente de la recta corresponde casi exactamente a la relación estequiométrica entre el carbono y el oxígeno necesario para oxidarlo:

$$\frac{O_2}{C} = \frac{32}{14} = 2,28$$

Como ambas ecuaciones muestran unos coeficientes de correlación similares y la Directiva de aguas residuales urbanas exige el seguimiento tanto de la DQO como de la DBO_5 , se propone que para calcular la unidad contaminante de materia orgánica sólo se utilicen el COT y la DQO, de esta manera se reduce el número de parámetros a controlar con fines tributarios y se evita que se pudieran obtener resultados diferentes al calcular la unidad contaminante asociada a la materia orgánica si empleara indistintamente la DBO_5 y la DQO.

La Directiva permite, para la vigilancia del cumplimiento de los límites, obtener correlaciones individuales para cada vertido, en este caso sería más apropiado usar la relación calculada específicamente para cada vertido. Por tanto, se propone:

- Como primera alternativa: emplear el COT en aquellos vertidos donde este

parámetro se mida habitualmente.

- En segundo lugar: utilizar, si existe, una correlación entre DQO y COT específica para el vertido. Esta correlación deberá actualizarse al menos una vez al año.
- Por último usar la ecuación:

$$\text{COT} = \frac{\text{DQO} - 44}{4,0}$$

6.2 Vertidos agrícolas

Se propone que para los vertidos agrícolas se tengan en cuenta sólo los parámetros: COT, sólidos en suspensión, nitrógeno total, fósforo total y plaguicidas. Si ninguno de estos parámetros supera el valor umbral de selección, el vertido debe quedar exento del impuesto.

En el caso de los plaguicidas, en estos vertidos de Andalucía se dispone de numerosos resultados analíticos (24 sustancias, en 4 campañas, en 28 vertidos) donde se ha puesto de manifiesto que casi todos los resultados están por debajo del límite de cuantificación (que para todas las sustancias es 0,1 µg/l). Para evaluar la presencia de plaguicidas se propone el criterio de sumar aquellos cuyos valores sean superiores a 0,1 µg/l, de forma que si la suma de todos ellos supera 1 µg/l se considera que se ha sobrepasado el valor umbral de selección. Siguiendo el criterio general de que el valor umbral de selección sea el 5% del valor de referencia, se establece 20 µg/l como valor de referencia.

6.3 Aliviaderos de pluviales

En el apartado 6.7 del capítulo IV se estableció una estimación de la carga contaminante para este tipo de vertidos:

$$UC = \sum_{i=1}^n Q \times \frac{VL_i}{VR_i} = 763,4 \times D^2 \times \sum_{i=1}^n \frac{VL_i}{VR_i}$$

A partir de los valores de los parámetros característicos de los vertidos urbanos sin depurar, medidos en Andalucía (tabla 7), y suponiendo que en los aliviaderos, debido a la dilución con aguas pluviales la concentración se reduzca a la mitad, se puede estimar el valor del sumatorio:

$$\sum_{i=1}^n \frac{VL_i}{VR_i} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{114,8}{150} + \frac{173}{300} + \frac{42,4}{25} + \frac{50,3}{55} + \frac{11}{15} + \frac{10,5}{10} + \frac{16}{15} \right) = 3,4$$

Tabla 7: Valores medianos (P50) y de referencia de los parámetros característicos de vertidos urbanos en Andalucía.

PARÁMETRO	VERTIDO DEPURADO	VERTIDO SIN DEPURAR	VALORES DE REFERENCIA ⁵
COT (mg/l)	18,9	114,8	150
Sólidos en suspensión (mg/l)	18	173	300
Aceites y grasas (mg/l)	<1	42,4	25
Nitrógeno total (mg/l)	22,1	50,3	55
Fósforo total (mg/l)	4,6	11,0	15
Tensoactivos aniónicos (mg/l)	0,5	10,5	10
Toxicidad (U.T.)	<2	16	15

Por tanto las UC se estiman:

5 Valores de referencia tomados de la tabla 6.

$$UC = 763,4 \times D^2 \times 3,4 = 2595 \times D^2$$

Con lo que se obtiene una expresión de las unidades contaminantes en función del diámetro (expresado en metros) de la conducción del vertido.

7. PRECIO DE LA UNIDAD CONTAMINANTE

Se estimarán en este apartado los precios extremos de la unidad contaminante: valores mínimo y disuasorio.

7.1 Valor mínimo

El valor más bajo del rango se estima de manera que la cantidad recaudada con el nuevo impuesto sea igual a la que se recaudaba con el antiguo canon de vertidos.

La recaudación del año 2003 del canon en los vertidos autorizados fue de 3.967.162 euros. Si se calculan las unidades contaminantes para estos vertidos, con los criterios del nuevo impuesto, se obtiene un total de 954.623 unidades contaminantes. Por tanto, se obtiene un precio unitario de 4,16 euros por unidad contaminante.

7.2 Valor disuasorio

Según el capítulo IV el precio mas alto de la unidad de contaminación es aquel que iguale los costes de construcción y mantenimiento de los sistemas de depuración con la disminución del impuesto que se alcanzaría con dicha depuración.

Según los datos de la Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento (AEAS) el precio medio en España para el saneamiento y depuración es de 0.38 euros/m³. A partir de este dato y de los resultados analíticos para Andalucía de aguas residuales depuradas y sin depurar (tabla 7) se puede obtener el valor disuasorio para las aguas residuales urbanas.

Suponiendo un vertido de 1.000 m³, las unidades contaminantes asociadas al agua residual urbana sin depurar son:

$$UC_{sd} = \frac{114,8}{150} + \frac{173}{300} + \frac{42,4}{25} + \frac{50,3}{55} + \frac{11}{15} + \frac{10,6}{10} + \frac{16}{15} = 6,8125$$

mientras que para el agua depurada son:

$$UC_d = \frac{22,5}{150} + \frac{18}{300} + \frac{22,1}{55} + \frac{4,6}{15} = 0,9185$$

En cuanto al coeficiente corrector, se elige el más bajo posible, ya que valores más bajos del coeficiente implican precios más altos. Se supone un agua residual urbana que se vierte a través de una conducción al litoral (coeficiente igual a 1). Tan sólo mediante la utilización de un emisario submarino se conseguiría un coeficiente menor, pero ello implicaría costes adicionales en la construcción y operación de dicha infraestructura. Dado que el coste medio de depurar los 1.000 m³ es 380 euros, el valor disuasorio del precio de la unidad de contaminación, P, se obtiene a partir de la ecuación:

$$P \times (UC_{sd} - UC_d) = 380 \text{ euros}$$

por lo que:

$$P = \frac{380}{6,8125 - 0,9185} = 64,47 \text{ euros}$$

La realización del mismo cálculo para los vertidos industriales es complicada debido a la heterogeneidad de su composición química y tratamientos de depuración, y a la escasez de datos sobre los costes. No obstante dado que, a igualdad de otras características, el coeficiente corrector para vertidos industriales es el doble que para los vertidos urbanos, lo que llevaría en la ecuación anterior a un denominador más elevado. El valor que se obtendría debería ser, con carácter general, menor que el obtenido para los vertidos urbanos.

De todo lo anterior se deduce que el precio de la unidad contaminante se puede establecer en un rango comprendido entre 4,16 y 64,47 euros.

8. EL IMPUESTO QUE SE PROPONE PARA ANDALUCÍA

En este apartado, se describe el impuesto sobre vertidos a las aguas litorales (IVAL) que resulta de la aplicación en Andalucía de la metodología descrita en el capítulo IV, y se comenta como se han subsanado, con este nuevo impuesto, los principales defectos y limitaciones de los otros tributos sobre vertidos estudiados en el capítulo III.

8.1 Descripción resumida del procedimiento de cálculo del impuesto

Para calcular el nuevo impuesto se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

A) El impuesto sobre vertidos a las aguas litorales (IVAL) se calcula

multiplicando las unidades contaminantes asociadas al vertido (UC) por el precio de la unidad contaminante (P) y por el coeficiente (K) que tiene en cuenta otros aspectos del vertido que influyen en su incidencia sobre el medio, como: tipo, lugar y forma de vertido.

$$IVAL = UC \times P \times K$$

- B) Las unidades contaminantes del vertido (UC) se calculan sumando las unidades correspondientes a los parámetros característicos del vertido (UC_i), que se calculan a partir del caudal de vertido autorizado (Q), expresado en miles de m^3 , y de los valores límites mensuales autorizados para dichos parámetros característicos (VL_i), a partir por la fórmula:

$$UC = \sum_{i=1}^n Q \times \frac{VL_i}{VR_i}$$

donde VR_i son los valores de referencia, que se obtienen de la tabla 8, para los parámetros característicos.

Tabla 8: Parámetros característicos y valores de referencia del IVAL.

FAMILIAS	SUSTANCIAS (mg/l)	Valores de Referencia	Valores Umbrales
Parámetros generales	Sólidos en suspensión	300	15
	Mat. Orgánica (COT)	150	7,5
	Toxicidad (UT)	15	2
	Temperatura inmisión ($\Delta^{\circ}\text{C}$)	3×210 (1)	3
	Temperatura emisión ($\Delta^{\circ}\text{C}$)	9×210 (1)	3
	Conductividad (mS/cm)	$56 \times 4,1$ (1) $5 \times X_{\text{MR}}$ (2)	2,8 $0,5 \times X_{\text{MR}}$ (2)
Compuestos Orgánicos no halogenados	Benceno	1	0,05
	Fenoles	3	0,15
	Tensoactivos aniónicos	10	0,5
	Aceites y grasas	25	3
	HAP	0,01	0,0005
	Plaguicidas	0,02	0,001
Compuestos orgánicos halogenados	Cloroformo	1	0,05
	Dicloroetano-1,2	2,5	0,125
	Hexaclorobenceno	1	0,05
	Hexaclorobutadieno	1,5	0,075
	AOX	10	0,5
	Tricloroetileno	0,5	0,025
	Pentaclorofenol	1	0,05
	Tetracloruro de Carbono	1,5	0,075
Compuestos inorgánicos no metálicos	Triclorobenceno	1	0,05
	Cianuros	0,5	0,05
	Fluoruros	30	1,7
	Cloro total	$0,2 \times 100$ (1)	0,01
	Nitrógeno total	55	2,75
Metales	Fósforo total	15	0,75
	Mercurio	0,05	0,0025
	Cadmio	0,2	0,01
	Plomo	0,5	0,05
	Arsénico	1	0,05
	Cobre	0,5	0,05
	Cromo	0,5	0,025
	Níquel	3	0,15
	Cinc	3	0,15
	Selenio	1	0,05
Talio	1	0,05	

(1) Se representa el valor de referencia multiplicado por el coeficiente k.

(2) Si el vertido se produce en estuarios los valores están establecidos en función de la conductividad del medio receptor (XMR).

Este método de cálculo de las unidades contaminantes tiene tres excepciones:

- Si el agua de captación proviene del medio receptor del vertido se podrán

restar a los valores límite (VLi) los asociados al agua de captación.

- Si el vertido tiene un pH que está fuera del rango entre 6 y 9 hay que sumar las unidades contaminantes asociadas a este parámetro (UC_{pH}) que se calculan mediante la expresión:

$$UC_{pH} = Q \times \frac{T_0 + 10 T_1 + 100 T_2}{\text{tiempo total}}$$

siendo:

- T_0 : tiempo en minutos en el que el pH está entre 5 y 6 ó entre 9 y 10.
 - T_1 : tiempo en minutos en el que el pH está entre 4 y 5 ó entre 10 y 11.
 - T_2 : tiempo en minutos en el que el pH es inferior a 4 ó superior a 11.
- Si el vertido procede de un aliviadero de pluviales se puede usar para estimar las UC la expresión:

$$UC = 2595 \times D^2$$

donde D es el diámetro equivalente de la conducción del vertido, expresado en metros.

- C) Los parámetros característicos de cada vertido son los que cumplen que sus valores límites (VLi) superan los valores umbrales de la tabla 8. Esta regla general tiene las siguientes excepciones:

1. Vertidos de refrigeración: se tendrán en cuenta los parámetros: temperatura y cloro total. La presencia de otros contaminantes

procedentes del proceso se determinará mediante la aplicación del test de contraste de hipótesis en el que la hipótesis nula (H_0) es que la población de datos analíticos en el agua de captación sea diferente a la del vertido, con un nivel de significación (α) de 0,05. Todos los parámetros para los que se demuestre que hay una diferencia significativa entre la entrada y la salida deben ser incluidos en el cálculo del IVAL.

2. Desalinizadoras: su principal parámetro es la conductividad. Si la toma de agua no se realiza del medio receptor sino de un medio salino, los incrementos en los parámetros característicos se deberán medir respecto al medio receptor.
3. Piscifactorías: sólo se deben tener en cuenta los parámetros: COT, sólidos en suspensión, nitrógeno total y fósforo total.
4. Vertidos agrícolas: sólo tributarán si superan los umbrales de selección de: COT, sólidos en suspensión, nitrógeno total, fósforo total o plaguicidas. Para estos últimos se suman todos los que se encuentren en concentraciones superiores a $0,1 \mu\text{g/l}$ y se toma como valor umbral $1 \mu\text{g/l}$.
5. Vertidos urbanos: se deben tener en cuenta los parámetros: COT, sólidos en suspensión, nitrógeno total, fósforo total, tensoactivos aniónicos, toxicidad y aceites y grasas. El parámetro COT se puede obtener a través de la DQO, mediante una correlación individual establecida para cada vertido o, en su defecto, mediante la fórmula:

$$\text{COT} = \frac{\text{DQO} - 44}{4,0}$$

- D) Una vez calculadas las unidades contaminantes, si éstas son inferiores a 100, el vertido se considera exento del impuesto, salvo si éste no está autorizado o no cumple con la autorización de vertido, en cuyo caso el valor de unidades contaminantes será 100.
- E) El coeficiente K se obtiene como producto de todos los coeficientes K_i definidos, o que se puedan definir en el futuro cuando el estado de aplicación de las normativas sobre vertidos y calidad de las aguas lo requiera:

$$K = \prod_{i=1}^n K_i$$

Los coeficientes K_i definidos en esta Tesis son:

1) De tipo y características del vertido (K_1)

El coeficiente propuesto toma el valor de 1 para los vertidos de naturaleza urbana y de 2 en el resto de los casos. Para que un vertido sea considerado urbano debe cumplir todas las condiciones siguientes:

- Tener menos de un 30% en volumen de agua industrial.
- Presenta menos de un 30% en carga contaminante, expresada en unidades contaminantes, de agua industrial.

- No contener sustancias tóxicas que superen los valores umbrales de selección para determinar las unidades contaminantes. Se consideran sustancias tóxicas: metales, organohalogenados, HAP, benceno, organoestánicos, cianuro y fluoruro.

2) De lugar de vertido (K_2)

Los coeficientes de lugar de vertido propuestos son:

- $K_2 = 2$, para la zona I: espacios naturales protegidos.
- $K_2 = 1,5$ para la zona II: zonas limitadas (estuarios y bahías cerradas), de baño, para la cría de moluscos y aguas utilizadas para la acuicultura intensiva.
- $K_2 = 1$ para la zona III: las no incluidas en las zonas anteriores.

3) De forma de vertido (K_3)

Para obtener este coeficiente se tienen en cuenta la definición y el método de cálculo del parámetro “dilución inicial” de la Instrucción sobre emisarios submarinos [29], y se emplean los siguientes valores:

- $K_3 = 0,25$ para emisarios submarinos con dilución inicial superior a 1.000.
- $K_3 = 0,50$ para emisarios submarinos con dilución inicial superior a 100.
- $K_3 = 0,75$ para vertidos permanentemente sumergidos y dilución inicial superior a 10.

- $K3 = 1,00$ para el resto de los casos.

8.2 Ventajas del nuevo impuesto

En el análisis crítico que se realizó apartado 7 del capítulo III se pusieron de manifiesto una serie de problemas y limitaciones que tenían los impuestos estudiados. A continuación se resumen estos problemas y se indica como se han subsanado en el impuesto propuesto (IVAL).

A) Indefinición en los parámetros usados en el cálculo del canon

En los tributos estudiados este problema tan sólo está resuelto en aquellos que utilizan un número pequeño de parámetros y los emplean todos. Estos tributos tienen el inconveniente de que no son un instrumento económico útil para reducir contaminantes que son muy tóxicos y que están presentes en los vertidos industriales. En los impuestos que se basan en una lista amplia de parámetros no se dan criterios para seleccionar los parámetros, lo que puede dar lugar a una cierta discrecionalidad en la selección, por parte de la administración, que influye en el valor final del impuesto.

En el IVAL (impuesto sobre vertidos a las aguas litorales) se utiliza una lista amplia de parámetros y se dan criterios objetivos para seleccionar los parámetros que intervienen en el cálculo del impuesto.

B) Errores en la proporcionalidad entre contaminación aportada e impuesto

Un buen impuesto ecológico debe cumplir que pague más quien más contamine, sin embargo existen impuestos donde esta proporcionalidad no se

cumple, ya sea por errores en el sistema de interpolación, como en el caso del canon de vertidos de la Ley de Aguas, o en el antiguo canon andaluz, donde la utilización de la media en el cálculo beneficia a los vertidos con un número elevado de contaminantes. En el IVAL la proporcionalidad es total, no siendo posible que, en igualdad de condiciones de vertido, una mayor contaminación suponga un menor pago, ya que el IVAL es proporcional a las unidades contaminantes, que a su vez son proporcionales a la suma de las cargas contaminantes ponderadas del vertido.

C) Naturaleza del vertido

En general, los vertidos de naturaleza urbana están favorecidos en los impuestos de vertido frente a los industriales, sin embargo no se aportan criterios claros para diferenciar unos de los otros, en el caso de que exista mezcla de ambos, lo que es muy común, ya que es frecuente que las industrias viertan a la red de saneamiento urbana. En el IVAL se han reducido los tipos de vertidos utilizados y se ha hecho una descripción exhaustiva de las condiciones que debe cumplir un vertido para ser considerado de naturaleza urbana.

D) Centrales térmicas

El uso de fórmulas discontinuas usadas en otros impuestos para los vertidos de refrigeración de las centrales térmicas provoca, en algunos casos, que a mayor vertido el tributo sea menor. También, en muchas ocasiones, ocurre que el valor del impuesto tan sólo depende del volumen del vertido, con independencia de la temperatura a que se vierta. En el IVAL se corrige todo lo anteriormente comentado, haciendo el impuesto proporcional al volumen y al salto térmico entre la captación y el vertido, o sea a la carga térmica. Al aplicar a la temperatura los mismos criterios que al resto de los parámetros se resuelven

los problemas que se plantean en otros impuestos que emplean fórmulas discontinuas.

E) Parámetros especiales

Se ha previsto la forma de tener en cuenta un parámetro tan importante como es el pH. Además se han introducido a los AOX con el mismo régimen que los demás parámetros, lo que tendrá especial relevancia para ciertos vertidos de las industrias orgánica y papelera.

F) Vertidos especiales

En el apartado 7 del capítulo III se puso de manifiesto la existencia de vertidos para los que el cálculo del valor del tributo daba lugar a resultados demasiado bajos (por no emplear parámetros característicos adecuados) o demasiado altos (por no tener en cuenta la carga asociada al agua de captación). En el IVAL se ha previsto un tratamiento especial para los vertidos en los que el régimen general no se podía aplicar adecuadamente como en piscifactorías y en vertidos agrarios.

G) Ausencia de valores mínimos para el canon

Se han introducido unos valores mínimos para que los vertidos muy pequeños queden exentos o tributen una cantidad asociada a los gastos de gestión administrativa del impuesto.

9. COMPARACIÓN ECONÓMICA DEL TRIBUTO PROPUESTO CON OTROS EXISTENTES

Para terminar el capítulo, se calcula el valor del impuesto propuesto, al aplicarlo a una de serie vertidos diferentes y se compara con los valores que se obtendrían con otros tributos estudiados en esta Tesis Doctoral.

Los distintos tipos de vertidos que se van a estudiar son:

1. Urbano sin depurar
2. Urbano depurado
3. De piscifactorías
4. De la industria química inorgánica
5. De la industria química orgánica
6. De refrigeración

Los valores utilizados para el cálculo de cada tributo son los de la mediana (percentil 50) de los resultados analíticos obtenidos de las bases de datos de la Consejería de Medio Ambiente medidos en cada sector en Andalucía y que se resumen en la tabla 9. Se considera que la mediana es un estadístico más adecuado que la media, por los siguientes motivos:

- En las bases de datos anteriormente citadas existen valores muy altos, que pueden distorsionar la media, y que en muchos casos se corresponden con situaciones poco representativas debidas a vertidos accidentales o a un mal funcionamiento del sistema de depuración.
- En las bases de datos existe un elevado número de valores que están por debajo del límite de cuantificación, con los consiguientes problemas para

el cálculo de la media.

Tabla 9: Valores de parámetros característicos usados en el cálculo de los tributos (1).

PARÁMETROS	Urbano sin depurar	Urbano depurado	Piscifactorías (salida)	Piscifactorías (entrada)	Industria Inorgánica (metal)	Industria orgánica (papel)
DQO	484	72	*	*	33	820
DBO ₅	260	21	10	*	11	310
COT	148,8	18,9	4	4	11	280
Sólidos en suspensión	173	18	21	15	9	84
Aceites y grasas	42,4	<1	*	*	*	11,6
Conductividad	*	*	51,15	50,37	5,78	3,9
AOX	*	*	*	*	0,33	5,5
Toxicidad	16	<2	*	*	*	56
Nitrógeno	48,2	22,1	3,6	0,17	5,5	9
Nitratos	*	*	4,3	*	*	*
Fósforo	11	4,6	0,385	0,152	0,2	2
Fluoruro	*	*	*	*	21,2	*
Arsénico	*	*	*	*	0,044	*
Cadmio	0,006	*	*	*	0,03	*
Cinc	0,127	0,056	*	*	2,044	*
Cobre	0,056	0,056	*	*	0,0685	*
Plomo	*	*	*	*	0,61	*
Selenio	*	*	*	*	0,177	*
Talio	*	*	*	*	1,112	*

(*) No se utilizan en ninguno de los tributos o presentan valores muy bajos para ser considerados.

(1) Todos los valores están expresados en mg/l, excepto la conductividad en mS/cm.

Todos los cálculos se han realizado para un mismo volumen de vertido (1.000 m³), con objeto de tener una base común para poder comparar los valores obtenidos en los distintos tipos de vertidos.

Es de señalar que dos vertidos con una misma carga contaminante pueden alcanzar, para un mismo tributo, valores muy diferentes. Esto se debe a la existencia de coeficientes que dependen de las características del vertido, como el lugar de vertido, la dilución, su naturaleza, etc. La cantidad de valores

asociados a una misma carga contaminante dependerá del número de coeficientes y de los valores que éstos puedan tomar, así, por ejemplo en el canon catalán existen 126 valores distintos para los vertidos industriales.

En las gráficas 3 a 10 se representan, para los distintos vertidos estudiados, 3 valores para cada uno de los tributos. Estos valores son: el máximo, el mínimo y el que corresponde a un vertido estándar⁶ que tiene las características siguientes:

- Zona de vertido en aguas costeras abiertas sin protección (en el caso de tributos específicos de aguas continentales se toman las aguas sin protección de mayor renovación).
- Conducción de vertido sin dilución.
- Sin puntas de caudal ni concentración.
- Otras características que dependen de cada sector y que se especificarán en el apartado correspondiente.

Las siglas que se han utilizado para representar los 11 tributos estudiados son las siguientes:

- Canon de vertidos de la Ley de Aguas de 1985: LA1
- Canon de control de vertidos del RDL 1/2001: LA2
- Canon de vertidos a las aguas litorales de Andalucía: AND1
- Impuesto a las aguas litorales de Andalucía: AND2

6 El uso de un vertido estándar permite comparar los tributos en igualdad de condiciones.

- Canon del agua de Cataluña: CAT
- Canon de saneamiento de Valencia: VAL
- Impuesto sobre aguas residuales de Alemania: ALEM
- Impuesto sobre aguas residuales de Dinamarca: DK
- Tasa sobre actividades contaminantes de Australia: AUS
- Propuesta del nuevo tributo con un precio de la unidad de contaminación de 4,16 euros: P4
- Propuesta del nuevo tributo con un precio de la unidad de contaminación de 64,47 euros: P64

9.1 Vertidos urbanos sin depurar

En la figura 3 se representan los valores máximo, mínimo y de un vertido estándar que se obtienen al aplicar a los vertidos urbanos sin depurar los 11 tributos estudiados.

En este tipo de vertidos el estándar tiene las características indicadas en la página 275 y las siguientes:

- Urbano sin industria.
- Población de 5.000 habitantes-equivalentes (h-e)

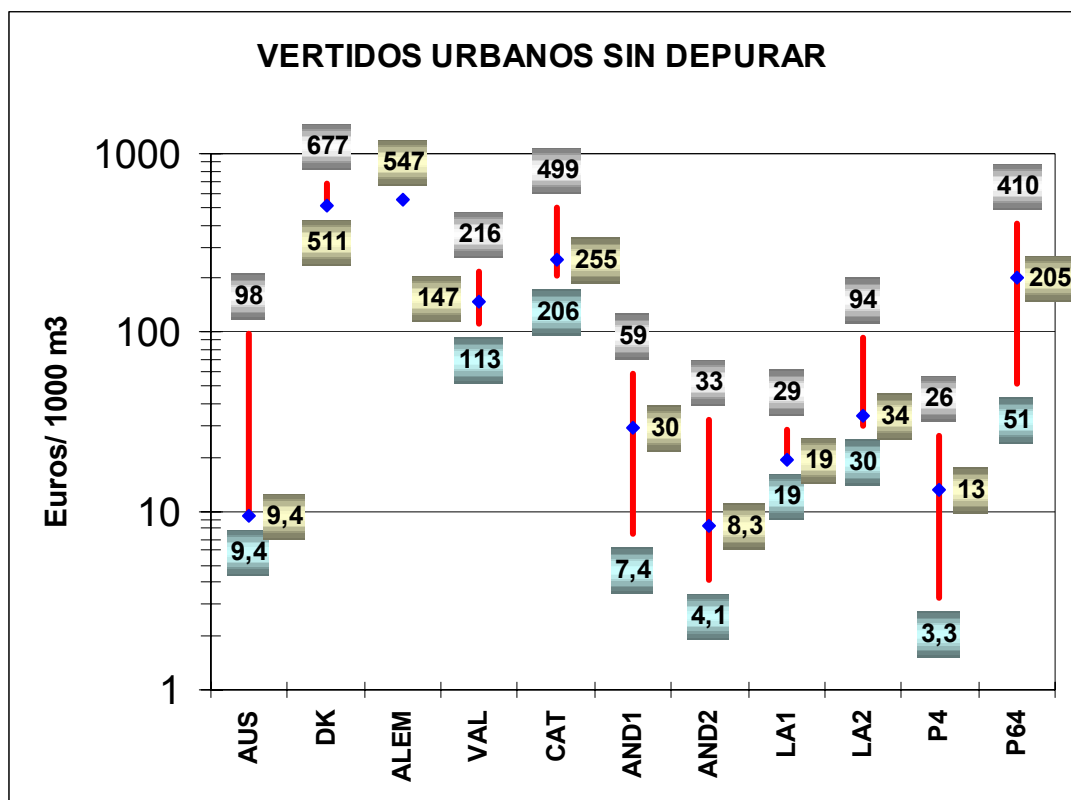


Figura 3: Valores de los tributos máximos (gris), mínimos (azul) y estándar (amarillo) para vertidos urbanos sin depurar.

Los tributos más altos corresponden a los impuestos alemán y danés, para los que se obtienen, en todos los casos, valores superiores a los 500 € por cada 1.000 m³

En España los cánones catalán y valenciano son los más altos, ello es debido a que su finalidad es fundamentalmente recaudatoria, ya que están destinados a los gastos de gestión, explotación y construcción de las instalaciones de evacuación, tratamiento y depuración de aguas. Por tanto, el objetivo último de los mismos no es fomentar la reducción de la carga contaminante de los vertidos urbanos, sino recaudar para obtener recursos económicos para que las administraciones acometan dicha reducción.

El canon de la Ley de aguas (LA1) ha sufrido un incremento importante en su última modificación (LA2), que ha dado lugar también a un aumento en su rango de variación.

La tasa australiana alcanza unos niveles similares a los tributos españoles (salvo en los cánones de saneamiento) ya que los valores más bajos, que se corresponden con vertidos a estuarios y a aguas costeras abiertas, son semejantes a los tributos de Andalucía y los más altos, correspondientes a aguas cerradas (dulces o continentales), son muy parecidos a los del nuevo canon de la Ley de Aguas.

Llama la atención que en la última modificación de tributos en Andalucía, donde se ha cambiado el canon de vertidos (AND1) por el impuesto (AND2), se ha producido una reducción tributaria generalizada.

Los valores más altos del tributo propuesto (P64) son similares a los cánones catalán y valenciano. Los valores más bajos del tributo propuesto (P4) son del mismo orden de magnitud que la tasa australiana y el impuesto andaluz.

9.2 Vertidos urbanos depurados

Para este tipo de vertidos los valores más altos son los asociados a los cánones catalán y valenciano, ya que al no tener en cuenta el grado de depuración de los vertidos tienen los mismos valores que los de la gráfica 3 (vertidos urbanos sin depurar).

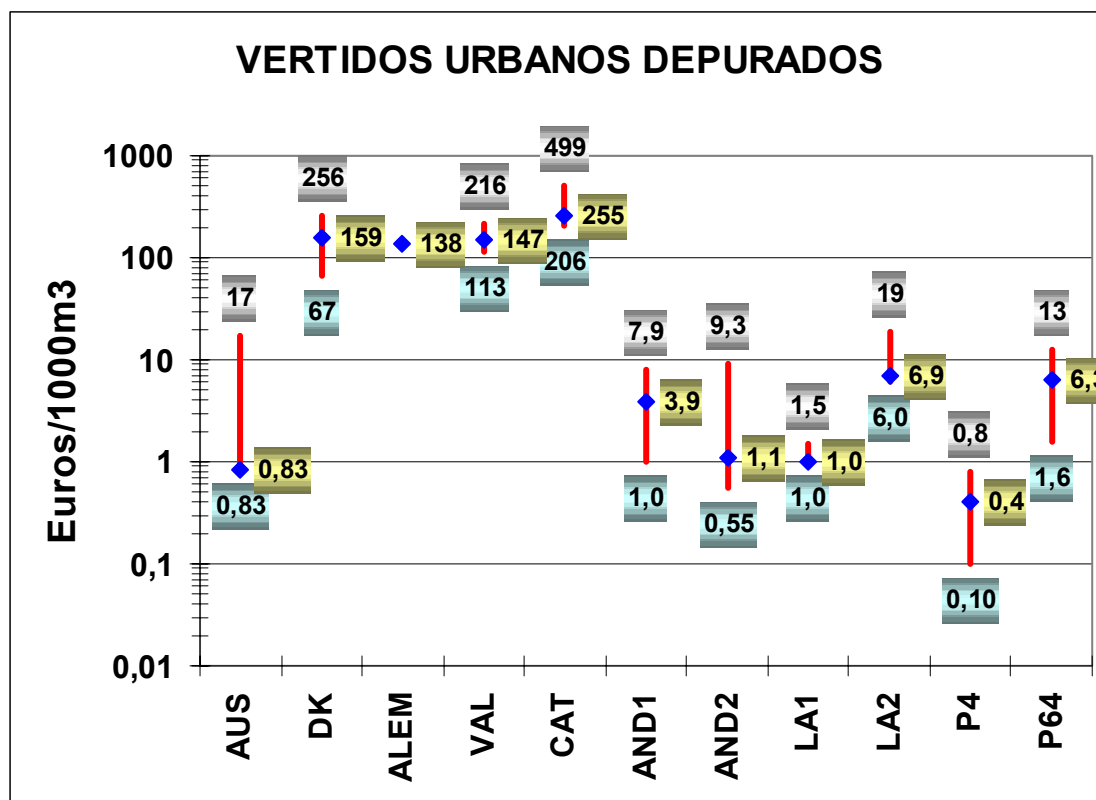


Figura 4: Valores de los tributos máximos (gris), mínimos (azul) y estándar (amarillo) para vertidos urbanos depurados.

Para el resto de los tributos se produce una disminución respecto a los vertidos sin depurar (ver figura 5), que depende del grado de reducción de los distintos contaminantes y del peso relativo de los mismos en cada tributo, salvo para el nuevo canon de la Ley de Aguas en el que la reducción es siempre del 80%, lo que corresponde a la utilización del coeficiente de tratamiento adecuado (0,5).

En la propuesta de tributo que se realiza en esta Tesis, tanto para el precio inferior (P4) como para el superior (P64), es donde se obtienen las mayores disminuciones (97%), ya que éstas dependen de la reducción de la carga contaminante total y no de la media de la reducción de cada uno de los parámetros, como en los antiguos cánones de Andalucía y de la Ley de Aguas.

Así P4 se convierte en el tributo más bajo y P64 tiene valores similares a LA2, lo que refrenda el buen comportamiento del tributo propuesto en el caso de vertidos con bajo impacto ambiental.

Las reducciones que se producen en el impuesto danés (70%) y alemán (75%) son las menores de todos los impuestos estudiados⁷, ya que de los tres contaminantes considerados en estos impuestos (DQO, nitrógeno y fósforo) tan sólo para la DQO se producen reducciones importantes con el tratamiento biológico convencional (85%) siendo menores las del nitrógeno (54%) y el fósforo (58%).

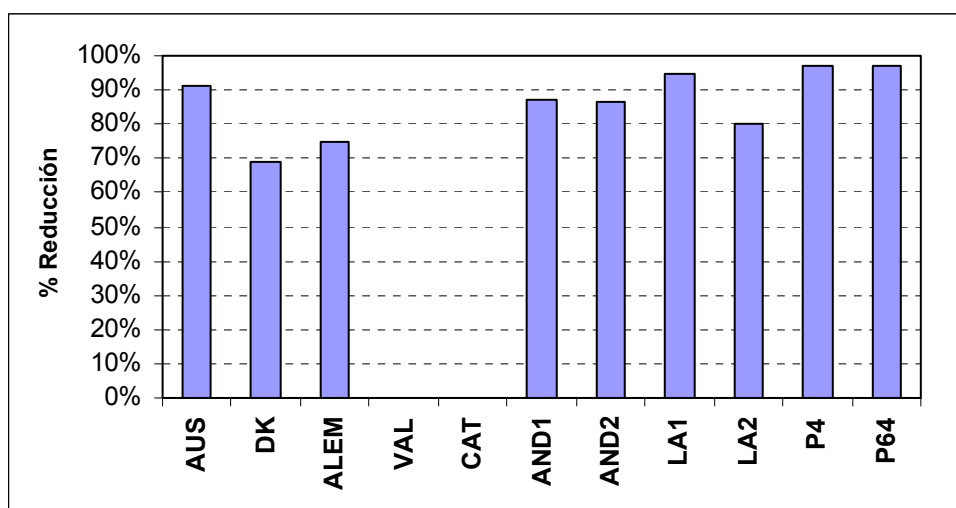


Figura 5: Reducción de los tributos correspondientes a un vertido urbano depurado respecto a otro sin depurar.

9.3 Industria química inorgánica

Dentro de la industria química inorgánica se ha seleccionado, a título de ejemplo, el vertido de la industria de la metalurgia no férrea. El motivo de la

⁷ Si no se consideran los cánones catalán y valenciano.

selección de un sector determinado es que para la aplicación de la tasa australiana es necesario conocer ciertos valores umbrales que dependen del tipo de industria y se establecen en función de la producción o del tamaño de la instalación.

Los vertidos de la industria escogida se caracterizan por presentar altos contenidos en metales.

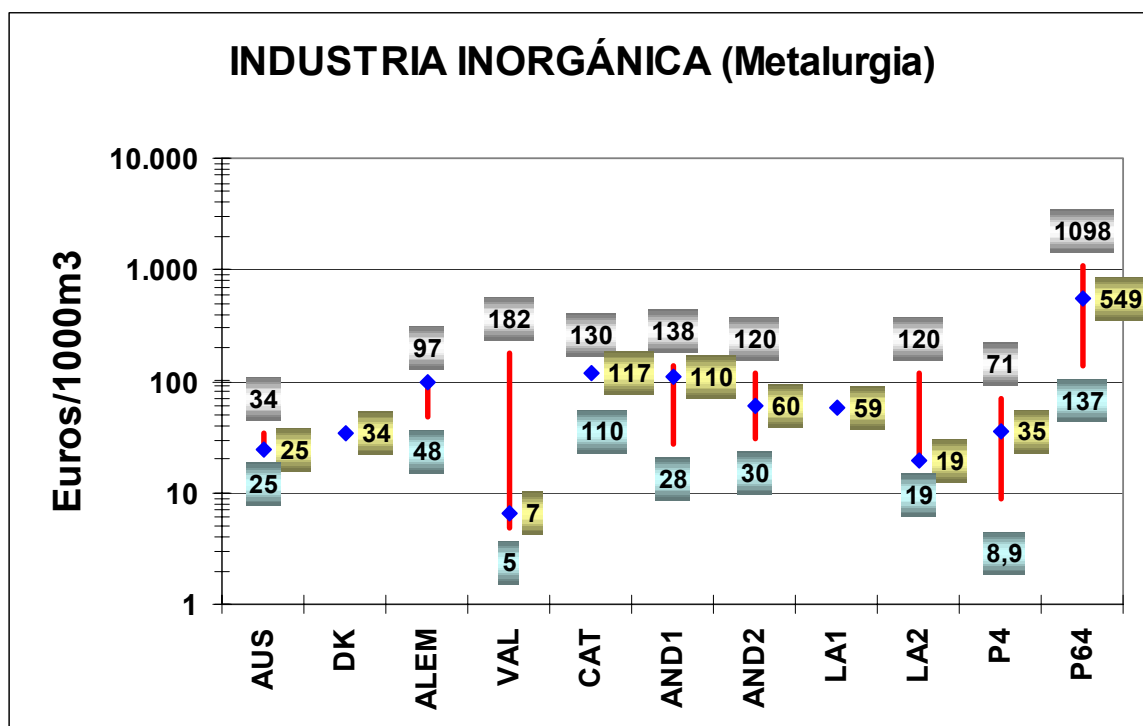


Figura 6: Valores de los tributos máximos (gris), mínimos (azul) y estándar (amarillo) para vertidos de la industria química inorgánica.

Al comparar las gráficas 4 y 6 se observa que las diferencias entre los distintos tributos son menores para los vertidos de la industria que para las aguas residuales urbanas. Esto se debe a que los tributos que alcanzan los valores más altos para los vertidos urbanos (danés, alemán, catalán y valenciano) no valoran adecuadamente la presencia de metales en el vertido, así: el impuesto danés y el canon catalán no los tienen en cuenta, el valenciano sólo los considera cuando superan determinados valores que son muy elevados para vertidos directos a las

aguas naturales (no así para los que se producen en el alcantarillado) y por último, en el impuesto alemán el peso relativo de los metales es inferior al de los contaminantes típicamente urbanos, como DQO, nitrógeno y fósforo. Las diferencias son aún más evidentes si se tiene en cuenta que en el canon catalán existe una cuota fija de 98,7 €, que no está relacionada con la carga contaminante y en el valenciano los valores superiores corresponden a vertidos a aguas dulces, donde el contaminante que tiene más peso es la conductividad. En la gráfica 7 se representa la contribución de los distintos contaminantes en cada tributo, en los casos en los que la contribución sea diferente entre vertidos a aguas continentales y marinas (Australia, Cataluña y Valencia) se ha elegido el de las aguas marinas, para comparar mejor con el tributo propuesto.

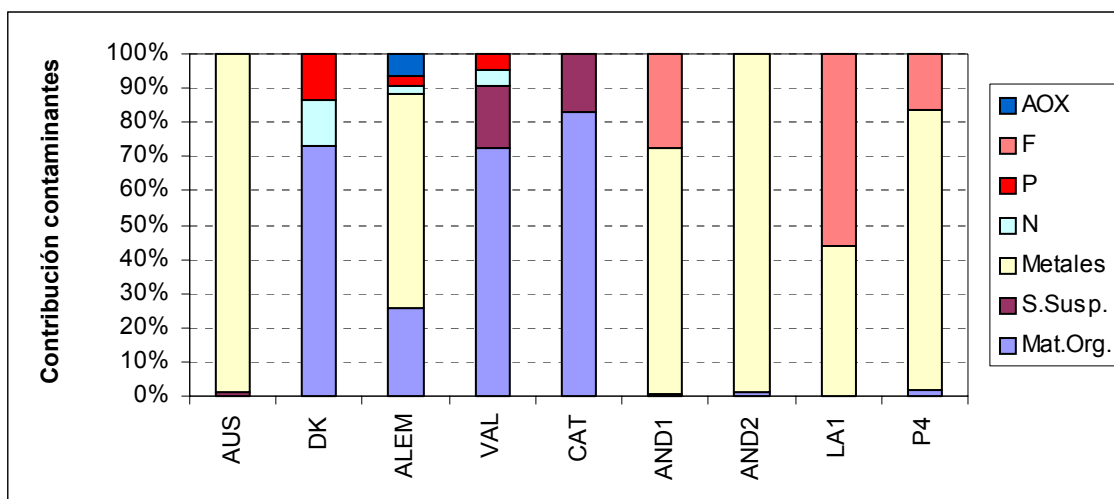


Figura 7: Contribución de los distintos contaminantes al valor del tributo para el vertido estándar de la industria metalúrgica.

Respecto al tributo propuesto, se comprueba que mientras que el valor correspondiente al precio inferior (P4) es parecido al de muchos de los estudiados, el correspondiente al valor más alto (P64) es, con diferencia, el más elevado de todos, esto se debe a que este tipo de vertidos se caracteriza por contener una gran cantidad de metales que no son ponderados adecuadamente en

otros tributos, ya que se basan en el valor medio de las concentraciones (como los antiguos de Andalucía y de la Ley de Aguas).

9.4 Industria química orgánica

Por el mismo motivo que en el apartado anterior se ha elegido dentro de la industria de la química orgánica a un sector, el de la producción de pasta de papel, cuyo vertido se caracteriza por un alto contenido en materia orgánica y por la presencia de sustancias organocloradas.

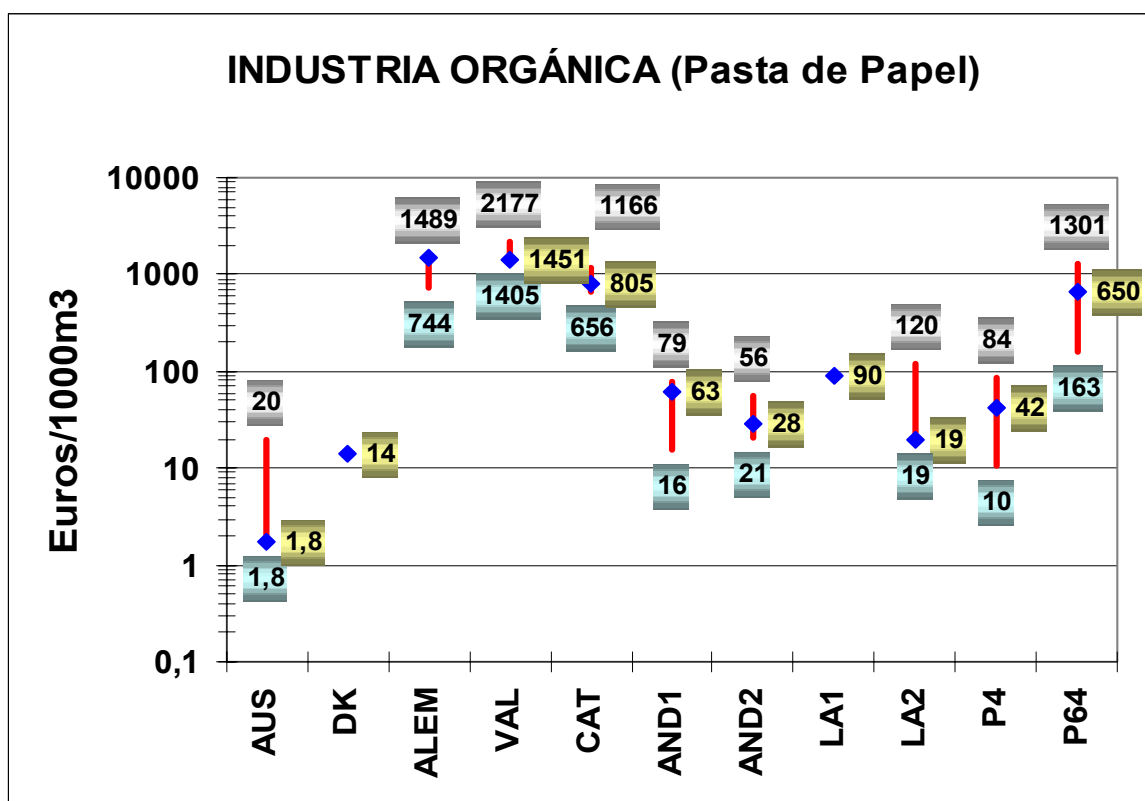


Figura 8: Valores de los tributos máximos (gris), mínimos (azul) y estándar (amarillo) para vertidos de la industria química orgánica.

Al igual que para las aguas residuales urbanas los tributos más altos corresponden al impuesto alemán y a los cánones catalán y valenciano, esto se debe al elevado peso que tienen en estos tributos los contenidos en materia

orgánica.

En los cánones catalán y valenciano hay poca diferencia entre los vertidos a aguas dulces y los que se produce en el mar, por el excesivo peso del parámetro toxicidad, al que no le afecta el coeficiente de dilución. En el caso valenciano el tributo es incluso superior cuando se vierte al mar que cuando se hace en aguas continentales.

El tributo danés pasa a ser uno de los más bajos, ya que en éste la industria de la celulosa tiene un tratamiento especial, con una reducción del 97% sobre el régimen general.

Para el nuevo canon de la Ley de Aguas (LA2) los valores que se obtienen son los mismos que los del apartado anterior, para los vertidos de la industria inorgánica, ya que este canon es independiente de la carga contaminante.

La tasa australiana es la más baja para el vertido estándar, debido a que en este sector los únicos contaminantes que se tienen en cuenta son la DBO₅, sólidos en suspensión, nitrógeno y fósforo. Como en el caso de vertidos al mar no se computan ni la DBO₅ ni el fósforo y el peso de los sólidos en suspensión es bajo, también hay una gran diferencia entre los vertidos a las aguas dulces y las marinas.

Para los tributo propuesto (P4, P64) se obtienen unos valores que se encuentran en la zona media del resto de los tributos.

9.5 Piscifactorías

En un buen número de los tributos estudiados las piscifactorías tienen un

tratamiento especial, en el que se aplican reducciones sobre el régimen general. En Dinamarca las piscifactorías son el único sector que está expresamente excluido del impuesto.

Con carácter general, los valores de los tributos para las piscifactorías son los más bajos de todos los sectores estudiados y sólo son similares a los que se obtienen para las aguas residuales depuradas.

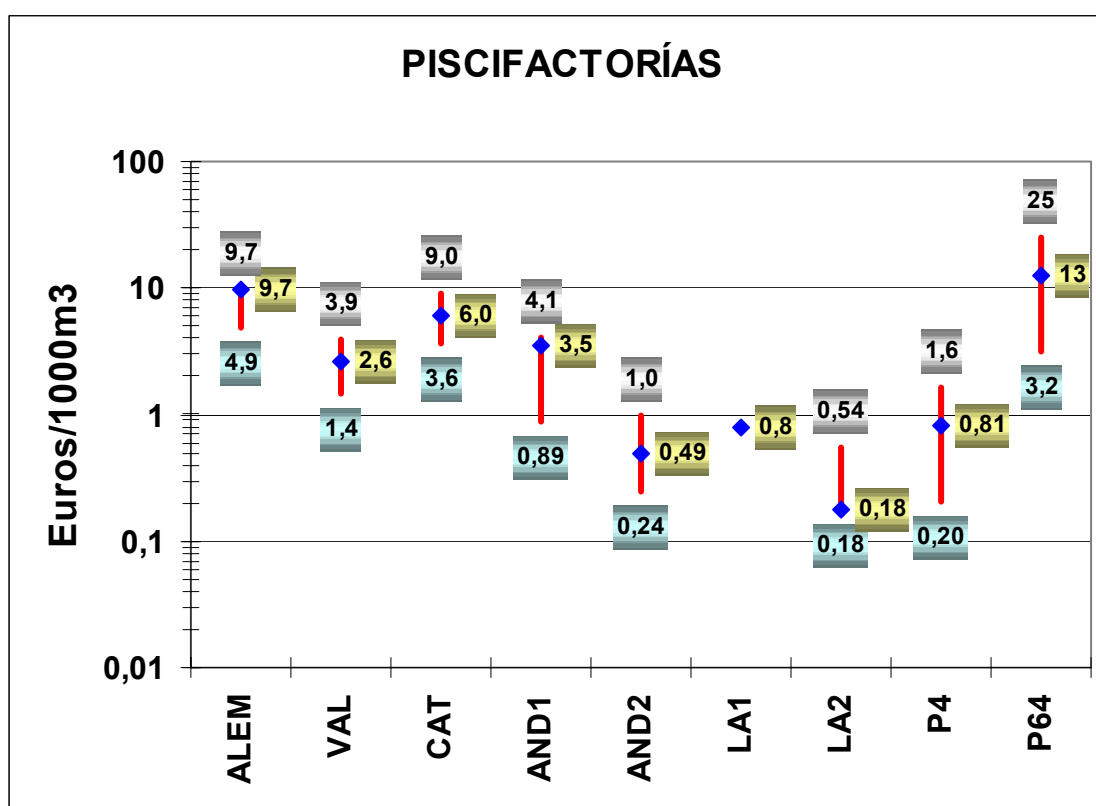


Figura 9: Valores de los tributos máximos (gris), mínimos (azul) y de un vertido estándar (amarillo) para un vertido de piscifactoría⁸.

8 No se han representado los valores para los tributos de Dinamarca (por estar las piscifactorías exentas de tributo) y de Australia (porque las piscifactorías no están entre los sectores que tienen tasa por carga contaminante, sino que tan solo se aplica la tasa administrativa, que se calcula a partir de la superficie ocupada).

Se observa que los valores más altos entre los tributos existentes corresponden al impuesto alemán y al canon catalán y los más bajos al nuevo impuesto de Andalucía y al nuevo canon de la Ley de Aguas.

En el canon catalán las piscifactorías no pagan el gravamen general (98,7 €/1.000 m³) que es fijo e independiente de la contaminación del vertido.

En el nuevo canon de la Ley de Aguas se ha reducido el tributo, respecto al anterior, al aplicar coeficientes de 0,006 y 0,018 en lugar de 0,5 y 2,5 del régimen general de los vertidos industriales.

De nuevo todos los tributos estudiados están dentro del rango comprendido entre los valores máximos y mínimos del tributo propuesto. Si se comparan los valores de los tributos asignados al vertido estándar se comprueba que el valor más bajo es el del nuevo impuesto andaluz (LA2), y el más alto se corresponde con el tributo propuesto con un precio unitario de 64,47 € (P64).

9.6 Vertidos de refrigeración

En la mayoría de los tributos estudiados no se tiene en cuenta este tipo de vertidos (en los que la temperatura es su principal parámetro contaminante). Así, ni el impuesto danés, ni el alemán, ni la tasa australiana incluyen la temperatura entre sus parámetros. En España tampoco se considera en el canon valenciano ni en el catalán (en este último la reforma de 2003 lo eliminó como parámetro), aunque se mantiene un régimen especial para los vertidos de refrigeración de las centrales térmicas con un consumo superior a 1.000 Hm³ al año, a los que se les aplica un coeficiente de 0,00053, que es independiente de la carga contaminante.

Para la mayor parte de los restantes tributos el valor depende tan solo del

volumen de agua vertida, y el precio unitario por m^3 es menor cuanto mayor sea el volumen de vertido (ver tablas 3, 9 y 13, capítulo III). Se ha optado por representar en la gráfica los valores correspondientes a diferentes volúmenes de los distintos rangos en que los se dividen los tributos. El vertido estándar se define como el que tiene un caudal de 200 Hm^3 al año y produce un incremento térmico de 3°C en el medio receptor.

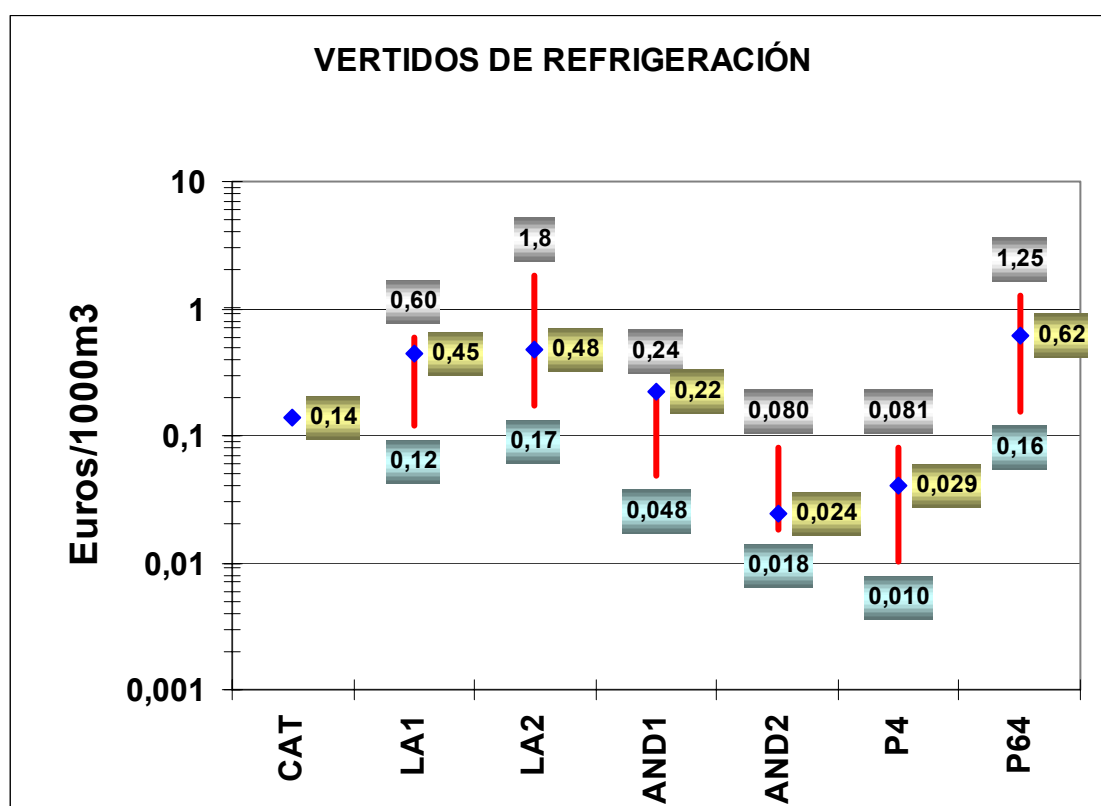


Figura 10: Valores de los tributos máximos (gris), mínimos (azul) y estándar (amarillo) para vertidos de refrigeración⁹.

El nuevo canon de la Ley de Aguas (LA2) es el que presenta el mayor de los valores máximos, debido a que en él se ha introducido un coeficiente que

⁹ No se han representado los tributos de Valencia, Dinamarca, Alemania y Australia porque no gravan este tipo de vertidos.

penaliza el incumplimiento de los objetivos de calidad.

Los únicos tributos que tienen en cuenta las condiciones y el lugar de vertido son el nuevo impuesto andaluz y la propuesta que se realiza en esta Tesis (P4, P64).

Los valores correspondientes a tributos que gravan específicamente los vertidos al mar son menores que los de aguas continentales, por la menor incidencia de este tipo de vertidos en el mar.

Para el vertido estándar los valores correspondientes a P64 son similares a los de la Ley de Aguas (LA1 y LA2) y los de P4 a los del nuevo impuesto de vertidos de Andalucía (AND2).

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Decreto 14/1996, de 16 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de la calidad de las aguas litorales. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 19 de 8 de febrero de 1996.
- [2] Orden de 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por vertidos, en desarrollo del Decreto 14/1996. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 27 de 4 de marzo de 1997 (corrección de errores Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 143, de 11 de diciembre de 1997).
- [3] Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germany (2001). Promulgation on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance-AbwBV) of 20 September 2001.
- [4] PARCOM Decision 92/1 on the reduction of discharges of chlorinated organic substances from the production of Bleached Kraft and Sulphite Pulp. <http://www.ospar.org>.
- [5] ExIm Bank Environmental Programs, Policies, Requirements, and Pending

- Transactions Lists. Environmental Guidelines. Pulp and Paper Mills. <http://www.exim.gov/manuals/policyhb>.
- [6] HELCOM Recommendation 17/8. Reduction of Discharges from the Pulp Industry. Adopted 13 March 1996. Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1974 (Helsinki Convention). http://www.helcom.fi/fullrecs/rec17_8.html.
- [7] OSPAR Commissions, 1995. Implementation of the Joint Assessment Monitoring Programme. Principles of the Comprehensive Study on Riverine Inputs. Appendix 2. <http://www.ospar.org>.
- [8] Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. Summary table. Update 2002. http://www.ccme.ca/assets/pdf/e5_002.pdf.
- [9] Cole, S., Codling, I.D., Parr, W. and Zabel, T., 1999. Guidelines for managing water quality impacts within UK European marine sites, WRc. http://www.english-nature.org.uk/uk-marine/reports/pdfs/water_quality.pdf.
- [10] Statutory Order n° 921 of October 8, 1996 on Quality Standards for Water Bodies and Emission Standards for Discharges of Certain Hazardous Substances to Watercourses, Lakes and Sea. Ministry of Environment and Energy, Danish Environment Agency. February 2002. <http://www.mst.dk/rules/02032700.doc>.
- [11] Standards for End of the Pipe Water Based Discharges from the Pacific Placed Site. British Columbia (Canada). December 1997. <http://www.env.gov.bc.ca>.
- [12] HELCOM Recommendation 14/3. Limitation of Emissions to the Atmosphere and Discharges into Water from Glass Industry. Adopted 3 February. Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1974 (Helsinki Convention). http://www.helcom.fi/fullrecs/rec14_3.html.
- [13] Orús Lacort, M. A. et al. Estudio comparativo de los límites de vertido en las ordenanzas y reglamentos de aguas residuales industriales. Tecnología del Agua n° 243, diciembre de 2003.
- [14] Directiva 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. DOCE n° L 135, de 30 de mayo de 1991. Modificada por Directiva 98/15, de 27 de febrero de 1998, en determinados requisitos del anexo I. DOCE n° L 67, de 7 de marzo de 1998.
- [15] Izquierdo, C. et al., 2000. Estudio de Caracterización del Mar Territorial

Andaluz. Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

- [16] Methodology for derivation of emission limit values for dangerous substances based on water quality standards. Technical Report nº 3.1- August 2002- Danish Environmental Protection Agency and the ministry of environment- Lithuania- Project to assist the Republic of Lithuania to transpose EU requirements in the water sector.

Conclusiones

En esta Tesis Doctoral se ha elaborado un método sistemático para el desarrollo de los aspectos técnicos de los tributos sobre vertidos líquidos a las aguas litorales. Este método se ha aplicado para obtener un nuevo tributo para los vertidos de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Soporte importante de esta Tesis Doctoral ha sido un amplio estudio de las legislaciones nacionales, internacionales y autonómicas en materia de tributos y calidad de las aguas, que ha permitido concluir:

1. Los tributos sobre vertidos a las aguas litorales son escasos y presentan numerosas deficiencias y limitaciones. Entre los tributos con deficiencias se pueden citar a los actualmente existentes en España y en la Comunidad Autónoma Andaluza.
2. En la selección de los parámetros a considerar en los impuestos, los métodos basados en listas abiertas (se estudia un número muy amplio de parámetros, entre los que se eligen los característicos de cada vertido) son los que aplican mejor el principio de “quien contamina paga” y son mejores herramientas, que los de lista cerrada, para conseguir que se reduzca el vertido de sustancias nocivas en el medio acuático.

Durante el desarrollo del método propuesto se han obtenido las siguientes conclusiones:

3. Entre todos los contaminantes incluidos en las legislaciones nacionales, internacionales y autonómicas estudiadas (relacionadas con las aguas litorales) se puede elaborar una lista compuesta por 76 de ellos que deben ser considerados para el desarrollo de los tributos de vertidos al litoral.
4. La lista anterior se puede reducir a otra de 40 contaminantes, que se consideran que son los más importantes para representar el grado de contaminación de los vertidos al litoral. Esta reducción ha sido posible tras un estudio detallado de los 76 contaminantes anteriores, en el que se ha tenido en cuenta su toxicidad, persistencia, bioacumulación, características carcinogénicas, etc.
5. Para poder considerar los distintos impactos ambientales que pueden causar los contaminantes seleccionados cuando se vierten al mar, se debe asignar a cada uno de éstos un peso diferente en el cálculo del tributo. Para ello se ha de asociar a cada parámetro un coeficiente que esté directamente relacionado con su nocividad para el medio receptor. Se recomienda para el establecimiento de estos coeficientes, denominados “valores de referencia”, el uso de los límites establecidos en la normativa existente de la zona en la que se va a aplicar el tributo.
6. El cálculo y la gestión del impuesto sobre vertidos a las aguas litorales se puede simplificar si:
 - a. Se utilizan en el tributo sólo los denominados “parámetros característicos” del vertido, es decir, aquellos que estén presentes en

éste en unas concentraciones superiores a los valores umbrales.

- b. Se emplean listas cerradas (con un número pequeño de parámetros) para los vertidos de: refrigeración, piscifactorías, urbanos, desalinizadoras, agrícolas y aliviaderos de pluviales.
 - c. Se establece un valor mínimo del impuesto por debajo del cual se esté exento, con lo que se evita que los costes asociados a los trámites administrativos para cobrarlo puedan ser superiores al valor del impuesto.
7. En el tributo no sólo se debe tener en cuenta la carga contaminante de éste, sino también otros factores que afectan al impacto ambiental del mismo, esto se puede realizar mediante coeficientes correctores. En el método propuesto se han establecido coeficientes de: tipo o naturaleza del vertido, lugar y forma del vertido, mejor técnica disponible y zona de contaminante crítico.

La aplicación del método desarrollado a los vertidos a las aguas litorales de Andalucía ha permitido concretar los siguientes aspectos:

- 8. El número de parámetros que es necesario controlar para el impuesto sobre los vertidos en Andalucía puede ser reducido de 40 a 34, puesto que hay 6 que no están presentes, o se encuentran en bajas concentraciones, en los vertidos andaluces.
- 9. Los valores de referencia de los 34 parámetros incluidos en el impuesto se han establecido de la siguiente forma: 24 de ellos se han obtenido a partir de sus límites de vertido en Andalucía y, los restantes, sobre la base de

recomendaciones y normas de vertidos en diversos países.

10. Los valores umbrales de los parámetros incluidos en el impuesto se establecen a partir del valor más elevado de los dos siguientes: los objetivos de calidad en el medio receptor para Andalucía o el 5% de los valores de referencia de estos parámetros.
11. El impuesto obtenido en Andalucía, al aplicar el método propuesto, subsana una serie de limitaciones y errores que se presentan en la mayoría de los tributos actuales de vertidos al litoral. Entre éstos se pueden citar los siguientes:
 - a. Indefinición en los parámetros a emplear en el cálculo del canon. En el nuevo tributo se utiliza una lista amplia de parámetros y se dan criterios objetivos para seleccionar los parámetros que deben intervenir en el cálculo del impuesto.
 - b. Errores en la proporcionalidad entre contaminación aportada y tributo. En el impuesto propuesto no existen estos errores, ya que el tributo es proporcional a las unidades contaminantes, que a su vez son proporcionales a la suma de las cargas contaminantes ponderadas del vertido.
 - c. Naturaleza del vertido. En general, los vertidos de naturaleza urbana están favorecidos en los impuestos de vertido frente a los industriales, sin embargo en la mayoría de éstos no se aportan criterios claros para diferenciar unos de los otros, en el caso de que exista mezcla de ambos. En el nuevo impuesto se hace una descripción exhaustiva de las condiciones que debe cumplir un

vertido para que sea considerado de naturaleza urbana.

- d. Vertidos y parámetros especiales. Existen una serie vertidos que requieren un tratamiento especial, porque en el caso contrario, los tributos que tendrían que pagar serían injustamente elevados. En el nuevo impuesto se da un trato diferenciado a los vertidos de: piscifactorías, centrales térmicas, desalinizadoras, agrícolas y aliviaderos de pluviales. También se ha previsto la forma de incluir en el nuevo impuesto a un parámetro tan importante como es el pH, que no está correctamente tratado en ninguno de los impuestos estudiados.
- e. Ausencia de valores mínimos para el canon. En el nuevo impuesto se han introducido unos valores mínimos para que los vertidos muy pequeños queden exentos o tributen una cantidad asociada a los gastos de gestión administrativa del impuesto.

Por último, es de señalar que como fruto de los trabajos realizados en esta Tesis Doctoral han quedado abiertas nuevas líneas de desarrollo futuro, fundamentalmente en mejoras de los impuestos que permitan cumplir con las directrices de la Directiva sobre prevención y control integrados de la contaminación y de la Directiva marco de aguas. Así, la introducción de coeficientes que premien el cumplimiento de límites por debajo de los asociados a las mejores técnicas disponibles de cada sector fomentaría la aplicación de estas medidas e implantaría un sistema tributario verdaderamente “progresivo” desde el punto de vista ambiental. Para ello sería necesario el establecimiento, en cada sector industrial o tipo de vertido, de rangos de concentración asociados al cumplimiento y superación de las mejores técnicas disponibles. También el desarrollo de un coeficiente que ayude a alcanzar el buen estado químico y

ecológico de las masas de aguas, según se define en la Directiva marco de aguas, penalizando el vertido de aquellos contaminantes que sean los causantes de que el estado de las aguas no sea buena, ayudaría al cumplimiento de esta Directiva.