



10

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)



Oihana Solaun
María Jesús Belzunce
Javier Franco
Victoriano Valencia
Ángel Borja

Solaun O., M.J. Belzunce, J. Franco, V. Valencia y Á. Borja, 2009. Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001). '*Revista de Investigación Marina*'. 10: 47 pp.

La serie '*Revista de Investigación Marina*', editada por la Unidad de Investigación Marina de Tecnalia, cuenta con el siguiente Comité Editorial:

Editor: Dr. Ángel Borja

Adjunta al Editor: Dña. Mercedes Fernández Monge e Irantzu Zubiaur (coordinación de las publicaciones)

Comité Editorial: Dr. Lorenzo Motos
Dr. Adolfo Uriarte
Dr. Michael Collins
Dr. Javier Franco
D. Julien Mader
Dña. Marina Santurtun
D. Victoriano Valencia
Dr. Xabier Irigoien
Dra. Arantza Murillas

La '*Revista de Investigación Marina*' de Tecnalia edita y publica investigaciones y datos originales resultado de la Unidad de Investigación Marina de Tecnalia. Las propuestas de publicación deben ser enviadas al siguiente correo electrónico aborja@azti.es. Un comité de selección revisará las propuestas y sugerirá los cambios pertinentes antes de su aceptación definitiva.



Edición: 1.ª Marzo 2009

© AZTI-Tecnalia

ISSN: 1988-818X

Unidad de Investigación Marina

Internet: www.azti.es

Edita: Unidad de Investigación Marina de Tecnalia

Herrera Kaia, Portualdea

20010 Pasaia

Foto portada: © Pedro J. Pacheco

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)

Oihana Solaun^{*a}, María Jesús Belzunce^b, Javier Franco^c, Victoriano Valencia^d y Ángel Borja^e

Resumen

Este trabajo presenta la cartografía de sedimentos y el contenido en metales (As, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) y compuestos orgánicos (policlorobifenilos (PCBs), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), DDT, hexaclorobenceno (HCB), hexaclorociclohexano (HCH), aldrín, dieldrín, trans-nonaclor) en los 12 estuarios del País Vasco, muestreados entre 1998 y 2001. Posteriormente se realiza una evaluación de la contaminación de dichos sedimentos, utilizando los niveles de fondo, factores de contaminación e índices de carga contaminante así como valores de toxicidad (rango de efectos bajo y medio). En el estudio se relacionan las posibles fuentes de contaminantes, tanto industriales como urbanas, en cada estuario con su concentración en el sedimento.

Abstract

This study presents the sediment cartography and metal (As, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) and organic compound (polychlorobiphenyls (PCBs), *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs), DDT, hexachlorobenzene (HCB), hexachlorocyclohexane (HCH), aldrin, dieldrin, trans-nonachlor) content within 12 estuaries of the Basque Country (northern Spain), sampled between 1998 and 2001. The pollution assessment was carried out taking into account background levels, pollution factors and pollution load indices, but also toxicity values (as effect-range low and medium). This investigation relates potential pollutant sources (both industrial and urban), within each estuary, with their concentrations in the sediment.

Introducción

La contaminación de los estuarios y del medio marino

Los estuarios y los océanos se pueden considerar los receptores últimos de una gran cantidad de sustancias vertidas voluntaria o accidentalmente por las actividades humanas. Los impactos más inmediatos e intensos de tales actividades se localizan en la zona costera, en la que los asentamientos humanos se han incrementado notablemente en las últimas décadas. Paralelamente a este crecimiento poblacional se han producido cambios en las zonas de transición tierra-mar, relacionados con la construcción de instalaciones industriales, mantenimiento de estructuras portuarias y navegables, demanda turística, etc. Si bien los impactos son más notables, como ya se ha comentado, en la zona costera, las áreas de mar abierto pueden verse también afectadas (transporte

y deposición de contaminantes vía atmósfera, operaciones de buques, etc.); sin embargo, el gran volumen de las aguas marinas y la notable capacidad de dilución en estos sistemas hacen que normalmente las concentraciones de contaminantes sean muy inferiores a las de las zonas costeras y estuáricas.

Debido a que en los cauces de los ríos y en las cabeceras de muchos estuarios existen importantes poblaciones humanas, el transporte de numerosas sustancias y partículas hacia el mar se ve incrementado por vertidos de diverso origen. Por otra parte, los aportes difusos, relacionados muchas veces con actuaciones realizadas en las cuencas (prácticas agrícolas, gestión forestal, lavado de sustancias de suelos contaminados, etc.), suponen aportes adicionales y menos controlables de ciertas sustancias. De esta forma, los sistemas receptores de tales vertidos se ven alterados de diversas maneras.

Por una parte, la eutrofización es en la actualidad una situación muy frecuente, tanto en los tramos bajos de muchos ríos como en estuarios. Consiste en un crecimiento vegetal desmesurado (especialmente del fitoplancton), con el consiguiente cúmulo de materia orgánica y el déficit de oxígeno cuando ésta es oxidada por bacterias. Puede producir una ausencia parcial o total de oxígeno disuelto en el agua, especialmente en las capas inferiores, lo cual puede afectar a las comunidades bentónicas (Díaz y Rosenberg, 1995). La eutrofización es debida a los elevados aportes de nutrientes y materia orgánica mineralizable a estos sistemas y, dado el transporte que de ellos se deriva hacia el mar, puede ser detectada también en el medio costero.

^{a*} AZTI-Tecnalia, Itsas Ikerketa Saila - Departamento de Investigación Marina. Herrera Kaia s/n, 20110 Pasaia. Tel: +34 943004800; Fax: +34 946572555; Correo electrónico: osolaun@azti.es

^b Correo electrónico: jbelzunce@azti.es

^c Correo electrónico: jaf franco@azti.es

^d Correo electrónico: vvalencia@azti.es

^e Correo electrónico: aborja@azti.es

Por otra parte, los vertidos de origen urbano e industrial pueden contener sustancias nocivas para los organismos estuáricos y marinos, como metales pesados, aceites y grasas, policlorobifenilos (PCBs), etc.

Hoy en día apenas existen estuarios “limpios”. Casi todos exhiben un mayor o menor grado de contaminación. Sin embargo, ésta no suele ser tan intensa como cabría esperar por los numerosos vertidos que estos sistemas reciben. Ello es fundamentalmente debido a dos razones. Por una parte, gracias al continuo flujo y reflujo mareal, la tasa de renovación de las aguas en los estuarios es, por lo general, elevada. Esto minimiza los efectos de los vertidos, si bien se traduce en un transporte de los contaminantes hacia el mar.

Por otra parte, en las zonas interiores de los estuarios, donde la salinidad es inferior a 5 USP, se produce la floculación del material particulado (agregación de partículas de muy pequeño tamaño), lo cual posibilita la sedimentación del mismo a lo largo del sistema. De esta forma, diversas sustancias contaminantes, normalmente asociadas a partículas, son atrapadas en el sedimento, lo cual puede ser considerado como un mecanismo reductor de la contaminación. Sin embargo, este carácter “filtrador” de los estuarios puede invertirse, puesto que el sedimento podría, en determinadas circunstancias, actuar como fuente de contaminación, al haber acumulado numerosas sustancias durante años.

En cualquier caso, la contaminación de los estuarios y zonas litorales es un problema que debe ser abordado en toda su magnitud. Es especialmente importante considerar la conexión entre el medio terrestre y el medio marino, que tiene lugar a través de los ríos y estuarios.

En las últimas décadas estas interacciones tierra-mar han cobrado una gran importancia debido al continuo incremento de actividades ligadas, de una u otra forma, a la franja costera. Así, la pesca, la acuicultura, el baño, el esparcimiento, la navegación o la mera contemplación del paisaje dependen en gran medida de la calidad de las aguas, los sedimentos y la biota que componen los sistemas estuáricos y marinos.

La creciente conciencia de la necesidad de disponer de un medio ambiente poco alterado ha llevado a la Administración a establecer mecanismos de control de los niveles de contaminación. Es aquí donde cobran su verdadera dimensión las Redes de Vigilancia Ambiental.

Los sedimentos estuáricos como medio para evaluar la calidad ambiental

Los sedimentos son almacenes de partículas y restos biológicos y sumideros de una gran variedad de sustancias químicas. El principal motivo de preocupación relativo a la contaminación de los sedimentos radica en que muchas especies de interés comercial y otros organismos clave en diversas redes tróficas pasan buena parte de su ciclo vital en contacto con los sedimentos. Esto supone una vía de paso de sustancias potencialmente tóxicas hacia niveles tróficos superiores, lo cual puede afectar a los seres humanos.

Ya se ha comentado anteriormente que los sedimentos, especialmente en estuarios, actúan como trampa para diversas sustancias. Una vez en el sedimento algunas pueden quedar atrapadas de forma casi definitiva, mientras que otras, bajo determinadas circunstancias (asociadas con las condiciones físico-químicas del medio), pueden ser liberadas a la columna de agua. Por eso, el análisis de diversos compuestos en los sedimentos

ofrece una idea tanto del grado de contaminación acumulada a lo largo del tiempo en un punto determinado como de la potencialidad del sedimento como fuente de contaminación futura.

Los sedimentos estuáricos y costeros han sido ampliamente utilizados para evaluar la calidad de los sistemas acuáticos por diversas razones (diversos autores, en Calmano y Förstner, 1996):

- A diferencia de la elevada variabilidad temporal en la fase acuosa, los sedimentos integran las concentraciones de sustancias a lo largo del tiempo, si bien la variabilidad espacial es considerablemente superior a la de la columna de agua.
- Las políticas a largo plazo en la gestión de sistemas acuáticos requieren “estrategias integradas”, entre las cuales se incluye el estudio de contaminantes asociados a los sedimentos.
- Los criterios de calidad basados en los sedimentos pueden suponer una medida simple y poco costosa para una primera estimación de las zonas más problemáticas, así como proporcionar una información rápida a los gestores.
- Los criterios de calidad de los sedimentos pueden ser incorporados en normativas, ya que se pueden establecer criterios específicos para cada sustancia y compararlos con medidas de campo para determinar el grado de concordancia con efectos adversos significativos.
- Los planes de gestión de sistemas acuáticos se basan cada vez más en la capacidad de asimilación de las áreas receptoras, lo cual requiere un conocimiento de las propiedades de los materiales sedimentarios como medios sumidero de sustancias tóxicas.
- Hay una amplia variedad de problemas relacionados con sedimentos de dragado. Las autorizaciones para este tipo de actuaciones y para el vertido del material deben estar basadas en protocolos estandarizados y procedimientos de ensayo.

Actualmente, las políticas de mejora de la calidad de los sistemas acuáticos, tanto en lo que se refiere a calidad del agua como a los problemas relacionados con la resuspensión y el vertido de materiales de dragado, requieren la adopción de unos criterios estandarizados de calidad de los sedimentos. A nivel estatal, por ejemplo, si bien no existe una legislación al respecto, se maneja el documento “Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles”, aprobado en 1994 por diversas instituciones con competencias en la materia (Cedex, 1994).

Se debe señalar, por último, que en el ámbito del País Vasco se han realizado numerosos trabajos en los que se ha contemplado el estudio de la contaminación de sedimentos estuáricos y costeros, tanto por metales pesados como por compuestos orgánicos. En ellos se ha puesto de manifiesto que, en algunos sistemas, como los estuarios del Nerbioi, Oiartzun y Deba, las concentraciones de algunos metales son muy elevadas (Borja *et al.*, 2002), superando en ocasiones los niveles establecidos como estándares de calidad en otros países. La gran mayoría de estos trabajos, sin embargo, no permite determinar con precisión la distribución espacial de las principales variables de interés en los sistemas considerados, al no haberse muestreado un suficiente número de estaciones.

Por todo ello, el presente trabajo puede ser de gran utilidad para estimar la calidad de los sedimentos de los estuarios considerados y contribuir de esta manera a su adecuada gestión.

El control de la calidad de los sedimentos en el País Vasco

Ante la necesidad creciente de la Administración de poseer datos del estado del medio, con objeto de apoyar las políticas medioambientales que se deben emprender y desarrollar, el entonces Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco decidió crear, en 1994, la *Red de Vigilancia y Control de la Calidad de las Aguas Litorales de la CAPV*. A partir de 2002 pasó a llamarse “Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco”, dando cumplimiento a la Directiva de Aguas (2000/60/CEE).

Programa de control de calidad de sedimentos

En las campañas de 1997-1998 se consideró conveniente comenzar un estudio en profundidad de la calidad de los sedimentos superficiales de los principales estuarios de la CAPV. Dada la notable disparidad que en dimensiones espaciales y en complejidad morfodinámica presentan dichos sistemas, se consideró como estrategia más adecuada el estudio de tres estuarios en invierno (febrero-marzo) por año: uno de tamaño grande, otro mediano y uno pequeño (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen del número de muestras analizadas en cada estuario con el tipo de análisis realizado, así como el año de muestreo. G: grande; M: mediano; P: pequeño.

Estuario	Tamaño	Número de muestras		Año de muestreo
		Parámetros generales	Contaminantes	
Nerbioi	G	70	25	1998
Lea	P	11	4	
Barbadun	P	11	4	
Oka	G	54	20	1999
Butroi	M	24	9	
Artibai	P	11	6	
Oiartzun	G	40	15	2000
Urola	M	30	9	
Deba	P	15	5	
Bidasoa	G	54	19	2001
Oria	M	26	8	
Urumea	P	11	5	
TOTAL		357	129	

Objetivos

Los objetivos principales de este trabajo son:

- Determinar la distribución de los parámetros sedimentológicos de carácter general y, especialmente, de sustancias potencialmente tóxicas, en los estuarios considerados, estableciendo las principales relaciones entre las variables analizadas.
- Evaluar, en base a las variables analizadas y tomando diversos tipos de referencias, el grado de contaminación de las zonas estudiadas, así como las posibles implicaciones para la gestión medioambiental de los estuarios considerados.

- Intentar establecer las posibles fuentes de contaminación en los estuarios estudiados.

Estaciones, épocas de muestreo y variables analizadas

Conforme a los objetivos del presente trabajo, las estaciones de muestreo se sitúan en los estuarios de la costa vasca. La situación geográfica de dichos estuarios se presenta en la Figura 1.

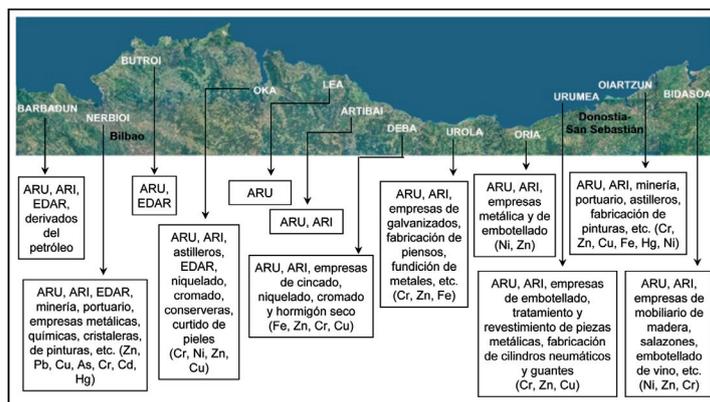


Figura 1. Situación geográfica de los estuarios de la costa vasca y vertidos tierra-mar (Hibaia, 1995 y 2001). ARU: Aguas Residuales Urbanas; ARI: Aguas Residuales Industriales; EDAR: Estación Depuradora de Aguas Residuales.

Además, las características generales de cada estuario estudiado se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Características geomorfológicas generales de los estuarios de la costa vasca (Urrutia, 1986; Villate *et al.*, 1989; García de Bikuña y Docampo, 1990; Uriarte *et al.*, 1996; Diputación Foral de Gipuzkoa, 2000; Borja *et al.*, 2001).

Estuario	Área cuenca (km ²)	Caudal medio (m ³ s ⁻¹)	Longitud estuario (km)	Profundidad media (m)
Barbadun	217	2,9	4,4	0-5
Nerbioi	1755	35,6	22,0	0-30
Butroi	174	4,7	8,0	0-10
Oka	178	3,6	12,5	0-10
Lea	84	1,8	2,0	0-5
Artibai	101	2,5	3,5	0-10
Deba	534	14	5,5	0-5
Urola	364	8	5,7	0-10
Oria	888	25,7	11,1	0-10
Urumea	279	16,5	7,7	0-10
Oiartzun	87	4,8	5,5	0-20
Bidasoa	700	28,7	11,1	0-10

En cada estuario se tomaron muestras, entre 1998 y 2001, en estaciones situadas a lo largo del eje principal de cada sistema, en la confluencia de los principales tributarios y en zonas de especial interés como dársenas o zonas receptoras de vertidos en general (Figuras 2 a 13).

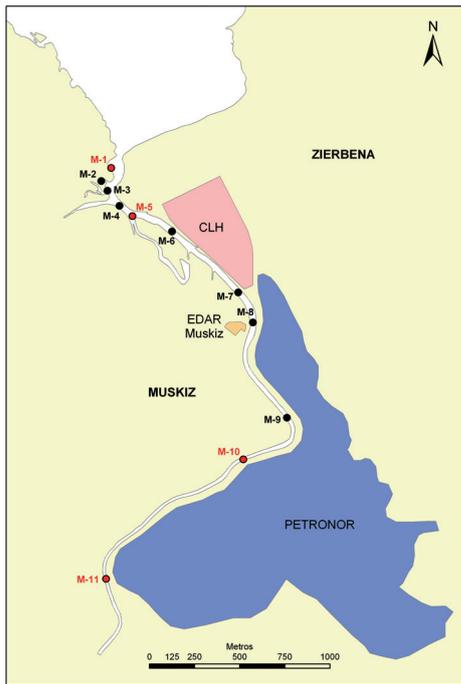


Figura 2 Mapa del estuario del Barbadun y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

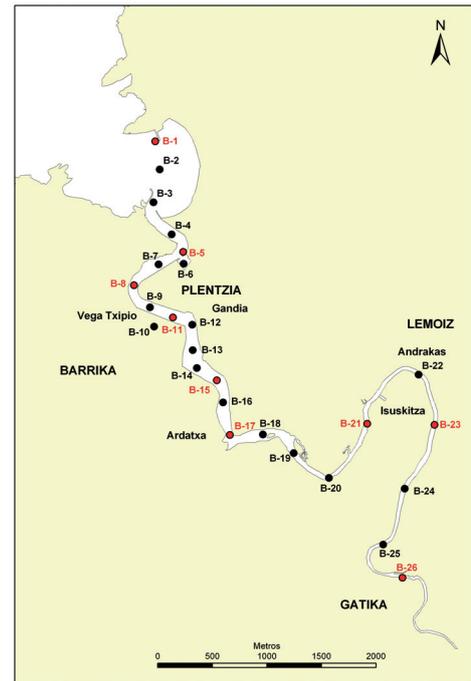


Figura 4 Mapa del estuario del Butroi y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

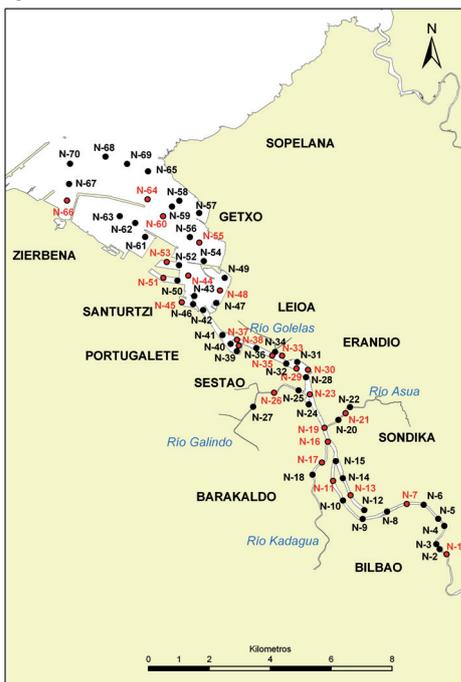


Figura 3. Mapa del estuario del Nervión y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

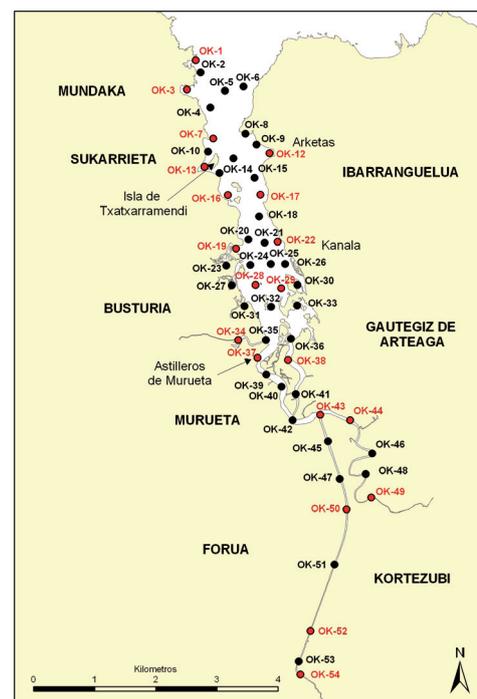


Figura 5. Mapa del estuario del Oka y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

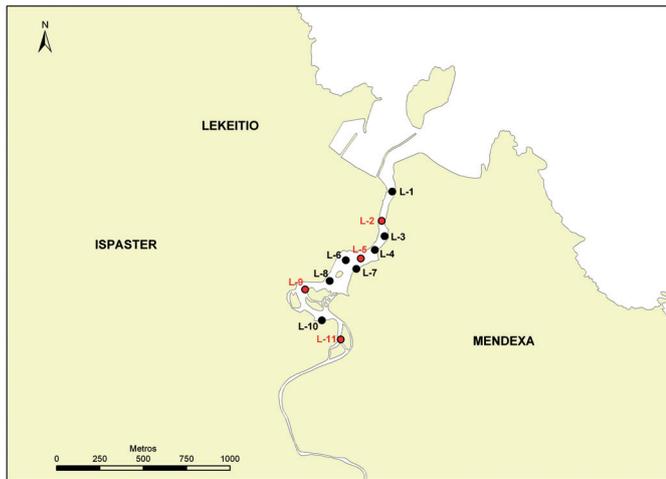


Figura 6. Mapa del estuario del Lea y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

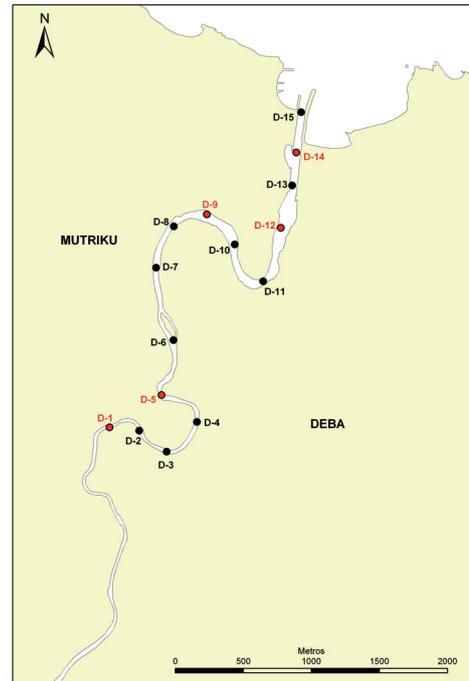


Figura 8. Mapa del estuario de Deba y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

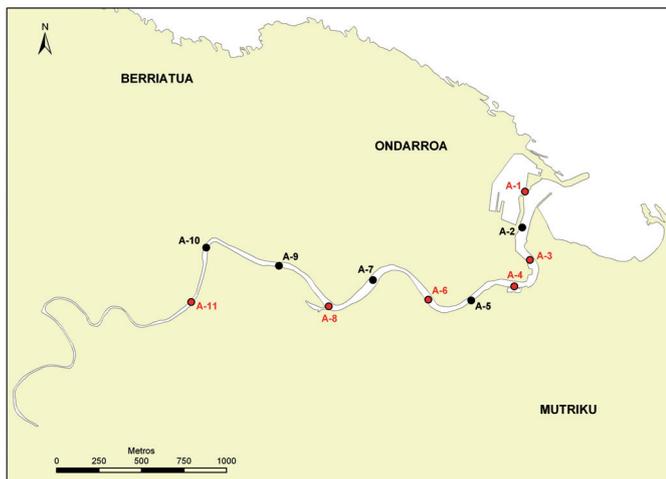


Figura 7. Mapa del estuario del Artibai y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

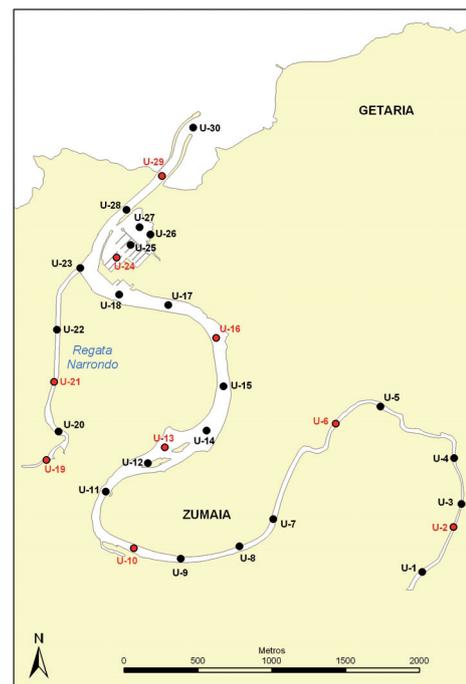


Figura 9. Mapa del estuario de Urola y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

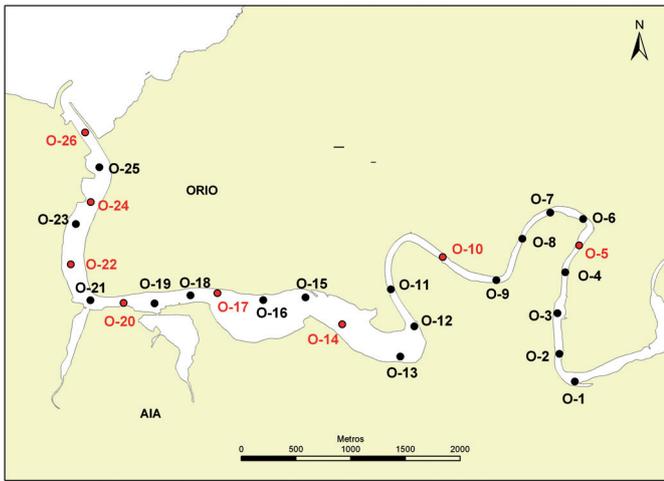


Figura 10. Mapa del estuario del Oria y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

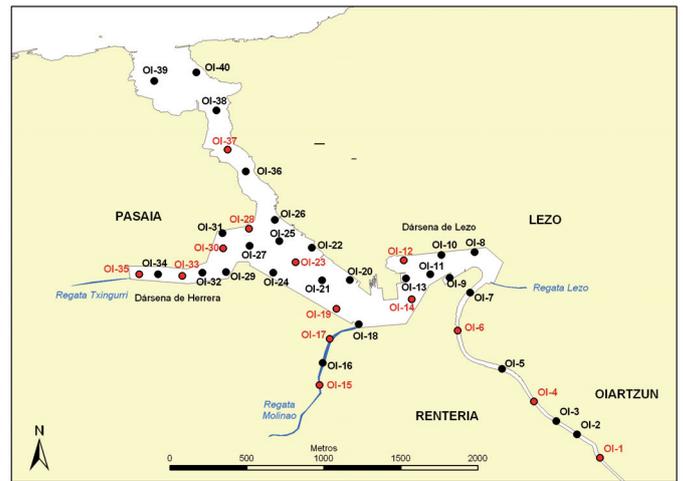


Figura 12. Mapa del estuario del Oiartzun y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

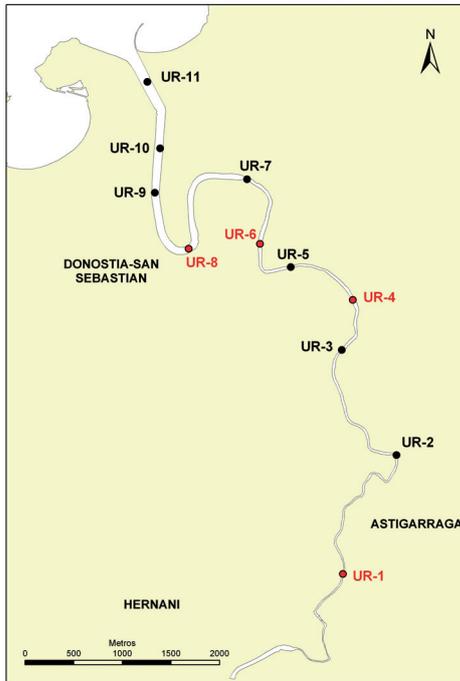


Figura 11. Mapa del estuario del Urumea y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

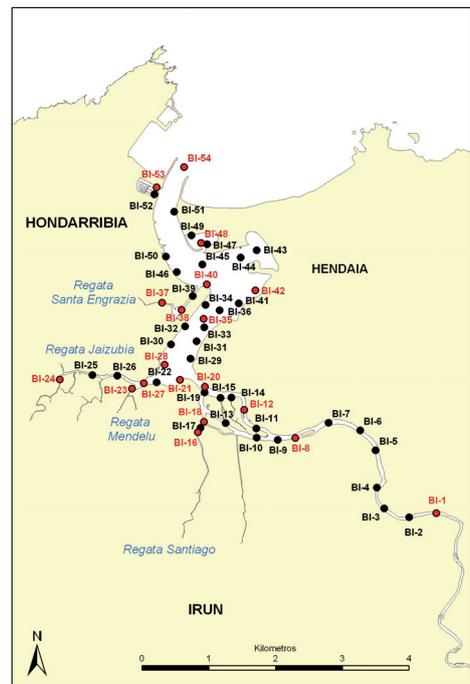


Figura 13. Mapa del estuario del Bidasoa y situación de las estaciones de muestreo. En todas las estaciones se analizaron los parámetros sedimentológicos generales. En las de color rojo se determinaron, además, las concentraciones de metales pesados y contaminantes orgánicos.

En un total de 357 muestras recogidas se midieron los parámetros sedimentológicos de carácter general (potencial redox, granulometría, materia orgánica y carbono y nitrógeno orgánicos). Además, en aproximadamente un tercio de las muestras, 129, se determinaron las concentraciones de metales pesados y compuestos orgánicos. La elección de las estaciones para estos análisis se realizó de manera que quedaran representadas las diferentes zonas y ambientes sedimentarios. Las variables analizadas se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Variables analizadas en los estuarios que se estudian. Se presenta también la periodicidad e intensidad de muestreo y algunas observaciones.

Estaciones	Periodicidad	Variables	Observaciones
Todas (357)	Anual	Potencial redox	Fracción < 63 µm
		Granulometría	
129	Anual	Materia orgánica	Fracción < 63 µm
		COP, NOP	
		Metales pesados	
		PCB	
		PAH	
		Pesticidas orgánicos	

Métodos analíticos

De las muestras de sedimento recogidas se han analizado las siguientes variables (de acuerdo a la metodología que se expone):

- Potencial Redox

Se determinó mediante un electrodo de platino ORION 977800, con referencia interna, conectado a un pH-metro/milivoltímetro digital CRISON 501 y calibrado con un sistema redox patrón de cloruro potásico 3 M. La resolución de esta medida es de ± 1 mV.

- Granulometría

Para el estudio de la composición granulométrica se utilizan submuestras de 200 g. Una vez secas a 105° C, las muestras con alto grado de compactación se lavan en un tamiz para eliminar la fracción menor de 31 µm. Tras volver a secar y pesar para evaluar la pérdida de la fracción más fina, el remanente se tamiza mediante una columna de 14 tamices CISA con intervalos de 0,5 phi (0,71 mm), desde 4 mm hasta 0,063 mm, según la escala geométrica de Wentworth (Krumbein y Sloss, 1969), en tandas de 30 minutos hasta obtener una fracción fina inferior a 0,5 g, pesándose cada fracción, según la metodología expuesta por Holme y McIntyre (1971) y que viene siendo utilizada por AZTI en todos sus trabajos.

- Materia orgánica

El contenido en materia orgánica se estima por medida de la pérdida de peso por ignición. Se toman 30 g de sedimento secado previamente a 105°C y convenientemente homogeneizado para evitar agregaciones y heterogeneidad y se calcinan a 550°C durante 6 horas. La diferencia entre peso seco y calcinado con respecto al peso inicial se toma como índice del contenido en materia orgánica del sedimento.

- Carbono y nitrógeno orgánicos totales (COP y NOP)

Con objeto de aplicar una metodología normalizada para todos los tipos de sedimentos y hacer comparables los resultados, se siguió el siguiente procedimiento de análisis:

- Una submuestra en la que se ha eliminado por gravedad la mayor parte de las aguas intersticiales se seca y se somete a un tamizado en seco, recogiendo la fracción inferior a 63 µm, fracción en la que se concentra la práctica totalidad de la materia orgánica particulada.
- En esta fracción se determina el carbono y el nitrógeno orgánicos mediante un analizador elemental PERKIN-ELMER 2400. La cantidad de muestra a analizar se estima a partir de los datos obtenidos en análisis de materia orgánica por ignición, de modo que no sea ni excesivamente pequeña, con lo que daría resultados poco representativos, ni excesivamente grande, de modo que pudiera saturarse el circuito. La temperatura del horno de combustión se mantiene alrededor de 760°C para evitar la descomposición de los carbonatos.
- De este modo se asegura una mayor homogeneidad de la muestra en las etapas de pesada y análisis y se evitan errores relativos altos en las muestras predominantemente arenosas o conchíferas en las que los contenidos en carbono orgánico son habitualmente muy bajos.
- Los resultados obtenidos en el análisis de la fracción fina se normalizan a la muestra total en función de la descomposición granulométrica previamente determinada.

- Metales pesados

Se determinaron las concentraciones de As, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb y Zn.

De manera similar a lo señalado para el análisis de carbono y nitrógeno, una porción de muestra de sedimento se somete a tamizado en seco, recogiendo para el análisis la fracción inferior a 63 µm. Esta es sin duda la fracción más habitual de las empleadas en los análisis de metales en sedimentos y su uso constituye un método de normalización, necesario si se quieren establecer comparaciones (Loring y Rantala, 1992).

La fracción seleccionada, o en caso de que no se disponga de material suficiente para todas las determinaciones a realizar en esta fracción, la inmediatamente superior, es sometida a un proceso de digestión ácida. Para ello se toman de 0,5 a 0,8 g de muestra, a las que se añaden 2,5 ml de ácido nítrico y, tras 15 horas de reposo, otros 1,2 ml de ácido nítrico y 3,6 ml de ácido clorhídrico. Posteriormente se lleva a cabo una digestión en horno microondas, filtración por lona de vidrio y enrasado con agua destilada. Los metales presentes en la disolución resultante son analizados por Espectrofotometría de Absorción Atómica, utilizando un espectrofotómetro PERKIN-ELMER provisto de corrector ZEEMANN. Se emplea la atomización en llama o en cámara de grafito.

Para el mercurio, que es analizado utilizando la técnica de vapor en frío, se toma una alícuota independiente, ya que el proceso de digestión y análisis es totalmente distinto: se realiza una digestión ácida oxidativa con permanganato potásico para evitar la formación de mercurio elemental y su posible volatilización. De este proceso se obtiene el mercurio bivalente (Hg^{2+}) al que

se somete a un proceso de reducción en etapas, primero con hidroxilamina y posteriormente con cloruro estañoso del que se obtiene el mercurio elemental (Hg^0) que finalmente se analiza por la técnica del vapor frío.

Por último, para la determinación de arsénico se realiza una digestión específica sobre una alícuota de la fracción de tamaño inferior a $63 \mu m$, analizando la disolución resultante por el método de generación de hidruros.

En la discusión de los resultados obtenidos se tendrá en cuenta el porcentaje que representa la fracción analizada respecto a la muestra total (determinado por la granulometría) y se utilizarán índices de geoacumulación para comparar los resultados. Se

tendrán en cuenta, como valores de fondo, los que AZTI ha calculado con numerosos datos de los estuarios y zona litoral del País Vasco obtenidos en los últimos años.

- *Compuestos orgánicos*

Los policlorobifenilos (PCBs) y los pesticidas organoclorados se determinaron conjuntamente por cromatografía de gases con un cromatógrafo HP-6890 equipado con un detector de masas HP-5973.

Sobre una parte de la muestra original, desecada con sulfato sódico anhídrido, se extrajeron los compuestos organohalogenados con iso-octano.

Tabla 4. Media (Med), máximo (Max), mínimo (min) y desviación estándar (DE) de los parámetros generales de los sedimentos de los estuarios de la costa vasca. M O: Materia orgánica; COP: Carbono Orgánico Particulado; NOP: Nitrógeno Orgánico Particulado; C/N: Relación Carbono-Nitrógeno.

		Barbadún	Nerbioi	Butroi	Oka	Lea	Artibai	Deba	Urola	Oria	Urumea	Oiartzun	Bidasoa
Gravas (%)	Med	2,0	6,8	3,4	2,6	8,5	13,1	7,9	3,8	3,7	6,3	8,1	5,7
	Max	4,6	85,6	17,9	36,5	46,3	37,1	32,3	46,2	20,3	26,8	70,9	49,7
	min	0,2	0,0	0,0	0,0	1,5	0,5	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
	DE	1,6	14,6	4,7	7,2	13,0	16,0	11,4	9,6	4,7	9,4	16,6	10,6
Arenas (%)	Med	65,7	38,1	78,5	66,7	54,4	55,8	60,0	58,9	55,2	69,6	45,5	48,9
	Max	99,7	99,2	99,8	100,0	98,1	67,1	99,7	100,0	99,6	99,6	100,0	99,4
	min	32,7	1,3	11,1	10,7	35,1	45,0	3,9	22,8	4,4	28,6	7,5	4,2
	DE	27,0	34,4	30,1	31,5	22,3	7,0	23,0	19,3	31,6	25,6	27,9	28,8
Limos (%)	Med	32,3	55,1	18,1	30,7	37,1	31,1	32,1	37,4	41,1	24,2	46,4	45,5
	Max	64,8	98,5	88,6	89,2	62,8	52,9	96,0	74,5	95,3	68,3	92,5	95,7
	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	DE	26,3	37,6	30,4	30,4	23,5	18,2	23,0	19,7	33,8	25,7	32,5	30,0
MO (%)	Med	5,7	8,7	4,4	5,8	7,2	8,4	7,8	10,1	10,1	8,1	15,2	9,8
	Max	8,4	28,0	10,2	11,5	14,3	11,8	20,4	16,9	16,9	18,2	30,8	32,5
	min	3,5	1,3	0,7	2,0	2,4	4,6	2,3	4,0	2,8	2,7	5,7	2,0
	DE	1,7	5,2	2,7	2,5	3,7	2,7	4,5	3,3	4,8	5,1	5,7	6,5
REDOX (mV)	Med	259	-44	233	134	-70	-	139	162	17	169	-115	-82
	Max	430	230	461	549	295	-	505	503	318	440	65	405
	min	-140	-254	-95	-135	-184	-	-195	-130	-160	-6	-255	-43
	DE	213	147	171	196	151	-	213	197	153	165	71	292
COP (mol kg ⁻¹)	Med	2,0	4,1	1,6	1,9	2,2	2,4	3,3	3,3	4,0	3,2	4,7	2,8
	Max	3,2	11,1	3,4	3,6	3,5	3,0	6,5	4,7	5,9	4,8	9,7	5,8
	min	1,0	1,9	0,1	1,1	1,4	0,6	1,9	1,7	2,1	2,0	1,2	1,4
	DE	0,8	1,7	1,0	0,5	0,8	0,7	1,2	0,7	1,0	0,9	2,2	0,9
NOP (mol kg ⁻¹)	Med	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Max	0,2	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
	min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
	DE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
C/N	Med	63	42	126	90	77	14	23	21	21	23	35	19
	Max	295	173	574	348	435	16	41	75	35	47	89	59
	min	13	16	13	10	11	13	13	13	15	14	17	12
	DE	94	40	159	119	146	1	9	11	5	11	15	7

En las determinaciones se ha usado el o,p'-DDE como estándar interno y se ha realizado la verificación del método de determinación con materiales certificados de referencia (CRMs) de la BCR.

En una alícuota de sedimentos, preparada de modo similar al señalado para los PCBs, se realizó una extracción de PAHs con éter en tres etapas sucesivas. El extracto evaporado se disolvió en iso-octano y los diferentes congéneres se analizaron por cromatografía líquida (HPLC).

En las determinaciones se ha realizado la verificación del método de determinación con materiales certificados de referencia (CRMs) de la BCR.

Estudio de los parámetros generales en los sedimentos de los estuarios de la costa vasca

En la Tabla 4 se resumen los resultados estadísticos (media, máximo, mínimo, desviación estándar) de los siguientes parámetros medidos en los sedimentos en cada estuario: granulometría, contenido en materia orgánica, COP y NOP, relación C/N y potencial redox.

Granulometría

La distribución granulométrica de los sedimentos estuáricos está marcada por la morfología y la hidrodinámica de las cuencas, así como por la constitución geológica de los substratos que forman las cuencas. Normalmente, la desembocadura, de influencia marina, es de textura arenosa, mientras que en la parte interna de los estuarios se hace notar la influencia fluvial con la presencia de gravas y material de grano grueso, en general. En la parte intermedia, donde tiene lugar la mezcla de aguas marinas y dulces, se acumulan sedimentos con una mayor proporción de finos (Belzunce *et al.*, 1998, 2000, 2001, 2002).

En general, los estuarios que presentan un mayor contenido medio de material fino son el Nerbioi, el Oiartzun y el Bidasoa (55, 46 y 45% de limos, respectivamente, Tabla 4). Este hecho se debe a que en estos estuarios hay zonas de acumulación de material fino, como pueden ser las dársenas, las zonas de abrigo de los diques, la parte interna de los meandros, etc. Además, los tres son estuarios con grandes áreas permanentemente sumergidas, donde las partículas finas de los materiales en suspensión en la columna de agua pueden sedimentar si se dan las condiciones adecuadas.

Por el contrario, los sedimentos de los estuarios en los que la influencia marina es mayor (Barbadun, Butroi, Oka, Urumea), presentan contenidos en arenas superiores al 65%.

En cuanto al contenido en gravas, el estuario del Artibai es el que presenta el mayor porcentaje medio (13%), hecho que pudo ser causado por los dragados que se realizaron durante la época anterior al muestreo. Sin embargo, el máximo porcentaje de gravas (86%) se observa en la zona del Abra exterior en la parte central del canal, zona afectada por el lavado del material fino.

Materia orgánica

El contenido en materia orgánica suele estar directamente relacionado con el porcentaje de material fino en los sedimentos al que se encuentra asociado. Además, a pesar de la estratificación

de la columna de agua, parece que los aportes externos favorecen más la deposición de materia orgánica en la superficie de los sedimentos que su degradación (Belzunce *et al.*, 1998). Por ello, sería de esperar que las zonas con mayores contenidos en materia orgánica fuesen zonas de acumulación de finos (como son las dársenas, las zonas portuarias, las partes internas de los meandros, etc.) o zonas donde se hayan vertido, o se sigan vertiendo, residuos urbanos y/o industriales.

En general, los estuarios que presentan un mayor contenido medio de materia orgánica en sus sedimentos son el Oiartzun, el Oria y el Urola, superando en todos los casos el 10% (Tabla 4). Sin embargo, es en la estación situada próxima al colector de Behobia-Irun, en el estuario del Bidasoa, donde se registra el máximo contenido en materia orgánica (32,5%).

COP, NOP y C/N

En las zonas en las que la relación C/N presenta valores altos y el nitrógeno orgánico particulado es bajo, se suelen dar procesos de degradación de la materia orgánica, como sucede en las zonas más abiertas y oxigenadas de los estuarios. Este hecho explicaría los valores medios más altos de la relación C/N y los valores medios más bajos de NOP observados en los estuarios del Butroi y del Oka.

Por otro lado, en las zonas internas de los estuarios del Oiartzun, del Nerbioi y del Oria se encuentran los valores medios más altos de COP ($>3,9 \text{ mol kg}^{-1}$), así como valores medios más altos de NOP ($>0,15 \text{ mol kg}^{-1}$) (Tabla 4), indicativos de zonas ricas en materia orgánica con escasa actividad detrítica.

En cualquier caso, en los estuarios de la costa vasca el cociente C/N es superior a 5,85, que es el valor estimado para el plancton puro (Cushing *et al.*, 1958). Este hecho indica que la materia orgánica presente en los estuarios tiene un origen externo, principalmente aportada por los ríos, o bien es resultante de los productos de degradación de los estuarios.

Potencial redox

Las medidas de potencial redox en los sedimentos pueden utilizarse como indicadores de los cambios producidos en ellos. Así, los potenciales negativos reflejan el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos para la reducción de la materia orgánica, mientras que los potenciales positivos pueden indicar la oxigenación de los sedimentos.

En general, los potenciales positivos se registran en las estaciones externas de los estuarios, donde la dinámica marina favorece el intercambio de agua y oxígeno, y en las zonas de sustrato arenoso y con mezcla de materiales gruesos. Por el contrario, en los sedimentos de zonas con bajo contenido en oxígeno, que suelen caracterizarse por su textura fina y por su alto contenido en materia orgánica, los valores de potencial redox suelen ser negativos.

Los estuarios que presentan potenciales redox medios más negativos son el Oiartzun (-115 mV) y el Bidasoa (-82 mV), aunque las zonas con sedimentos más reducidos son la dársena de Herrera (-255 mV) y la zona media del canal de Deusto (-254 mV), en los estuarios del Oiartzun y del Nerbioi,

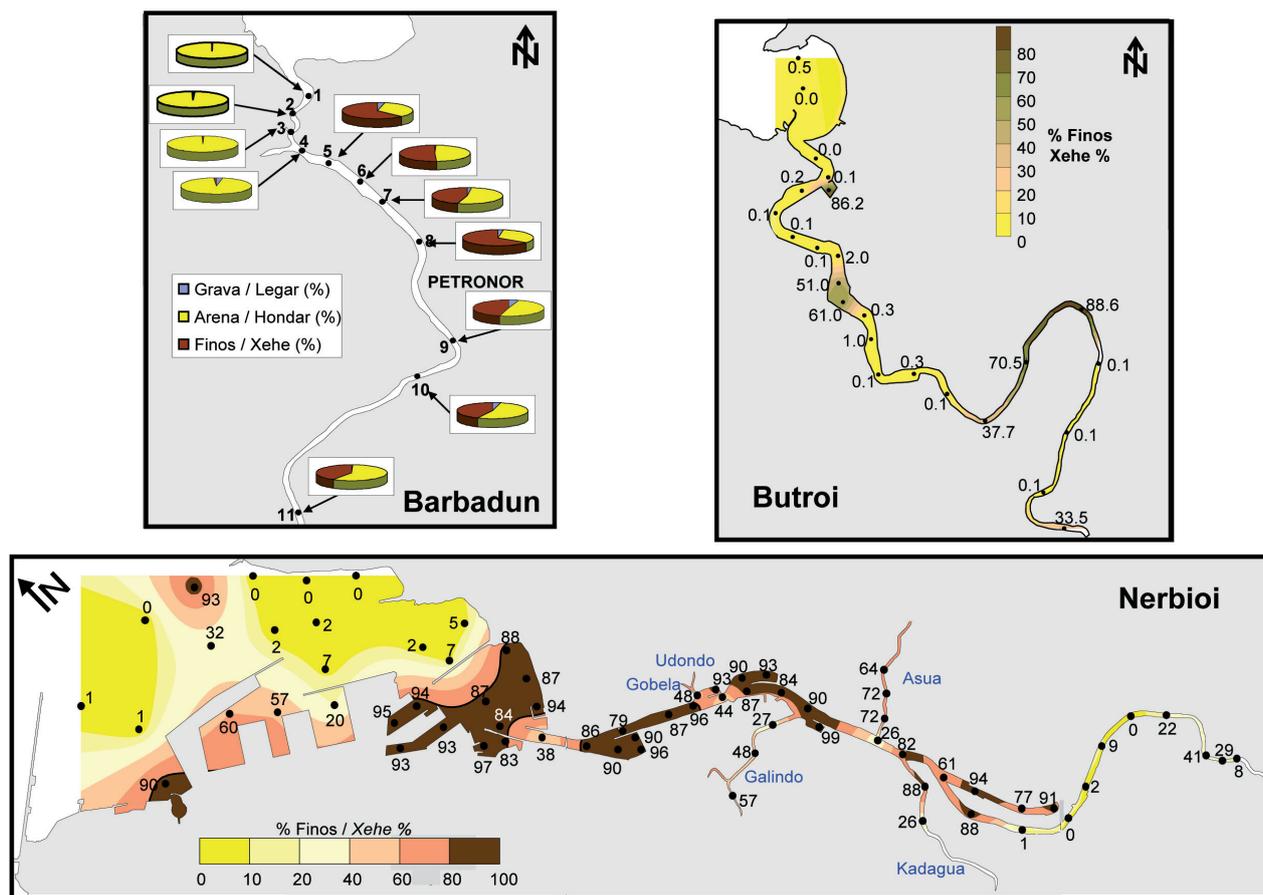


Figura 14. Porcentajes de finos en los sedimentos de los estuarios del Barbadun, Nerbioi y Butroi.

respectivamente. Estos resultados están en consonancia con los contenidos de material fino y de materia orgánica encontrados en estos estuarios.

Características generales de los estuarios

- Barbadun

El estuario del Barbadun recibe aportes detríticos del río Barbadun que en su recorrido atraviesa terrenos formados por complejos areniscos, margas arenosas, calizas y arcillas. Además, en la parte final de la ría desemboca el río Cardedo, procedente del pico Montaña, que junto con la acción del mar colabora a formar la playa de La Arena (García de Vicuña y Docampo, 1990).

En la zona externa del estuario, donde la influencia marina es importante, predominan las arenas (Figura 14) y los sedimentos están bien oxigenados (potenciales redox entre 400 y 430 mV, Anexo I). La relación C/N es superior a la encontrada en el resto del estuario, llegando a alcanzar valores de 295 (Anexo I), y el NOP es bajo ($<0,05 \text{ mol kg}^{-1}$). Como se ha comentado anteriormente, estas condiciones pueden indicar que tienen lugar procesos de degradación de la materia orgánica, y de hecho, en esta zona el contenido en materia orgánica es más baja ($<4,3\%$) que en el resto del estuario.

En las zonas media e interior del estuario del Barbadun los sedimentos son de textura limo-arenosa o areno-limosa y presentan potenciales redox y relaciones C/N menores que en la zona externa y mayores contenidos en materia orgánica.

- Nerbioi

La cuenca vertiente del estuario del Nerbioi es la más amplia de la Comunidad y su estuario el de mayores dimensiones, constituyendo un área portuaria de gran importancia. Este sistema recibe los aportes fluviales del Nerbioi e Ibaizabal, así como de otros afluentes de menor importancia que vierten a lo largo del estuario, como son el Kadagua y Galindo en la margen izquierda y el Asúa y Gobelás en la derecha.

En la zona más abierta del estuario del Nerbioi, el Abra exterior, hay un predominio de material arenoso (Figura 14), aunque en zonas de baja energía y alta deposición (dársenas y zonas abrigadas) el porcentaje de finos llega a ser importante, así como el contenido en materia orgánica que alcanza valores de hasta el 14 %, como sucede en la estación 63. En la zona exterior la relación C/N presenta valores elevados (valor medio en la zona exterior de 102) y el NOP, en general, es bajo (valor medio $0,05 \text{ mol kg}^{-1}$).

En el Abra interior el porcentaje de arenas no supera el 26% y el de finos varía entre el 74 y el 98% (Anexo I). Se trata, por

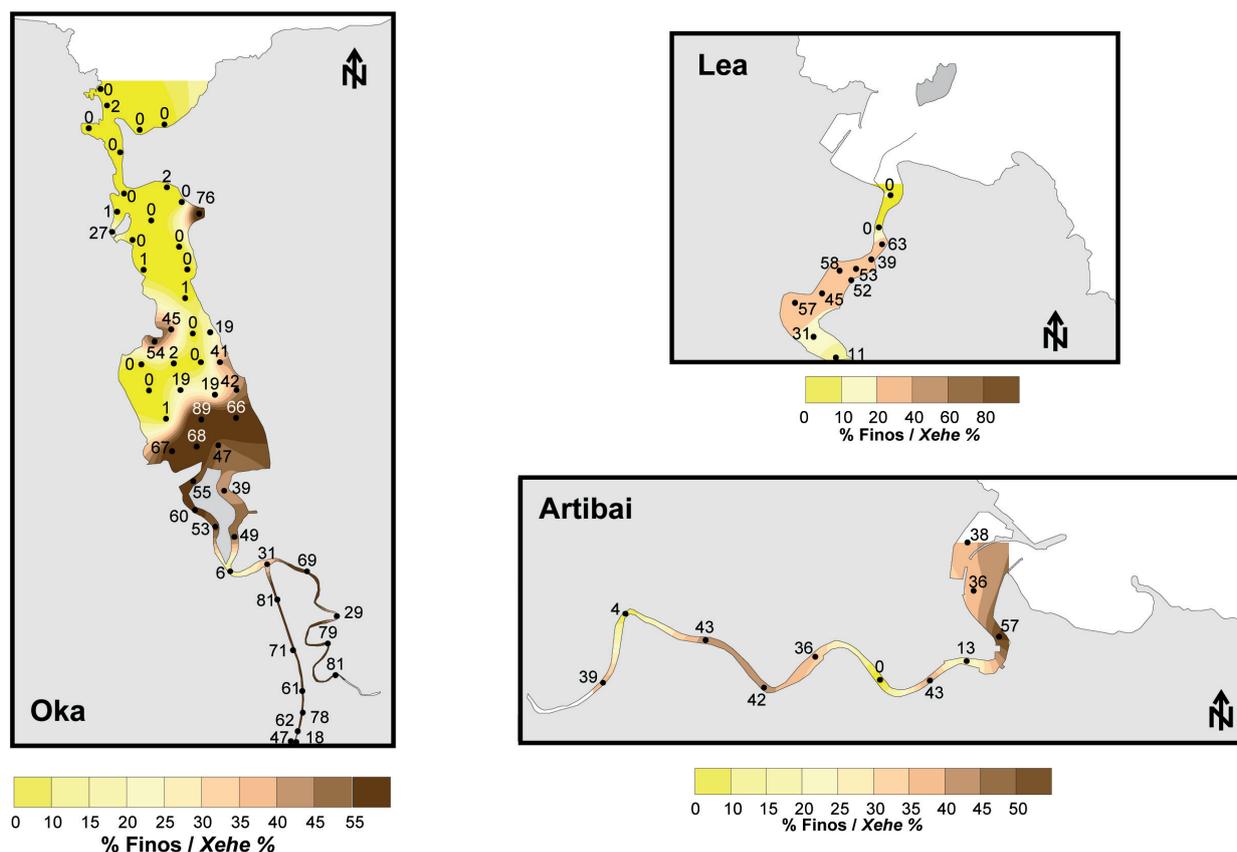


Figura 15. Porcentajes de finos en los sedimentos de los estuarios del Oka, Lea y Artibai.

lo tanto, de una zona fundamentalmente limo-arcillosa aunque presenta cierto grado de influencia marina. Esto puede explicar el hecho de que el potencial redox, en general, sea positivo.

En las zonas media e interior del estuario, de textura mayoritariamente fangosa, el alto tiempo de residencia del material fino en suspensión y la abundante materia orgánica, facilitan la formación de flóculos y agregados que se acumulan en los sedimentos y contribuyen al enriquecimiento en material fino (Belzunce *et al.*, 1998). Es en esta zona donde también se encuentran los máximos valores de materia orgánica (en algunas estaciones valores superiores al 12 %) y se caracteriza por potenciales redox negativos, lo que indica que los sedimentos de esta zona son anóxicos.

- Butroi

El estuario del Butroi es de tipo estrecho o encauzado. La zona exterior se encuentra en su mayor parte canalizada y el lecho es fundamentalmente arenoso. La zona media, más ancha, se halla parcialmente limitada por muros de contención; y la zona interior está constituida por un estrecho canal de naturaleza fangosa, bordeado por pequeñas áreas de inundación mareal, ocupada por vegetación halófila (Villate *et al.*, 1990).

La distribución del tamaño de grano a lo largo de estuario del Butroi responde a la hidrodinámica y a las características

morfológicas del propio estuario (Figura 14). En la zona de influencia mareal predominan las arenas. El material fino se acumula en las zonas de deposición (dársena portuaria, márgenes de los meandros), que además están próximas a zonas de vertido; el contenido de materia orgánica, probablemente de origen antrópico, es alto en estas zonas y su potencial redox indica que los sedimentos están menos oxigenados que los del resto del estuario. Los aportes fluviales, representados por material de grano grueso, se dejan sentir en la parte más alta del estuario.

- Oka

Teniendo en cuenta la naturaleza de los sedimentos, en el estuario del Oka se pueden distinguir tres unidades sectoriales (Montes y Rico, 1993; Belzunce *et al.*, 2000):

- **Gernika - Astilleros de Murueta:** las mareas se dejan sentir poco y predominan los sedimentos de origen continental formados por limos (Figura 15) de características reductoras (potenciales redox negativos) y algunos cantos rodados. El valor medio del cociente C/N es de 14 que, aunque menor que para el resto del estuario, está muy por encima del valor dado para el plancton puro, lo que indica que la materia orgánica presente (7,5% de media) es principalmente aportada por los ríos o bien resultante de productos de degradación.

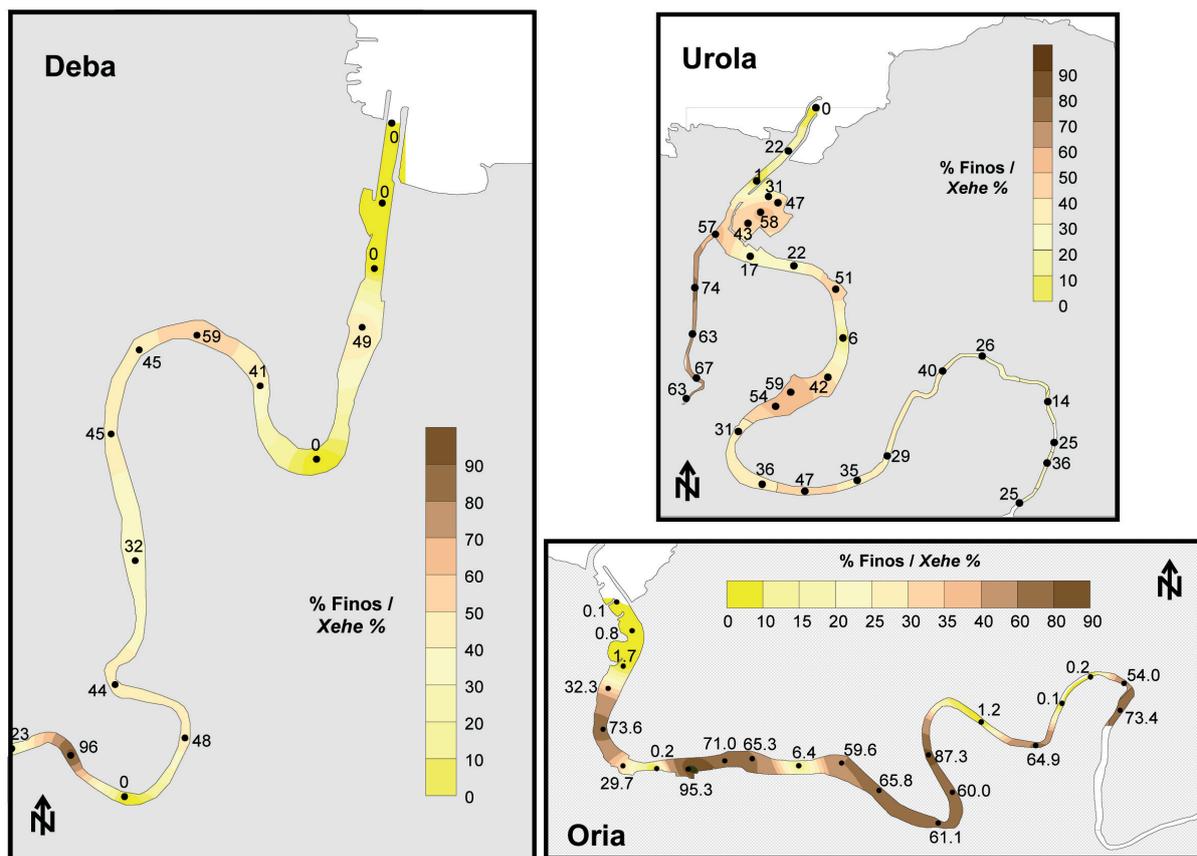


Figura 16. Porcentajes de finos en los sedimentos de los estuarios del Deba, Urola y Oria.

- Murueta - Kanala Busturia:** es la parte central y más ancha del estuario. Posee una zona areno-limosa en las marismas de San Cristóbal, consolidadas en algunas zonas mediante campos de cultivo e influenciadas por un relleno de arenas procedente de dragados, que actualmente están modeladas por el viento y colonizadas por la vegetación propia de dunas (Montes y Rico, 1993). El resto del sector es limo-arenosa.
- Kanala Busturia - Desembocadura:** esta zona está plenamente influenciada por la dinámica marina y la acción eólica. Presenta grandes playas de arena limpia que en bajamar quedan al descubierto. Dos excepciones son la zona de Arketas, compuesta por fango arenoso, y los sedimentos situados debajo del puente que une a tierra la isla de Txatxarramendi, cuya composición es una mezcla de arenas, fango y gravas. En ambos casos el contenido en materia orgánica es alto (>10%) y el potencial redox y la relación C/N presentan valores bajos en comparación con los valores encontrados en el resto de la zona (Anexo I).

- Lea

El estuario del Lea es un sistema de pequeña magnitud que se

asienta sobre depósitos fluvio-marinos cuaternarios formados en la desembocadura del río por arenas, arenas y limos.

Los sedimentos de este estuario se caracterizan por una abundancia de fracción gruesa tanto en su desembocadura (98% de arenas) como en su parte más interna (59% de arenas y 10% de gravas). El sedimento más fino se acumula en la parte media del estuario (Figura 15) y está enriquecido en materia orgánica, posiblemente debido a los vertidos de la zona, al igual que el sedimento de la zona interior. Estos aportes externos pueden ser los causantes del consumo de oxígeno disuelto en las capas de agua superficiales antes de llegar al fondo (Belzunce *et al.*, 1998), lo que se refleja en los potenciales redox negativos observados en los sedimentos (Anexo I).

- Artibai

En el estuario del Artibai no existe una tendencia clara en la disposición granulométrica de los sedimentos (Figura 15). De hecho, los tramos medio y bajo del río han sido dragados intensamente alterando el cauce, lo que probablemente contribuye a la aparición de sedimentos gruesos en buena parte del estuario. En la zona portuaria, debido a la baja hidrodinámica de la zona, se depositan materiales finos y es donde se observa el máximo contenido en materia orgánica, 12% (Anexo I). Otras zonas con

elevados contenidos en materia orgánica son Goitiz, zona muy antropizada que recibe residuos urbanos e industriales, y la zona a la altura del casco viejo de Ondarroa, donde la calidad del agua también es deficiente.

- Deba

De los estuarios del País Vasco, en el estuario del Deba es en el que mayor importancia relativa tiene la descarga fluvial. Es un estuario con alto grado de canalización del sistema en su tramo final.

Los sedimentos del estuario del Deba son, esencialmente, de naturaleza areno-fangosa (Figura 16). Los sedimentos que presentan mayor porcentaje en material fino se sitúan en el tramo central y medio del estuario. Estas zonas también son las que presentan los máximos en el contenido en materia orgánica, aunque, en general, el contenido en materia orgánica es elevado a lo largo de todo el estuario.

- Urola

Los sedimentos de la zona interna del estuario del Urola, con alto porcentaje en arenas, >52% (Figura 16), presentan potenciales redox positivos a pesar de que el contenido en materia orgánica de los sedimentos es elevado.

En las zonas de mayor acumulación, como los márgenes de los meandros, en Bedua, el material pasa a ser más fino, aunque la zona con mayor porcentaje en material fino (> 60%) es la regata Narrondo, que soporta vertidos tanto industriales como urbanos, lo que probablemente explicaría el hecho de que estos sedimentos se encuentren reducidos o con potenciales redox bajos. En la zona portuaria también se observan sedimentos finos y reducidos pero con mayor proporción de arenas (> 42%) que los del Narrondo.

En la zona más externa del estuario, donde la influencia marina es importante, los sedimentos son arenosos con una proporción de arenas superior al 78 % (Anexo I). Cabe destacar el potencial redox negativo observado en la estación situada en el centro del canal en la que el porcentaje de arenas es superior al 75 %. Esto puede deberse a que en este punto se vierten aguas residuales urbanas, hecho que se refleja en el alto contenido en materia orgánica de los sedimentos (16 %).

- Oria

Los sedimentos de las zonas interna y externa del estuario del Oria, en los que predominan las arenas (Figura 16) y el contenido en materia orgánica es bajo, en general, presentan potenciales positivos. Por el contrario, los sedimentos con gran contenido en materia orgánica (>10 %) en los que predominan los materiales fangosos (>70 % de finos) presentan, en la mayoría de los casos, potenciales negativos.

Cabe destacar que las muestras de las estaciones más interiores del estuario (estaciones 1 a 4) presentan gravas, piedras y cantos rodados, sedimentos que pueden indicar el origen fluvial de estos materiales.

El alto contenido en materia orgánica de los sedimentos finos de la zona central del estuario podría estar relacionado con los valores máximos de COP y el NOP observados en dicha zona,

ya que las zonas ricas en materia orgánica con escasa actividad detrítica suelen presentar valores altos de COP y NOP.

- Urumea

En el estuario del Urumea se observa que los sedimentos son principalmente arenosos (Figura 17) con potenciales positivos, a pesar de que el contenido en materia orgánica de los sedimentos es elevado (Anexo I).

El porcentaje en material fino va aumentando progresivamente desde la estación más interior hasta la estación situada en el puente de los cuarteles. En esta estación se alcanza el máximo en el contenido en finos (68%), en materia orgánica (18%) y en la relación C/N, que se corresponde con el mínimo de NOP encontrado en el estuario (0,07 mol kg⁻¹) y con un potencial redox negativo (-2 mV) (Anexo I).

A partir de este punto el contenido en material fino de los sedimentos vuelve a disminuir hacia la desembocadura, ya que el efecto de la canalización del cauce da lugar a una alta energía, lo que se refleja en los sedimentos (Borja *et al.*, 1996b).

- Oiartzun

Los sedimentos del estuario del Oiartzun son, esencialmente, de naturaleza fangosa en las zonas de deposición (dársenas de Herrera y Lezo, y la zona media del estuario) y de características arenosas en las zonas interna, externa y en la regata Molinara (Figura 17).

En general, se han encontrado altos contenidos de materia orgánica, como ya se había observado en otros estudios de la zona (Franco *et al.*, 2000), aunque en ningún caso se supera el valor de 52% que se observó en la zona de Lezo en 1995 (Borja *et al.*, 1996), antes del desvío de los vertidos del estuario, y que procedía en su mayor parte de los restos orgánicos de La Papelera Española. Como tendencia general, se observa que los contenidos más altos de materia orgánica se encuentran en sedimentos finos y próximos a puntos de vertido, como las regatas de Lezo y Txingurri, mientras que disminuyen en los sedimentos de granos gruesos.

Sólo en las estaciones más externas del estuario, donde la dinámica marina favorece el intercambio de agua y donde los sedimentos son arenosos, se registran potenciales positivos. A pesar de que los porcentajes de saturación de la columna de agua en las capas del fondo del estuario superan, en muchos casos, el 70 % (Franco *et al.*, 1999) este oxígeno es consumido en la reducción de la materia orgánica. Además, en estas estaciones se observan los valores más altos de la relación C/N, correspondiendo con valores de nitrógeno orgánico particulado bajos (0,01-0,03 mol kg⁻¹). Esto indica que tienen lugar procesos de degradación de la materia orgánica, como sucede en las zonas más abiertas y oxigenadas de los estuarios.

Hay que tener en cuenta que en esta zona se vertían las aguas residuales generadas en los municipios y empresas (especialmente la mencionada papelera) que rodean al estuario, por lo tanto, aunque se vertían las aguas residuales generadas en los municipios la mayoría de los vertidos estuviesen desviados a cala Murgita, los sedimentos seguía conteniendo gran cantidad de materia orgánica (entre 5 y 30%).

Tabla 5. Media (Med), máximo (Max), mínimo (min) y desviación estándar (DE) de las concentraciones de metales (mg kg⁻¹ PS) encontradas en la fracción fina (<63 µm) de los sedimentos de los estuarios de la costa vasca.

		Barbadun	Nerbioi	Butroi	Oka	Lea	Artibai	Deba	Urola	Oria	Urumea	Oiartzun	Bidasoa
As	Med	9,8	33,3	5,6	18,6	14,5	12,7	13,4	14,5	14,0	25,3	22,5	13,3
	Max	13,0	210,0	17,0	23,0	17,0	25,0	16,0	23,0	22,0	32,0	71,0	20,0
	min	2,0	6,5	2,4	12,0	13,0	8,7	10,0	9,6	11,0	21,0	8,5	7,0
	DE	5,3	42,5	4,7	2,8	1,7	6,2	2,2	4,6	3,8	5,0	15,0	3,4
Cd	Med	0,19	4,60	0,07	0,17	0,11	0,77	1,17	0,89	0,58	0,60	2,44	0,82
	Max	0,22	18,00	0,20	0,31	0,21	1,82	1,60	1,60	0,82	1,20	6,90	1,60
	min	0,15	0,21	0,02	0,02	0,03	0,11	0,86	0,51	0,05	0,05	0,20	0,17
	DE	0,04	4,72	0,06	0,09	0,08	0,78	0,29	0,35	0,23	0,64	1,98	0,48
Cr	Med	17,0	131,2	12,5	48,3	22,2	26,7	268,2	62,8	58,3	152,8	72,1	49,8
	Max	21,0	284,0	38,0	93,0	28,0	43,0	337,0	84,0	104,0	193,0	135,0	121,0
	min	8,9	29,0	2,8	4,6	9,6	7,9	192,0	38,0	41,0	125,0	25,0	22,0
	DE	5,5	68,0	14,1	28,4	8,7	16,7	67,5	15,6	20,6	29,9	30,8	27,0
Cu	Med	84,3	160,0	7,6	22,1	65,0	97,5	244,4	61,0	94,0	123,8	325,1	116,8
	Max	125,0	561,0	26,0	45,0	184,0	178,0	507,0	75,0	131,0	170,0	2178,0	422,0
	min	60,0	46,0	2,0	1,4	4,9	30,0	147,0	41,0	71,0	104,0	26,0	22,0
	DE	31,1	111,0	8,6	12,5	80,7	51,8	150,6	10,4	19,8	31,1	530,6	106,5
Fe	Med	89875	49440	11494	24941	32300	42835	50900	38901	38713	58063	38902	31105
	Max	103500	102300	31150	39710	49300	51880	79400	47410	52420	73560	80890	47450
	min	60200	28700	3620	11620	18000	33260	40950	31090	33400	45280	15990	17920
	DE	19959	22085	9989	8273	12992	10194	16317	5307	6432	13865	17448	7675
Hg	Med	0,15	2,62	0,54	0,61	0,29	0,57	0,50	0,42	0,49	1,78	1,97	0,41
	Max	0,24	12,00	0,84	1,20	0,54	2,00	0,74	0,80	0,72	2,40	11,00	1,30
	min	0,05	0,41	0,38	0,30	0,05	0,03	0,28	0,23	0,28	1,00	0,17	0,1
	DE	0,09	2,68	0,15	0,19	0,20	0,75	0,17	0,17	0,16	0,64	2,72	0,32
Mn	Med	2105	537	249	201	201	452	674	404	324	1036	460	310
	Max	2610	1740	836	629	368	748	1207	1034	577	1278	1970	614
	min	1280	215	83	81	122	254	370	62	213	611	173	203
	DE	574	391	225	119	114	231	341	318	119	295	446	102
Ni	Med	34,8	41,0	8,2	24,9	21,9	28,6	136,2	51,8	40,0	52,5	39,1	37,9
	Max	44,0	86,0	21,0	45,0	29,0	38,0	171,0	75,0	61,0	72,0	84,0	112,0
	min	24,0	19,0	3,5	5,5	9,5	21,0	101,0	32,0	34,0	41,0	13,0	16,0
	DE	9,4	14,2	6,3	12,6	8,6	5,8	24,9	14,3	8,9	13,5	17,9	23,1
Pb	Med	61,3	233,6	27,1	62,4	54,8	124,0	193,4	152,2	92,3	197,5	549,7	207,2
	Max	66,0	1380,0	77,0	103,0	88,0	407,0	465,0	204,0	142,0	238,0	3920,0	617,0
	min	49,0	73,0	6,7	12,0	23,0	40,1	115,0	95,0	68,0	112,0	50,0	55,0
	DE	8,2	257,4	27,7	30,6	26,6	141,6	152,1	34,5	23,4	57,6	960,8	175,7
Zn	Med	217,3	683,8	77,6	110,8	153,0	224,4	1276,2	563,6	325,3	603,5	1181,9	383,3
	Max	252,0	2090,0	201,0	245,0	330,0	374,0	2798,0	978,0	386,0	694,0	3145,0	1139,0
	min	200,0	221,0	21,0	28,0	38,0	151,0	592,0	220,0	244,0	519,0	167,0	87,0
	DE	23,7	447,8	71,9	59,3	125,5	78,6	899,1	246,7	44,5	97,1	947,9	289,2

- Bidasoa

Los sedimentos del estuario del Bidasoa son mayoritariamente de naturaleza areno-fangosa o fango-arenosa en la zona comprendida entre las islas del Bidasoa y el canal de salida del estuario. Sin embargo, las zonas interna y externa son de características arenosas (Figura 17).

Cabe destacar que las zonas con mayor proporción de finos, >90% (Anexo I), corresponden a la zona del puntal del aeropuerto y al puerto deportivo de Hendaia. En general, la zona media del estuario es la que presenta la mayor acumulación de finos, altos contenidos en materia orgánica y potenciales negativos, que reflejan el consumo de oxígeno por la materia orgánica. Los sedimentos de la regata Santa Engrazia se caracterizan por ser arenosos, mientras los de las regatas Jaizubia, Mendelu y Santiago presentan sedimentos areno-fangosos con cierta proporción de material grueso.

En general, como ya se había observado en otros estudios de la zona (Uriarte *et al.*, 1996), se han encontrado altos contenidos de materia orgánica. Sin embargo, en ningún caso se supera el valor de 51% que se observó, antes del desvío de los vertidos al estuario, en un sedimento de la zona media constituido por restos vegetales de origen terrígeno (Villate *et al.*, 1990). La muestra con mayor contenido en materia orgánica (33%) corresponde a un sedimento limoso (75% de material fino) reducido (-409 mV) de la zona del colector de Behobia-Irun, lo cual explicaría el valor encontrado.

El cociente C/N es superior a 5,85, que es el valor estimado para el plancton puro (Cushing *et al.*, 1958), indicando que la materia orgánica presente en el estuario es principalmente aportada por los ríos o bien resultante de productos de degradación del estuario. Hay que tener en cuenta que en esta zona se vertían las aguas residuales generadas en los municipios que rodean al estuario, por lo tanto, aunque en el año 2001, cuando se realizó este estudio, la mayoría de los vertidos de la margen izquierda estuviesen desviados a cala Atalerreka y los de la margen derecha se tratasen mayoritariamente en la E.D.A.R. de Hendaia, los sedimentos, en general, presentaban un elevado contenido en materia orgánica (entre 2 y 33%).

Estudio de la contaminación por metales pesados

En los sedimentos estuarinos se suele observar una relación directa entre la concentración de metales y la textura fina del sedimento, la abundancia de materia orgánica y la proximidad de las estaciones a las zonas de vertido industrial o fecal. Grandes emisiones de metales pueden tener lugar directamente a las aguas, formando compuestos de baja solubilidad, encontrándose cerca de los puntos de descarga. Sin embargo, también puede ocurrir que los metales sean adsorbidos en sedimentos oxidados o en la materia en suspensión (Ewers y Schlipkötter, 1991) y transportados aguas abajo. De igual forma, esto puede ocurrir con vertidos que tengan lugar aguas arriba.

Los metales pesados estudiados en este programa de control de la calidad de los sedimentos han sido As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb y Zn.

Contenido en metales pesados

A escala global, los estuarios del Nerbioi, Oiartzun, Urumea y Deba son los que presentan mayores concentraciones de metales en sus sedimentos, mientras que en el estuario del Butroi es donde se observan las menores concentraciones (Tabla 5). A continuación se comentará la posible relación entre los vertidos que han soportado estos cuatro estuarios (Figura 1) con las elevadas concentraciones de metales observadas en sus sedimentos.

En el **estuario del Nerbioi**, en general, se observa un enriquecimiento en metales en los sedimentos de los ríos Asúa, Kadagua, Galindo y Gobelos y en su confluencia con el río Nerbioi, así como también en la zona del Abra interior. Estos niveles disminuyen considerablemente en la zona del Abra exterior. Excepto el níquel, todos los metales presentan concentraciones extremadamente altas en la zona cercana a la dársena de Udondo y de la Benedicta. Hierro y manganeso muestran concentraciones máximas en el Abra interior, zona de intensa actividad portuaria.

Aún siendo conscientes de que el estuario constituye la principal zona de sedimentación de toda la cuenca vertiente y que gran parte de las sustancias y sólidos en suspensión transportados por las aguas fluviales son depositados en el área estuarina, se ha intentado relacionar la presencia de determinados metales en los sedimentos con los aportes urbanos y con los diferentes sectores industriales que vertían en el área (Hibaia, 1995, 2001) (Figura 1). En general se observa que:

- La parte más interna de la ría y las inmediaciones del canal de Deusto y del río Kadagua muestran unas concentraciones muy altas de Cd, Cr y Hg. También son considerables las concentraciones de Cu, Ni, Pb, Zn y As. Estas elevadas concentraciones pueden tener relación con la presencia de actividades de recubrimientos cromados y de tratamiento y revestimiento de metales, cuyas aguas residuales vertían al río Nerbioi, así como a una serie de industrias de fabricación de pinturas, lácteos, productos de fundición y revestimiento de metales, localizadas en los márgenes del río Kadagua. Asimismo, se ha de tener en cuenta la influencia que ha ejercido el municipio de Bilbao, con una población aproximada de 380.000 habitantes y un importante número de empresas y actividades que han vertido sus aguas residuales a través de colectores municipales o directamente al cauce, si bien el avance del Plan de Saneamiento está suponiendo una disminución progresiva de los vertidos.
- La notable contaminación encontrada en los sedimentos del río Asúa, con concentraciones muy elevadas de Cd, Cr, Hg, Ni y As, se debe, fundamentalmente, a los vertidos urbanos e industriales originados por los municipios de la cuenca del río Asúa. Esta zona cuenta con un tejido industrial importante, destacando empresas dedicadas a la fabricación de productos químicos, plásticos, pinturas, barnices, revestimientos y maquinaria, con descargas metálicas de Cd, Cr, Hg, Ni, As, Cu, Fe, Pb y Zn.
- En los sedimentos del río Galindo (estación N-26: ver Figura 3) se han detectado concentraciones elevadas de Hg, Cd,

Cu y Cr, disminuyendo ligeramente aguas abajo y en la confluencia con el río Nerbioi. El origen de estos metales se atribuye a empresas del sector de fabricación de maquinaria, material eléctrico y tubos de acero, que descargaban sus aguas residuales en los ríos Ballonti y Galindo.

- En los sedimentos de la parte media de la ría, que comprende las dársenas de Axpe, Udondo y de la Benedicta, se han registrado las concentraciones más altas de Hg, As, Cd, Cu y Pb de la ría del Nerbioi. Estos datos se relacionan directamente con los vertidos industriales y urbanos que históricamente ha soportado la zona. Entre los sectores industriales que han contribuido al aporte de metales cabe destacar los siguientes: los antiguos Altos Hornos, sector de fabricación de vidrio, fundición de metales no férreos, astilleros e industrias químicas.
- En el Abra interior se han registrado concentraciones muy altas de As, Hg y Cr. Estos elevados contenidos metálicos tienen su origen en la intensa actividad portuaria de la zona y en los aportes industriales y urbanos de los municipios más importantes que rodean el área, Getxo y Santurtzi. Asimismo, la acumulación de metales en esta zona está favorecida por constituir un área idónea para la deposición de material fino en suspensión. Este material fino es arrastrado por el río y contiene partículas metálicas adsorbidas a él.
- Los sedimentos de la parte más externa de la zona portuaria destacan por sus elevados contenidos en Fe y Mn y por las mínimas concentraciones para el resto de los metales considerados, excepto para el Hg y As.

Cabe señalar que muchos de los vertidos que se mencionan en la Figura 1 se han ido eliminando con los planes de saneamiento aplicados en los distintos estuarios (Hibaia, 2001), sin embargo se comentan porque en los sedimentos se acumulan diversas sustancias contaminantes que, en determinadas situaciones, pueden actuar como fuente de contaminación.

En el **estuario del Oiartzun** todos los metales muestran, en general, una gradación decreciente desde el interior hacia el exterior del estuario y en ellos se destacan las estaciones situadas en la dársena de San Pedro y en la zona portuaria de Lezo (estaciones OI-30 y OI-14, respectivamente; ver figura 12) (Anexo I). También destaca en algunos metales la zona de la dársena de la Herrera. Todas ellas son zonas de estancamiento y de influencia antrópica, como por ejemplo, los Astilleros Pasaia. Por otro lado, en la dársena de San Pedro los elevados niveles de un gran número de metales, que no llegan a ser tan abundantes en otras muestras cercanas, es muy posible que se debiera a que el alto porcentaje de gravas (>67%) fuera de escorias.

No se observa ninguna correlación de los metales con la materia orgánica o con los sedimentos finos. Estos resultados sumados al paralelismo observado en las figuras de distribución están indicando que las elevadas concentraciones de metales pesados

encontradas en el estuario del Oiartzun tiene un mismo origen de tipo externo derivado de la actividad industrial y minera de la zona (Figura 1).

En el **estuario del Urumea** se observan concentraciones elevadas de la mayoría de los metales pesados analizados, reflejo de las industrias que vertían en las aguas del estuario (Figura 1) y de la naturaleza litológica de la cuenca, rica en minerales de explotación minera.

A escala global, en el **estuario del Deba** se observan concentraciones elevadas de la mayoría de los metales pesados analizados. A la hora de intentar explicar estas altas concentraciones de metales encontradas hay que tener en cuenta que antes del desvío de los vertidos urbanos del núcleo urbano de Deba a la E.D.A.R. situada en la zona cercana a la punta de Arrilaban, la desembocadura del estuario recibía gran parte de estos vertidos (Figura 1).

Clasificación por el grado de contaminación

Con el objeto de establecer el grado de contaminación de las estaciones muestreadas, se ha utilizado un enfoque puramente químico. Este método consiste en la comparación de los valores de fondo de metales en sedimentos no contaminados con los encontrados en las zonas estudiadas (Factor de Contaminación, FC). Cuanto mayor sea la concentración de un metal en una zona con respecto al valor de fondo, mayor es la contaminación por dicho metal, estableciéndose una escala (Tabla 6) con varios grados de contaminación, desde ausencia de la misma (valor inferior o similar al de fondo) hasta contaminación extrema (concentración más de 48 veces superior al valor de fondo). El Índice de Carga Contaminante (ICC) se puede calcular tanto para cada estación y metal como globalmente, considerando todos los metales en conjunto (mediante las medias geométricas de los ICC para cada metal) (Tomlinson *et al.*, 1980).

$$FC = \frac{C_n}{B_n} \quad ICC = (FC_1 \cdot FC_2 \cdot \dots \cdot FC_n)^{\frac{1}{n}}$$

Donde:

FC: Factor de Contaminación

C_n: Concentración del metal n

B_n: Valor de fondo del metal n

ICC: Índice de Carga Contaminante

Tabla 6. Escala de grados de contaminación (Müller, 1979).

FC - ICC	Grado de contaminación	
>48	CE:	Contaminación extrema
12-48	CF:	Contaminación fuerte
3-12	C:	Contaminado
1-3	CL:	Contaminación ligera
<1	NC:	No contaminado

1 Posteriormente a la fecha de los análisis y del estudio aquí realizado, se ha hecho un nuevo estudio de niveles de fondo para el País Vasco (Rodríguez *et al.*, 2006), sin embargo, aquí hemos mantenido los valores aplicados en su día, cuando se realizó en estudio inicial en 1998-2001.

A partir de datos de niveles de fondo¹ calculados para los sedimentos de la costa vasca por AZTI (Tabla 7) y siguiendo los criterios de clasificación de la contaminación de sedimentos por metales de Müller (1979), se han calculado los niveles de contaminación de metales en los estuarios vascos. En la Tabla 8 se presentan los ICC medios de cada estuario para cada metal y los ICC globales para cada estuario.

Tabla 7. Valores de fondo (VF) para la costa cantábrica (Borja *et al.*, 1998) y niveles de toxicidad (ERL – *Effect Range Low*; ERM – *Effect Range Median*) de metales pesados en los sedimentos (Long *et al.*, 1995).

mg kg ⁻¹	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
VF	1,99	0,32	11	18	19063	0,14	175	12	34	175
ERL	8,2	1,2	81	34	-	0,15	-	21	47	150
ERM	70	9,6	370	270	-	0,71	-	52	220	410

Tabla 8. Clasificación de los estuarios en función del Índice de Carga Contaminante (ICC) para los metales pesados en los sedimentos de estuarios de la costa vasca.

ESTUARIO	ÍNDICE DE CARGA CONTAMINANTE										GLOBAL
	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	
Barbadun	C	NC	CL	C	C	NC	C	CL	CL	CL	CL
Nerbioi	C	C	C	C	CL	CF	CL	C	C	C	C
Butroi	CL	NC	NC	NC	NC	C	CL	NC	NC	NC	NC
Oka	C	NC	C	NC	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
Lea	C	NC	CL	NC	CL						
Artibai	C	CL	CL	C	CL						
Deba	C	C	CF	CF	CL	C	C	C	C	C	C
Urola	C	CL	C	C	CL	CL	CL	C	C	CL	C
Oria	C	CL	C	C	CL	C	CL	C	CL	CL	CL
Urumea	CF	NC	CF	C	CL	C	C	C	C	C	C
Oiartzun	C	C	C	C	CL	C	CL	CL	C	C	C
Bidasoa	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL

De la Tabla 8 se deduce que, globalmente hablando, los sedimentos de los estuarios del Nerbioi, Deba, Urola, Urumea y Oiartzun están contaminados por metales pesados, el estuario del Butroi no está contaminado y el resto de los estuarios estudiados presentan contaminación ligera.

De los datos de referencia utilizados para estimar la calidad de los sedimentos, además de los ICC ya comentados, se han tomado también los valores de referencia recogidos en estudios realizados por Long *et al.* (1995). Estos valores de referencia se derivan de una colección de datos obtenidos a partir de análisis químicos y bioensayos realizados en sedimentos marinos y estuáricos y representan dos niveles de toxicidad:

- Nivel bajo de toxicidad** (o ERL – *Effect Range Low*), por debajo del cual no se esperan efectos tóxicos para el medio.
- Nivel medio de toxicidad** (o ERM – *Effect Range Median*),

por encima del cual los efectos tóxicos pueden ser frecuentes.

Estos valores se resumen en la Tabla 7.

Prácticamente para todos los metales y en todos los estuarios estudiados se superan los niveles de fondo.

En general, el 70% de las muestras totales superan los ERL y sólo el 16% los ERM. Más concretamente, los metales cuyos efectos tóxicos pueden ser frecuentes, es decir, que presentan concentraciones superiores a los ERM correspondientes, son Hg, Zn, Pb y Ni. Estas elevadas concentraciones se observan en las zonas más contaminadas, sobre todo en los estuarios del Oiartzun, del Nerbioi y del Deba.

Estudio de la contaminación por compuestos orgánicos

Los compuestos orgánicos se pueden encontrar en diversos ambientes. Sus propiedades indican que tienen efectos nocivos a largo plazo y que son un posible riesgo para la salud humana. Sin embargo, debido a su complejidad química y a los niveles traza en los que están presentes en el ambiente, los compuestos orgánicos en el agua y los sedimentos no han sido tan ampliamente estudiados como los metales pesados (Hong *et al.*, 1995).

Los compuestos orgánicos estudiados en este programa de control de la calidad de los sedimentos han sido:

- Policloro bifenilos (PCBs): los congéneres 28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156 y 180, según la nomenclatura de la IUPAC.
- Compuestos organoclorados: hexaclorociclohexano (α -HCH y α -HCH (lindano)), diclorodifeniltricloroetano (*p-p'* DDE, *p-p'* DDD y *p-p'* DDT), hexaclorobenceno (HCB), aldrín, dieldrín y trans-nonaclor (T-nona.).
- Hidrocarburos poliaromáticos (PAHs):
 - o Fenantreno (PA-1).
 - o Pireno (PA-2).
 - o Criseno (PA-3).
 - o Benzo(ghi)perileno (PA-5).
 - o Fluoranteno (PA-6).
 - o Benzo(a)antraceno (PA-7).
 - o Benzo(b)fluoranteno (PA-8).
 - o Benzo(a)pireno (PA-9).
 - o Indeno(1,2,3-cd)pireno (PA-10).

Los PCBs son un grupo de compuestos cuya base estructural es el bifenilo con diferentes niveles de sustitución por cloro. A diferencia de los metales pesados, son compuestos sintéticos muy poco degradables, por lo que figuran entre los contaminantes más persistentes del medio marino. La industria química utiliza diferentes mezclas de estos compuestos para diferentes fines, desde aislamiento de cables eléctricos hasta agentes plastificantes (Pro-Vigo, 1996).

Los compuestos organoclorados se utilizan como pesticidas; son muy poco solubles en agua, liposolubles y se acumulan en el tejido adiposo de los animales. Aunque actualmente su uso está prohibido o limitado, su persistencia implica que aun exista una contaminación residual en el medio marino.

Tabla 9. Media (Med), máximo (Max), mínimo (min) y desviación estándar (DE) de las concentraciones de compuestos orgánicos ($\mu\text{g kg}^{-1}$ PS) encontradas en la fracción fina ($<63 \mu\text{m}$) de los sedimentos de los estuarios de la costa vasca.

		Barbadun	Nerbioi	Butroi	Oka	Lea	Artibai	Deba	Urola	Oria	Urumea	Oiartzun	Bidasoa
SPAHA	Med	336	1183	86	194	321,65	147	1463	581	88	247	1783	585
	Max	1265	6764	588	710	913	405	4835	1212	352	1039	5023	6635
	min	22	22	22	<22	73,2	24	149	172	33	56	35	<16
	DE	619	1696	188	253	409,42	179	2261	346	109	444	1550	1639
SDDT	Med	2,7	1,6	1,9	2,5	5,44	1,8	4,4	3,6	3,1	3,0	3,4	3,1
	Max	4,8	11,0	2,3	13,6	14,28	2,0	7,4	5,6	3,4	3,1	6,3	3,5
	min	1,8	1,0	1,8	<1,8	1,8	<1,8	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	DE	1,4	2,8	0,2	2,6	5,97	0,1	2,1	0,9	0,2	0,1	0,9	0,1
SPCB	Med	16,3	96,3	10,5	9,8	18,19	10,8	37,6	18,9	10,9	13,2	12,7	9,2
	Max	23,4	362,3	22,1	18,9	36,53	15,7	85,8	32,8	16,3	22,2	20,9	11,9
	min	<8,9	<8,9	<8,9	<8,9	9,58	8,9	11,1	10,0	<8,9	<8,9	<8,9	<8,9
	DE	6,2	23,15	4,4	2,7	12,35	2,7	33,1	7,7	2,7	6,1	3,6	0,8
HCB	Med	<0,1	1,6	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,2	0,5	<0,2	<0,2	0,4	<0,2
	Max	<0,1	9,35	<0,1	0,5	<0,1	0,2	0,3	1,7	0,2	<0,2	1,7	0,3
	min	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	DE	0,0	2,43	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,5	0,0	0,0	0,4	0,1
HCH	Med	0,8	1,1	0,3	0,2	0,71	0,3	1,0	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4
	Max	1,1	7,76	0,5	0,2	1,5	0,6	1,6	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7
	min	0,3	0,2	<0,2	<0,2	0,26	0,2	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
	DE	0,4	1,45	0,1	0,0	0,57	0,2	0,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
DIELDRIN	Med	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
	Max	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
	min	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
	DE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALDRIN	Med	<0,3	0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	2,2	0,4	<0,3	<0,3	0,35	<0,3
	Max	<0,3	1,83	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	3,7	1,1	<0,3	<0,3	1,1	0,3
	min	<0,3	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
	DE	0,0	0,41	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
T-NONA	Med	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	Max	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	min	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	DE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Los PAHs, compuestos por dos a seis anillos aromáticos, son productos de los procesos incompletos de combustión. Los PAHs de bajo peso molecular (2 ó 3 anillos) presentan una toxicidad aguda y algunos de los de mayor peso molecular son carcinogénicos (Neff, 1979; Witt, 1995). Algunos PAHs, como el hexabenzobenceno (Onuska, 1989), están presentes en los minerales de forma natural, y otros, como el perileno, son sintetizados por algunos organismos (bacterias, algas y hongos). Las entradas de PAHs al medio marino por estas

fuentes son generalmente pequeñas en comparación a las fuentes antropogénicas (Witt, 1995) como deposición atmosférica, vertidos domésticos e industriales, derrame de petróleo o productos del petróleo y escorrentía (Readman, 2002).

Contenido en compuestos orgánicos

Las medias, máximos, mínimos y desviaciones estándar de los compuestos orgánicos analizados para cada estuario se

recogen en la Tabla 9. De ella se deduce que, a escala global, las concentraciones medias más elevadas de PAHs, DDTs, PCBs, HCB y HCH se registran en los estuarios del Nerbioi, Deba, Urola y Oiartzun, así como en el Lea para el caso de DDT y en el Barbadun para el HCH. Sin embargo, en la mayoría de los casos las concentraciones de aldrín, dieldrín y trans-nonaclor se encuentran por debajo del nivel de detección.

El estuario del Deba presenta las máximas concentraciones de PCBs y organoclorados en la zona próxima a la dársena deportiva y los PAHs se acumulan principalmente en el meandro que recibe la influencia del municipio de Astigarribia.

En el estuario del Nerbioi las dársenas, la confluencia de los ríos y la zona portuaria son las que presentan mayores contenidos en compuestos orgánicos; el río Asúa constituye el principal foco de contaminación por compuestos del lindano.

Las zonas que presentan mayores concentraciones de compuestos orgánicos en el estuario del Urola son la parte más interna del Narrondo (para los PCBs), la zona cercana a donde vierte una empresa de fundición (para PAHs y DDT) y aguas abajo de la papelera de Aizarnazabal (para HCH y HCB).

La distribución de contaminantes orgánicos en el estuario del Oiartzun refleja el impacto producido por los distintos aportes externos, como los restos de hidrocarburos arrastrados aguas abajo y procedentes de la Compañía Logística de Hidrocarburos (CHL) o de la regata Txingurri.

En general, las zonas situadas en las cercanías de posibles focos de contaminación son las que presentan la máxima concentración de compuestos orgánicos y de metales como el Cu, Hg, Pb y Zn. Esto corrobora, una vez más, la asociación geoquímica de los compuestos orgánicos con los metales, así como su origen antrópico.

Clasificación por el grado de contaminación

Para la clasificación de los sedimentos en función de la concentración de compuestos orgánicos se han utilizado los siguientes criterios:

- Si existen valores de referencia (Tabla 10) (PCBs y PAHs), la escala es:

NC < límite de detección < CL < guía o baja toxicidad < C < límite o toxicidad mediana < CF

- Cuando no existen referencias (DDT, HCB, aldrín, dieldrín, t-nonaclor y HCH), se ha tomado como valor de fondo el límite de detección de cada sustancia (Tabla 10). La escala resultante es:

NC < límite de detección < CL < tres veces dicho límite < C < doce veces el límite < CF

Los resultados de esta clasificación se presentan en la Tabla 11. Globalmente, los sedimentos de los estuarios del Nerbioi, Deba y Urola están contaminados por compuestos orgánicos, mientras que

para el resto de los estuarios estudiados la contaminación es ligera.

De los valores de referencia recogidos en estudios realizados por diferentes autores (ver Tabla 10), sólo cuatro estaciones del estuario del Nerbioi presentan concentraciones de PCB superiores al ERM (180 µg kg⁻¹) compilado por Long *et al.* (1995). Es decir que en estas cuatro estaciones, que están situadas en dársenas o muelles, los efectos tóxicos producidos por los PCBs pueden ser frecuentes.

Tabla 10. Límites de detección (LD) y niveles de toxicidad bajo (ERL: Effects Range Low) y medio (ERM: Effects Range Median) de compuestos orgánicos en los sedimentos.

µg kg ⁻¹	LD	ERL		ERM	
PAH	21,8	17.200 ⁽¹⁾	4.000 ⁽²⁾	22.200 ⁽¹⁾	45.000 ⁽²⁾
DDT	3	1,6 ⁽²⁾	46 ⁽²⁾	350 ⁽³⁾	
PCB	8,9	50 ⁽⁴⁾	23 ⁽²⁾	400 ⁽⁴⁾	180 ⁽²⁾
HCB	0,2	-	-		
HCH	0,4	-	-		
Aldr.	0,3	-	-		
Dield.	0,3	-	-		
T-nona.	1	-	-		

- (1) Valores guía (17.200 µg kg⁻¹) y límite (22.200 µg kg⁻¹) para los PAHs establecidos por el Departamento de Ecología del estado de Washington (Champan *et al.*, 1996).
- (2) Niveles de toxicidad bajo y medio compilados por Long *et al.*, 1995.
- (3) Valor de toxicidad mediana citado en O'Connor, 1991.
- (4) Valores experimentales de toxicidad baja (10%) y mediana (50%) compilados por la NOAA (Webster y Ridgway, 1994).

Tabla 11. Clasificación de los estuarios, en función del Índice de Carga Contaminante, para los compuestos orgánicos en los sedimentos de estuarios de la costa vasca. NC: no contaminado; CL: contaminación ligera; C: contaminado.

ESTUARIO	ÍNDICE DE CARGA CONTAMINANTE								GLOBAL
	PAH	DDT	PCB	HCB	HCH	ALDR.	DIELD.	T-NONA.	
Barbadun	CL	CL	CL	NC	CL	NC	NC	NC	CL
Nerbioi	CL	CL	C	CL	CL	CL	NC	NC	C
Butroi	CL	NC	CL	NC	CL	NC	NC	NC	CL
Oka	CL	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL
Lea	CL	CL	CL	NC	CL	NC	NC	NC	CL
Artibai	CL	NC	CL	NC	CL	NC	NC	NC	CL
Deba	CL	CL	CL	CL	C	C	NC	NC	C
Urola	CL	CL	CL	CL	CL	CL	NC	NC	C
Oria	CL	CL	CL	CL	CL	NC	NC	NC	CL
Urumea	CL	CL	CL	NC	CL	NC	NC	NC	CL
Oiartzun	CL	CL	CL	CL	CL	CL	NC	NC	CL
Bidasoa	CL	CL	CL	NC	CL	NC	NC	NC	CL

Conclusiones

La distribución granulométrica de los sedimentos de los estuarios varía en función de la morfología e hidrodinámica de la cuenca. Así mismo, la constitución geológica de los substratos que forman la cuenca determina la textura de los sedimentos. Así, por ejemplo, los estuarios de los ríos Nerbioi, Oiartzun y Bidasoa son los que contienen mayor porcentaje de finos, debido a la baja hidrodinámica de buena parte de estos sistemas y a la presencia de dársenas de acumulación. Sin embargo, los estuarios del Barbadun, Butroi, Oka y Urumea se caracterizan por la presencia de porcentajes de arenas superiores al 65%, propias de zonas de alta energía hidrodinámica.

En general, se observa que los sedimentos con altos contenidos en materia orgánica y de contaminantes (metales y compuestos orgánicos) son sedimentos mayoritariamente finos. Los resultados muestran que la acumulación de contaminantes está asociada a sedimentos reducidos, ricos en materia orgánica y caracterizados por su textura fina. En la distribución del contenido de metales y de compuestos orgánicos en los estuarios estudiados se manifiesta una tendencia decreciente desde el interior hacia el exterior de los mismos. Esta distribución se corresponde con una disminución del contenido en finos y de la materia orgánica, así como a un aumento en las condiciones oxidantes en la zona más exterior de los estuarios.

Por otra parte, el material en suspensión, proveniente de los numerosos vertidos industriales y urbanos, favorece la asociación de metales pesados con el material particulado mediante fenómenos de adsorción y de formación de complejos. De esta forma, los metales son transportados, depositados e incorporados a los sedimentos, alcanzando concentraciones tres órdenes de magnitud superiores a las presentes en la columna de agua (Bubb y Lester, 1991). Por lo tanto, la proximidad o lejanía núcleos industriales y/o urbanos es un factor determinante del estado de la contaminación de los estuarios. En este trabajo se ha comprobado la relación que existe entre las concentraciones de metales y de compuestos orgánicos encontradas en los sedimentos superficiales de los estuarios y su origen antrópico, proveniente tanto de fuentes industriales como urbanas.

Los sedimentos superficiales de los estuarios del Nerbioi, Deba, Urola, Urumea y Oiartzun son los que presentan un mayor grado de contaminación por metales; además, en los tres primeros también es importante la contaminación por compuestos orgánicos. Sin embargo, sólo el 16% de las muestras totales superan los ERM para los metales Hg, Zn, Pb y Ni; mientras que para los compuestos orgánicos sólo cuatro muestras del estuario del Nerbioi superan el ERM establecido por Long *et al.* (1995) para los PCBs (180 µg kg⁻¹).

Por otro lado, los sedimentos de los estuarios del Butroi no están contaminados por metales pesados y presentan contaminación ligera por compuestos orgánicos; mientras que en el resto de los estuarios, la contaminación es ligera tanto por metales como por compuestos orgánicos.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó mediante diferentes contratos entre la Dirección de Aguas (actualmente Agencia Vasca del Agua), del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco, y AZTI-Tecnalia. Por último, agradecer a los dos revisores (Joana Larreta y J. Germán Rodríguez) sus comentarios, que han ayudado a mejorar considerablemente el manuscrito. También queremos agradecer el trabajo realizado por el personal de muestreo y laboratorio de AZTI-Tecnalia. Esta es la contribución 448 de la Unidad de Investigación Marina de AZTI-Tecnalia.

Bibliografía

- Belzunce, M.J., A. Borja, V. Valencia, y J. Franco, 1998. *Estudio de la contaminación por metales pesados y compuestos orgánicos en los sedimentos de los estuarios del Nerbioi, Barbadun y Lea*. Informe final, para el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. UTE AZTI-LABEIN. 103 pp. Inédito.
- Belzunce, M.J., A. Borja, V. Valencia, y J. Franco, 2000. *Estudio de la contaminación por metales pesados y compuestos orgánicos en los sedimentos de los estuarios del Oka, Butroi y Artibai*. Informe final, para el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. UTE AZTI-LABEIN. 119 pp. Inédito.
- Belzunce, M.J., O. Solaun, A. Borja, V. Valencia, y J. Franco, 2001. *Estudio de la contaminación por metales pesados y compuestos orgánicos en los sedimentos de los estuarios del Oiartzun, Urola y Deba*. Informe final, para el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. UTE AZTI-LABEIN. 117 pp. Inédito.
- Belzunce, M.J., A. Borja, V. Valencia, y J. Franco, 2002. *Estudio de la contaminación por metales pesados y compuestos orgánicos en los sedimentos de los estuarios del Bidasoa, Urumea y Oria*. Informe final, para el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. UTE AZTI-LABEIN. 122 pp. Inédito.
- Borja, A., V. Valencia, A. Uriarte y R. Castro, 1996. *Red de vigilancia y control de la calidad de las aguas del País Vasco: AÑO 1995*. Informe final (Nº 3), para el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. UTE AZTI-LABEIN, 373 pp + anexos. Inédito.
- Borja, A., J. Franco, V. Valencia, A. Uriarte y R. Castro, 1998. *Red de vigilancia y control de la calidad de las aguas del País Vasco: otoño 1996-verano 1997*. Informe final, para el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. UTE AZTI-LABEIN, 333 pp + anexos. Inédito.
- Borja, A., V. Valencia, A. Uriarte y R. Castro, 2001. *Red de vigilancia y control de la calidad de las aguas del País Vasco: otoño 1999-verano 2000*. Informe final, para el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. UTE AZTI-LABEIN, 430 pp + anexos. Inédito.
- Borja, A., J. Franco, M.J. Belzunce, V. Valencia, J. Bald y O. Solaun, 2002. *Red de vigilancia y control de la calidad de las aguas del País Vasco: otoño 2000-verano 2001*. Informe final, para el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. UTE AZTI-LABEIN, 347 pp + anexos. Inédito.
- Bubb, J. M., J. N. Lester, 1991. The impact of heavy metals on lowland rivers and the implications for man and the environment. *Sci. Total Environ.*, 100: 207-233.
- Calmano W. y U. Förstner, 1996. *Sediments and Toxic Substances*. Ed. Springer. Berlin. 335 pp.
- Cedex, 1994. *Recomendaciones para la gestión de los materiales de dragado en los puertos españoles*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid. 45 pp.
- Chapman, P. M., M. D. Paine, A. D. Arthur y L.A. Taylor, 1996. *A Triad*

- Study of Sediment Quality Associated with a Major, Relatively Untreated Marine Sewage Discharge. *Marine Pollution Bulletin*, 32(1): 47-64.
- Cushing, D.H.; G. F. Humphrey, K. Banse y T. Laevatsu, 1958. Report of the Committee on Terms and Equivalents. *Raa. Proc. Verb. Ciem*, 144: 15-16.
- Diaz, R. J. y R. Rosenberg, 1995. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 33: 245-303.
- Diputación Foral De Gipuzkoa, 2000. <http://www.gipuzkoa.net/obras-hidraulicas/infor>.
- Ewers, U. y H. W. Schlipkötter., 1991. Lead. En: *Metals and Their Compounds in the Environment*. Ernest Merian (ed). Weinheim, New York, Basel and Cambridge (971-1014).
- Franco, J.; A. Borja; M.J. Belzunce y V. Valencia, 1999. *Campaña de medición de variables biológicas y fisico-químicas en el estuario del río Oiartzun y área costera próxima a cala Murgita*. Informe inédito. Dpto. de Obras Hidráulicas y Urbanismo. Diputación Foral de Gipuzkoa, 197 pp + anexos.
- Franco, J., A. Borja, M.J. Belzunce y V. Valencia, 2000. *Campaña de medición de variables biológicas y fisico-químicas en el estuario del río Oiartzun y área costera próxima a cala Murgita*. Informe para el Departamento de Obra Hidráulicas y Urbanismo. Diputación Foral de Gipuzkoa. 203 pp + anexos. Inédito.
- García De Bikuña, B. y L. Docampo, 1990. *Limnología de los ríos de Vizcaya. Teorías, Aplicaciones e Implicaciones Biológicas*. Dpto. Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- Hibaia, 1995. *Inventario de vertidos tierra-mar del País Vasco*. Informe inédito. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 200 pp. Inédito.
- Hibaia, 2001. *Estudio de actualización del inventario de vertidos tierra-mar y redacción de programas de reducción de sustancias peligrosas de la lista II, por sectores industriales*. Informe inédito. Viceconsejería de Medio Ambiente, Gobierno Vasco.
- Holme, N.A. y A.D. McIntyre, 1971. *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publ., Oxford. 387 pp.
- Hong, H., L. Xu, L. Zhang, J.C. Chen, Y.S. Wong y T.S.M. Wan, 1995. Environmental fate and chemistry of organic pollutants in the sediment of Xiamen and Victoria Harbours. *Marine Pollution Bulletin*, 31(4-12): 229-236.
- Krumbein, W.C. y L.L. Sloss, 1969. *Estratigrafía y Sedimentación*. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México. 778 pp.
- Long, E.R.; D.D. Mac Donald; S.L. Smith y F.D. Calder, 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management*. 19:81-97.
- Loring, D.H. y R.T.T. Rantala, 1992. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. *Earth-Science Reviews*, 32: 235-283.
- Montes, C. y E. Rico, 1993. *Valoración ecológica y conservación de las rías del País Vasco*. Informe realizado por el Departamento de Ecología de la UAM para el Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. 119 pp. Inédito.
- Müller, G., 1979. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins. Veränderungen seit 1971. *Umschau*, 79: 78-783.
- Neff, J.M., 1979. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the aquatic environment. Applied Science, London.
- O'Connor, 1991. Concentrations of organic contaminants in mollusks and sediments at NOAA National Status and Trends sites in the coastal and estuarine United States. *Environmental Health Perspectives*, 90: 69-73.
- Onuska, F.I, 1989. analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in environmental samples. In: B.K. Afghan, A.S.Y. Chau (Eds.), *Analysis of Trace Organics in the Environment*. CRC Press, FL, pp. 205-241 (Chapter 6).
- Pro-Vigo, 1996. Observatorio ambiental de la ría. Informe 1995. Inédito.
- Readman, J.W., G. Fillmann, I. Tolosa, J. Bartocci, P. Villeneuve, C. Catinini y L.D. Mee, 2002. Petroleum and PAH contamination of the Black Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 44: 46-62.
- Rodríguez, J.G., I. Tueros, A. Borja, M.J. Belzunce, J. Franco, O. Solaun, V. Valencia, A. Zuazo, 2006. Maximum likelihood mixture estimation to determine metal background values in estuarine and coastal sediments within the European Water Framework Directive. *The Science of the Total Environment*, 370(2-3): 278-293.
- Tomlinson, D.L, J.G. Wilson, C.R. Marris y D.W. Jeffrey, 1980. Problems in the assessment of heavy metal levels in estuaries and the formation of pollution index. *Helgolander Meeresuntersuchungen*, 33: 566-575.
- Uriarte, A.; V. Valencia, J. Franco, J. Bald y A. Borja, 1996. *Evaluación de dinámica y medio físico en la bahía de Txingudi*. Informe para Dirección de Recursos Ambientales del Dpto. Ordenación del Territorio Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. 211 pp + anexos.
- Urrutia, J., 1986. Estudio de la estructura y funcionamiento del estuario del Nervión en relación a la dinámica del fitoplancton. Ph. D. Thesis. University of the Basque Country. Inédito.
- Villate F., J. Franco, A. Ruiz y E. Orive, 1989. *Caracterización geomorfológica e hidrológica de cinco sistemas estuáricos del País Vasco*. KOBIE (Serie Ciencias Naturales), Bilbao. Diputación Foral de Bizkaia. XVIII: 157-170.
- Villate, F., V. Valencia, y J. Urrutia, 1990. *Estudio hidrológico, sedimentológico y de metales pesados en las rías del Bidasoa y Plencia*. Informes Técnicos (Departamento de Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco), 32: 1-100.
- Webster, J. y I. Ridgway, 1994. The application of the equilibrium partitioning approach for establishing sediment quality criteria at two UK sea disposal and outfall sites. *Marine Pollution Bulletin*, 28(11): 653-661.

Anexo

Tabla A1. Parámetros generales en los sedimentos superficiales de los estuarios de la costa vasca. Granulometría: gravas > 2mm > arena > 0,063 mm > fino; MO: Materia orgánica; REDOX: potencial redox; COP: Carbono Orgánico Particulado; NOP: Nitrógeno Orgánico Particulado; C/N: Relación Carbono-Nitrógeno.

Estación	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	MO (%)	REDOX (mV)	COP (mol kg ⁻¹)	NOP (mol kg ⁻¹)	C/N	
Barbadun	M-1	0,2	99,7	0,0	3,49	430	2,69	0,01	196,52
	M-2	0,7	99,1	0,2	4,43	430	1,00	0,01	70,28
	M-3	0,7	99,2	0,2	4,30	425	2,70	0,01	294,78
	M-4	2,9	96,0	1,1	4,20	400	1,30	0,05	24,67
	M-5	3,3	34,9	61,8	6,88	-140	1,89	0,12	15,23
	M-6	0,5	48,6	50,9	6,08	425	1,52	0,12	13,25
	M-7	2,0	52,3	45,7	4,76	365	0,99	0,06	16,03
	M-8	2,6	32,7	64,8	8,41	375	2,76	0,18	15,55
	M-9	4,6	49,3	46,1	7,40	60	2,91	0,16	18,69
	M-10	3,9	53,0	43,1	5,00	45	1,37	0,10	13,15
	M-11	0,5	58,2	41,4	7,58	29	3,16	0,20	16,19
Nerbioi	N-1	48,7	43,0	8,4	28,0	-195,5	6,91	0,52	15,64
	N-2	14,0	57,0	28,9	12,0	-166,0	3,55	0,22	18,66
	N-3	4,0	54,6	41,4	8,7	-88,0	3,01	0,20	17,48
	N-4				GRAVAS				
	N-5	25,9	52,1	22,0	9,3	-141,0	7,95	0,54	17,27
	N-6	1,3	98,6	0,1	3,7	-166,0	1,85	0,08	26,75
	N-7	1,2	89,4	9,5	6,1	-172,0	3,96	0,23	20,13
	N-8	22,8	75,1	2,1	3,5	-176,0	2,47	0,10	29,96
	N-9	0,7	99,2	0,2	2,9	-207,0	2,85	0,13	26,25
	N-10	0,4	98,9	0,7	2,5	-227,0	3,02	0,16	22,35
	N-11	0,4	12,1	87,5	12,1	-238,0	4,01	0,23	19,94
	N-12	1,9	7,6	90,6	11,9	-248,0	4,75	0,29	18,88
	N-13	4,6	18,5	76,9	12,2	-254,0	5,20	0,33	18,57
	N-14	0,9	5,4	93,8	12,5	-217,0	5,69	0,31	21,26
	N-15	0,2	39,3	60,5	9,4	-212,0	3,92	0,22	20,82
	N-16	0,3	18,0	81,7	9,4	-191,0	4,44	0,22	23,95
	N-17	1,3	10,9	87,8	12,9	-18,9	5,70	0,29	22,99
	N-18	0,3	74,0	25,7	3,4	-130,7	3,81	0,12	36,86
	N-19	0,7	73,6	25,7	6,2	-139,0	3,03	0,13	27,61
	N-20	1,8	26,7	71,5	6,1	-18,1	2,34	0,14	19,22
	N-21	12,4	15,3	72,3	6,4	-104,8	2,16	0,16	16,26
	N-22	6,2	29,8	64,0	10,3	-185,7	3,10	0,22	16,74
	N-23	0,5	9,4	90,2	12,9	-197,0	3,81	0,21	21,65
	N-24	0,2	1,3	98,5	12,5	-224,0	4,88	0,26	21,73
	N-25	36,8	35,9	27,3	21,1	-180,0	9,18	0,41	25,99
	N-26	29,7	22,6	47,7	16,5	-120,2	7,90	0,45	20,71
	N-27	7,1	36,0	56,9	26,6	-186,8	11,12	0,60	21,71
	N-28	0,4	15,3	84,3	12,5	-226,0	5,10	0,28	21,08
	N-29	0,3	12,5	87,3	11,0	-203,0	4,31	0,26	19,35
	N-30	0,2	6,9	92,9	12,7	-184,0	4,10	0,23	21,09
	N-31	0,3	9,7	90,1	10,4	-142,0	4,12	0,25	18,94
	N-32	36,2	20,2	43,6	15,6	-107,0	3,69	0,20	21,15
	N-33	0,4	6,2	93,4	12,3	-243,0	4,68	0,26	20,65
	N-34	2,2	49,7	48,1	8,1	-235,0	3,95	0,23	19,83
	N-35	0,3	4,1	95,6	10,5	-103,0	4,20	0,25	19,92
	N-36	0,4	12,2	87,3	5,0	219,0	4,77	0,33	16,70
	N-37	1,5	19,5	79,0	3,5	59,0	3,48	0,18	21,96
	N-38	3,0	7,2	89,8	4,1	57,0	4,44	0,26	19,76
	N-39	2,1	1,9	96,0	4,4	9,0	4,23	0,24	20,25
	N-40	0,2	9,8	90,0	4,2	103,0	3,89	0,19	23,26
	N-41	0,1	14,2	85,8	11,6	103,0	2,99	0,14	24,53
	N-42	22,8	39,4	37,9	6,9	69,0	4,13	0,23	20,53
	N-43	0,1	25,8	74,1	4,1	112,0	4,26	0,19	26,02
	N-44	0,2	12,5	87,3	6,1	75,0	4,18	0,23	20,76
	N-45	0,0	2,8	97,2	1,3	105,0	2,17	0,16	15,52
	N-46	2,0	15,3	82,7	15,9	23,0	3,41	0,15	27,03
	N-47	0,2	6,1	93,7	7,6	62,0	4,05	0,22	21,49
	N-48	0,2	13,1	86,8	6,9	53,0	2,44	0,11	26,37
	N-49	0,4	11,3	88,3	9,4	209,0	2,71	0,16	19,73
	N-50	0,1	7,1	92,7	9,2	149,0	4,93	0,21	27,01
	N-51	0,0	7,3	92,7	4,8	51,0	4,04	0,17	27,37
	N-52	0,5	5,5	94,1	8,4	180,0	5,11	0,19	31,62
	N-53	0,8	3,9	95,3	7,4	135,0	4,96	0,20	28,97

Nerbioi	N-54	6,4	86,4	7,2	7,7	-27,2	3,76	0,06	67,82
	N-55	1,2	94,3	4,5	3,8	230,0	2,71	0,03	123,13
	N-56	4,4	94,0	1,6	8,0	-189,0	3,16	0,03	114,22
	N-57	2,1	97,8	0,1	4,1	132,4	1,90	0,01	149,36
	N-58	0,7	99,1	0,2	5,1	178,4	2,56	0,03	115,03
	N-59	3,6	94,0	2,3	3,1	7,5	2,11	0,02	129,77
	N-60	1,0	93,4	5,7	4,5	97,2	2,39	0,02	145,56
	N-61	0,2	80,1	19,6	4,1	110,8	5,42	0,11	55,35
	N-62	0,9	41,8	57,3	7,2	-4,7	4,04	0,09	52,42
	N-63	0,4	39,5	60,1	14,3	-29,6	4,78	0,09	60,98
	N-64	43,5	54,6	1,9	7,8	124,0	3,40	0,05	87,59
	N-65	14,2	85,8	0,0	6,4	92,0	4,11	0,04	114,27
	N-66	1,0	8,9	90,2	12,6	-69,3	6,13	0,13	55,20
	N-67	4,8	94,5	0,8	4,5	55,6	2,58	0,02	173,09
N-68	85,6	14,4	0,0	5,4	111,6	4,26	0,13	38,51	
N-69	0,1	7,4	92,6	8,1	33,2	3,02	0,04	86,49	
N-70	2,0	96,6	1,4	2,9	192,4	2,60	0,02	160,68	
Butroi	B-1	0,2	99,3	0,5		285	2,45	0,013	194,36
	B-2	0,2	99,8	0		263	3,38	0,008	417,66
	B-4	0,4	99,5	0,0	2,1	457	2,67	0,006	453,28
	B-5	2,8	97,1	0,1	3,6	461	2,47	0,004	574,08
	B-6	1,3	12,6	86,2	6,3	-42	2,90	0,165	17,54
	B-7	0,5	99,4	0,2	4,2	460	2,54	0,012	215,93
	B-8	0,1	99,7	0,1	3,8	327	1,86	0,009	217,94
	B-9	1,6	98,4	0,1	3,2	324	1,74	0,007	237,66
	B-11	4,8	95,1	0,1	4,2	365	1,54	0,009	172,24
	B-12	9,7	88,3	2,0	4,5	30	1,78	0,067	26,57
	B-13	0,7	48,3	51,0	9,3	80	1,99	0,124	15,99
	B-14	0,0	38,9	61,0	7,1	49	1,81	0,095	19,06
	B-15	1,1	98,6	0,3	3,5	360	1,09	0,008	137,28
	B-16	5,6	93,4	1,0	7,4	60	0,70	0,024	28,87
	B-17	1,5	98,4	0,1	2,6	362	0,80	0,008	104,39
	B-18	2,8	96,8	0,3	1,6	323	0,29	0,012	23,43
	B-19	7,0	92,9	0,1	2,4	356	0,30	0,009	34,64
	B-20	14,9	47,4	37,7	6,4	4	1,90	0,092	20,78
B-21	0,6	28,8	70,5	7,9	20	1,69	0,131	12,86	
B-22	0,3	11,1	88,6	10,2	-95	2,24	0,142	15,80	
B-23	2,1	97,9	0,1	1,0	332	0,11	0,006	19,72	
B-24	17,9	82,0	0,1	2,3	366	0,55	0,013	41,38	
B-25	0,2	99,8	0,1	0,7	314	0,09	0,006	15,02	
B-26	5,4	61,2	33,5	2,9	140	0,80	0,050	16,06	
Oka	OK-1	0,0	100,0	0,0	2,8	345	1,78	0,006	300,69
	OK-2	3,4	94,7	1,9		549			
	OK-3	0,0	100,0	0,0	2,0	385	1,83	0,008	216,90
	OK-4	0,2	99,8	0,0	3,4	355	1,88	0,005	347,42
	OK-5	0,7	99,3	0,0	3,2	384	1,72	0,005	324,32
	OK-6	1,1	98,9	0,0	3,7	346	2,01	0,007	308,10
	OK-7	0,2	99,8	0,0	4,3	442	1,66	0,006	269,19
	OK-8	1,8	96,6	1,6	7,3	300	3,56	0,059	60,00
	OK-9	1,0	99,0	0,0	3,2	360	1,66	0,008	213,53
	OK-10	0,5	98,9	0,6	3,8	365	1,51	0,012	125,56
	OK-11	0,4	99,6	0,0	2,7	372	1,84	0,005	347,64
	OK-12	7,0	17,0	76,1	11,5	23	2,72	0,127	21,48
	OK-13	11,9	61,3	26,8	10,1	26	3,18	0,152	21,00
	OK-14	0,9	98,9	0,2	4,0	388	2,15	0,011	192,83
	OK-15	1,3	98,7	0,0	3,2	280	2,01	0,007	308,66
	OK-16	1,6	97,8	0,5	2,1	383	1,94	0,006	337,17
	OK-17	1,1	98,9	0,0	2,1	430	1,83	0,005	333,59
	OK-18	2,7	95,9	1,4	7,4	-34	2,23	0,112	19,79
	OK-19	0,9	45,0	54,1	5,0	60	1,28	0,111	11,51
	OK-20	0,2	54,8	45,0	5,6	200	1,80	0,171	10,51
	OK-21	0,4	99,3	0,3	4,8	180	2,17	0,019	111,52
	OK-22	0,3	81,2	18,5	5,0	24	2,01	0,099	20,31
	OK-23	0,2	99,4	0,3	2,4	259	1,30	0,021	61,28
	OK-24	0,4	97,5	2,1	5,8	154	1,98	0,089	22,25
OK-25	0,3	99,4	0,3	4,6	382	1,95	0,017	114,33	
OK-26	1,0	58,4	40,6	7,6	209	2,44	0,156	15,62	
OK-27	2,0	97,8	0,3	3,5	395	2,05	0,009	227,48	
OK-28	0,6	80,7	18,7	6,0	31	2,02	0,096	21,03	
OK-29	1,8	79,1	19,1	6,3	-39	1,74	0,088	19,77	
OK-30	0,4	57,4	42,2	5,7	153	1,55	0,133	11,59	
OK-31	1,9	97,6	0,5	2,7	386	1,16	0,030	38,26	
OK-32	0,1	10,7	89,2	8,7	-83	1,97	0,195	10,09	
OK-33	0,1	33,8	66,1	7,3	-70	1,51	0,122	12,35	
OK-34	0,3	33,3	66,5	6,7	110	1,70	0,142	11,96	

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)

Oka	OK-35	0,0	31,8	68,1	6,5	-6	1,69	0,131	12,84
	OK-36	0,0	52,7	47,2	8,1	-46	1,74	0,105	16,61
	OK-37	0,4	44,6	55,0	7,4	-8	2,07	0,135	15,32
	OK-38	0,1	60,9	39,1	5,7	-70	1,55	0,098	15,93
	OK-39	17,6	22,7	59,7	7,7	19	2,52	0,167	15,04
	OK-40	0,0	47,4	52,6	8,3	-27	2,07	0,130	15,94
	OK-41	0,1	51,0	48,9	7,5	-40	1,63	0,131	12,39
	OK-42	0,0	93,7	6,3	2,8	-46	1,13	0,062	18,09
	OK-43	2,1	66,6	31,4	4,2	-103	1,55	0,097	15,93
	OK-44	0,8	30,4	68,7	10,6	-83	1,27	0,096	13,22
	OK-45	0,0	19,4	80,6	10,0	-69	2,20	0,149	14,75
	OK-46	0,0	71,2	28,8	4,8	-34	1,55	0,122	12,76
	OK-47	0,1	21,0	79,0	7,4	45	1,68	0,122	13,78
	OK-48	0,0	29,0	70,9	8,7	-46	2,22	0,151	14,70
	OK-49	0,0	18,8	81,1	8,0	53	1,74	0,148	11,77
	OK-50	0,1	39,2	60,7	5,7	39	1,74	0,120	14,52
OK-51	0,7	21,4	77,9	8,1	-5	2,37	0,190	12,50	
OK-52	1,2	36,9	61,8	9,8	-135	2,29	0,190	12,08	
OK-53	35,2	17,4	47,4	6,8	-117	1,23	0,102	12,00	
OK-54	36,5	45,2	18,3	5,7	-111	1,42	0,067	21,28	
Lea	L-1	1,9	98,1	0,0	3,71	295	3,48	0,01	434,50
	L-2	4,2	95,7	0,1	5,73	125	3,12	0,01	295,08
	L-3	2,1	35,1	62,8	11,98	-125	1,56	0,14	11,05
	L-4	9,6	51,8	38,6	2,4	-136	1,98	0,12	16,93
	L-5	10,0	37,2	52,8	8,34	-157	2,82	0,17	16,32
	L-6	1,8	40,1	58,1	6,02	-184	1,43	0,11	12,67
	L-7	4,2	43,4	52,5	4,41	-108	1,42	0,12	11,43
	L-8	1,5	53,9	44,6	5,93	-77	1,55	0,13	12,12
	L-9	1,8	40,9	57,3	14,3	-182	3,09	0,21	14,52
	L-10	9,8	59,3	31,0	5,68	-184	1,68	0,14	12,25
	L-11	46,3	43,0	10,7	10,86	-42	2,08	0,17	12,07
Artibai	A-1	13,5	48,0	38,5	11,7				
	A-3	2,1	45,0	52,9	10,0				
	A-4	37,1	49,6	13,3	6,1		2,53	0,16	15,40
	A-5	1,4	55,5	43,1	8,0		2,73	0,20	13,70
	A-6	32,6	67,1	0,2	4,6		0,60	0,04	16,40
	A-7	1,0	63,3	35,7	11,8		2,36	0,16	15,10
	A-8	2,1	55,8	42,1	10,6		2,48	0,19	12,80
	A-9	3,2	54,2	42,7	8,2		2,81	0,22	13,00
	A-10	37,1	58,5	4,3	4,6		2,99	0,21	14,40
	A-11	0,5	61,0	38,5	8,0		2,42	0,18	13,50
	Deba	D-1	19,64	57,59	22,77	9,22	28	3,73	0,22
D-2		0,08	3,93	96,00	20,41	-13	6,47	0,35	18,28
D-3		32,27	67,68	0,05	3,52	359	3,74	0,13	29,26
D-4		0,29	52,06	47,66	7,51	45	2,22	0,14	16,46
D-5		0,82	55,59	43,59	9,60	351	3,95	0,24	16,43
D-6		6,77	61,22	32,02	8,58	505	3,01	0,16	18,38
D-7		0,22	54,96	44,82	7,97	309	2,56	0,15	16,66
D-8		0,05	54,55	45,39	7,71	150	2,50	0,16	15,73
D-9		2,27	39,23	58,50	7,86	357	1,94	0,13	14,42
D-10		0,11	58,73	41,16	10,28	301	2,18	0,16	13,38
D-11		30,64	69,17	0,19	3,37	28	3,24	0,08	41,00
D-12		3,20	47,44	49,36	11,64	-162	4,31	0,20	21,94
D-13		4,11	95,89	0,00	2,31	-195	4,00	0,17	23,39
D-14		17,35	82,59	0,06	3,95	91	2,80	0,07	41,42
D-15		0,32	99,68	0,00	3,63	-69	2,85	0,08	34,02

Urola	U-1	0,27	74,59	25,13	7,04	468	2,77	0,13	20,94
	U-2	3,51	60,33	36,17	9,79	458	2,79	0,16	17,44
	U-3	2,42	72,75	24,83	10,35	474	2,53	0,17	21,01
	U-4	0,05	85,52	14,43	10,02	460	3,51	0,18	19,24
	U-5	0,00	74,25	25,75	10,23	503	3,44	0,16	21,84
	U-6	0,76	58,93	40,31	16,91	307	4,65	0,29	16,29
	U-7	0,01	71,04	28,96	11,24	8	4,24	0,18	23,00
	U-8	0,01	65,39	34,60	12,16	224	3,49	0,19	17,94
	U-9	0,17	52,69	47,14	11,97	130	3,65	0,20	18,71
	U-10	2,51	61,67	35,82	10,58	288	3,26	0,19	16,72
	U-11	0,07	68,92	31,02	5,41	90	3,14	0,19	16,42
	U-12	0,37	45,50	54,14	5,41	90	2,55	0,17	15,22
	U-13	0,62	40,62	58,76	8,49	120	1,96	0,14	14,20
	U-14	0,31	57,56	42,13	7,08	210	1,65	0,13	13,15
	U-15	46,25	47,49	6,27	7,09	-33	3,21	0,21	15,14
	U-16	0,55	48,49	50,96	13,22	-83	4,20	0,18	23,77
	U-17	4,08	73,83	22,08	11,52	8	3,39	0,15	22,72
	U-18	28,22	54,76	17,01	9,95	-50	3,40	0,13	25,18
	U-19	6,95	29,71	63,33	14,62	-63	3,68	0,25	14,78
	U-20	1,42	31,51	67,06	9,57	68	2,26	0,15	15,05
	U-21	4,43	32,51	63,06	10,58	-22	3,36	0,21	16,05
	U-22	2,76	22,75	74,49	12,82	5	3,18	0,22	14,41
	U-23	5,37	37,82	56,80	11,93	-130	3,26	0,18	18,28
	U-24	0,39	56,61	43,00	14,22	96	3,43	0,12	28,53
	U-25	0,02	42,23	57,75	11,42	0	3,45	0,12	27,80
	U-26	0,08	53,07	46,86	6,50	267	2,32	0,10	23,89
	U-27	0,11	69,33	30,56	6,89	334	3,08	0,14	22,75
	U-28	1,47	97,75	0,78	4,62	290	3,69	0,17	22,29
	U-29	0,01	78,29	21,70	16,03	-57	4,15	0,20	20,37
	U-30	0,00	99,95	0,05	3,95	388	4,18	0,06	74,99
Oria	O-1								
	O-2								
	O-3								
	O-4								
	O-5	1,11	25,45	73,44	16,61	38	4,72	0,28	16,92
	O-6	0,07	45,92	54,01	10,32	-135	3,11	0,16	19,46
	O-7	4,31	95,51	0,18	2,92	315	3,09	0,13	23,28
	O-8	20,33	79,62	0,05	2,82	318			
	O-9	0,96	34,10	64,94	13,13	-66	3,22	0,17	18,44
	O-10	6,12	92,66	1,21	3,42	47	3,99	0,22	18,48
	O-11	0,28	12,45	87,27	14,94	-99	4,11	0,25	16,21
	O-12	5,78	34,25	59,97	10,78	-75	4,43	0,23	18,90
	O-13	1,38	37,53	61,09	15,24	-32	5,76	0,31	18,83
	O-14	5,11	29,08	65,81	10,03	-5	3,91	0,21	18,76
	O-15	2,59	37,85	59,56	15,28	5	5,91	0,31	18,98
	O-16	6,75	86,81	6,44	10,32	-110	4,17	0,18	23,79
	O-17	0,56	34,12	65,32	11,47	10	3,42	0,18	19,20
	O-18	1,45	27,60	70,96	10,78	-52	3,09	0,17	17,83
	O-19	0,27	4,45	95,28	16,79	-48	3,31	0,21	15,38
	O-20	11,63	88,18	0,20	6,75	99	4,57	0,13	34,83
	O-21	1,99	68,29	29,72	7,19	-160	3,67	0,17	21,63
	O-22	1,32	25,11	73,57	16,89	-50	4,07	0,24	17,19
	O-23	5,12	62,58	32,31	11,10	-124	5,10	0,24	21,49
	O-24	3,49	94,82	1,69	5,55	-95	2,81	0,092	30,68
	O-25	0,68	98,51	0,82	3,97	285	2,05	0,087	23,52
	O-26	0,28	99,59	0,13	5,16	302	5,11	0,18	28,25
Urumea	UR-1	0,08	95,85	4,06	4,45	440	2,41	0,17	14,28
	UR-2	18,95	71,85	9,20	5,00	114	2,98	0,20	14,59
	UR-3	0,17	65,24	34,60	9,50	180	3,14	0,18	17,68
	UR-4	0,60	56,44	42,96	10,22	326	4,10	0,26	15,49
	UR-5	2,89	35,92	61,20	12,46	132	3,61	0,18	19,61
	UR-6	3,12	28,55	68,33	18,22	-2	3,09	0,07	47,49
	UR-7	14,62	47,39	38,00	13,95	-6	4,75	0,20	23,97
	UR-8	0,34	93,97	5,69	5,16		1,99	0,07	29,10
	UR-9	26,79	71,44	1,77	4,65		2,27	0,08	28,79
	UR-10	0,36	99,60	0,04	2,77				
	UR-11	0,95	99,05	0,01	2,67				

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)

Oíartzun	OI-1	12,87	39,78	47,35	9,13	-28	2,35	0,14	17,23
	OI-2	2,21	97,54	0,25	6,22	-35	2,80	0,09	31,70
	OI-3	17,80	53,39	28,82	20,32	4	4,46	0,24	18,54
	OI-4	0,95	97,98	1,07	6,51	-181	2,23	0,08	26,69
	OI-5	28,94	69,54	1,51	10,94	-11	2,23	0,11	19,95
	OI-6	29,68	67,39	2,93	8,12	-91	3,78	0,21	17,62
	OI-7	67,33	32,67	0,00	30,79	65	5,89	0,24	24,18
	OI-8	0,32	25,44	74,23	17,30	-106	5,35	0,17	31,48
	OI-9	4,39	46,62	49,00	15,27	-140	4,78	0,09	55,54
	OI-10	0,06	28,05	71,89	11,88	-114	2,46	0,09	26,13
	OI-11	0,17	29,29	70,55	30,19	-76	4,13	0,09	43,95
	OI-12	0,13	24,25	75,62	15,74	-177	9,65	0,24	39,72
	OI-13	1,44	33,43	65,13	13,19	-205	6,08	0,14	44,54
	OI-14	2,18	38,65	59,18	13,94	-48	7,14	0,18	40,53
	OI-15	15,33	73,97	10,70	10,46	-158	3,33	0,19	17,34
	OI-16	19,65	45,64	34,71	17,54	-198	4,71	0,21	22,00
	OI-17	39,97	58,98	1,05	12,85	-216	3,10	0,17	17,90
	OI-18	1,54	31,75	66,71	19,30	-140	5,34	0,15	35,91
	OI-19	0,03	7,48	92,49	14,78	-135	8,58	0,26	33,58
	OI-20	0,01	12,78	87,22	15,44	-130	7,35	0,22	32,85
	OI-21	0,89	9,97	89,13	16,79	-100	8,04	0,22	37,26
	OI-22	5,44	32,84	61,73	16,61	-93	4,89	0,12	41,06
	OI-23	0,59	15,99	83,42	19,27	-208	5,68	0,16	35,39
	OI-24	0,01	22,10	77,88	17,29	-69	4,90	0,12	42,08
	OI-25	0,34	38,03	61,63	9,41	-92	3,09	0,07	44,51
	OI-26	2,03	79,15	18,82	9,88	-170	3,20	0,07	43,18
	OI-27	0,03	14,67	85,30	19,63	-140	5,75	0,17	32,90
	OI-28	0,16	71,22	28,62	8,64	-130	1,67	0,03	55,56
	OI-29	1,11	33,88	65,01	18,51	-100	5,45	0,21	25,51
	OI-30	70,90	22,98	6,13	14,78	-102	5,88	0,20	29,61
	OI-31	0,81	16,36	82,83	18,06	-128	5,32	0,21	25,91
	OI-32	0,28	25,81	73,91	17,71	-196	7,31	0,29	24,93
	OI-33	0,15	13,96	85,88	15,06	-255	4,91	0,18	27,17
	OI-34	1,21	19,57	79,22	22,51	-198	6,53	0,23	28,05
	OI-35	4,16	44,88	50,96	24,78	-146	9,69	0,41	23,69
	OI-37	2,62	56,89	40,48	19,12	-136	3,13	0,06	54,52
	OI-38	0,11	99,38	0,51	12,95	-70	1,70	0,03	59,49
	OI-39	0,50	98,72	0,78	14,09	18	1,83	0,03	61,77
	OI-40	0,00	99,98	0,02	7,83	10	1,22	0,01	89,06
	Bidassoa	BI-1	2,08	68,62	29,29	14,54	390	2,33	0,15
BI-2		0,32	87,58	12,10	9,80	236	5,76	0,30	19,35
BI-3		40,18	38,85	20,97	4,01	320	1,54	0,08	19,35
BI-4		0,08	99,36	0,55	2,67	405	1,69	0,08	20,01
BI-5		5,20	43,75	51,04	15,35	85	3,36	0,19	17,63
BI-6		49,67	34,76	15,57	4,82	295	3,32	0,17	19,50
BI-7		16,16	83,45	0,38	3,07	400	2,51	0,13	20,02
BI-8		0,15	62,36	37,49	8,72	-335	3,45	0,24	14,54
BI-9		0,12	26,92	72,95	10,17	-285	2,76	0,16	17,31
BI-10		1,35	57,86	40,79	9,32	-296	3,25	0,18	18,45
BI-12		0,25	53,48	46,27	9,17	-309	2,85	0,19	15,01
BI-13		20,27	44,32	35,41	5,20	-341	2,94	0,16	18,85
BI-14		0,28	48,35	51,37	5,70		2,06	0,11	18,31
BI-15		5,63	63,83	30,54	11,00		4,76	0,26	18,67
BI-16		26,37	34,90	38,73	4,20	126	4,04	0,21	18,99
BI-17		35,66	20,48	43,86	8,84	75	2,93	0,16	18,38
BI-18		1,57	35,24	63,19	6,01	-260	3,58	0,23	15,40
BI-19		0,22	66,01	33,77	10,41		4,17	0,22	18,60
BI-20		0,07	15,78	84,14	7,83		3,00	0,17	17,67
BI-21		2,31	19,57	78,12	5,19		2,22	0,12	18,98
BI-22		3,56	56,01	40,43	3,50		2,26	0,12	18,74
BI-23		10,99	59,29	29,72	6,71	-135	3,52	0,21	16,92
BI-24		5,83	43,94	50,23	6,53		2,73	0,23	12,01
BI-25		4,62	43,68	51,70	5,29	7	2,69	0,15	18,32
BI-26		17,41	45,56	37,03	3,76	45	2,53	0,13	18,84
BI-27		0,77	36,38	62,85	10,15	-425	3,08	0,22	13,82
BI-28		0,43	48,61	50,96	12,48		3,26	0,21	15,74
BI-29		0,55	31,81	67,64	14,33	-433	3,24	0,19	17,15
BI-30		2,15	13,58	84,27	19,40	-333	2,28	0,14	16,09
BI-31		2,99	22,13	74,88	32,50	-409	3,64	0,24	15,06
BI-32		0,22	16,88	82,90	15,72	-350	2,04	0,12	16,49
BI-33		2,15	20,53	77,33	20,95	-393	2,63	0,16	16,19
BI-34		0,18	7,30	92,52	18,04	-353	1,97	0,12	15,93
BI-35		10,75	64,59	24,66	21,97	-425	2,59	0,15	17,48
BI-36		0,15	4,16	95,68	22,35	-325	2,17	0,14	15,37
BI-37		0,25	99,40	0,35	2,00	329	2,71	0,14	19,29

BI-38	0,08	21,12	78,80	12,68		1,90	0,11	16,90
BI-39	0,11	17,64	82,24	17,48		2,19	0,13	16,35
BI-40	0,13	99,23	0,64	3,05		2,59	0,04	58,79
BI-41	1,22	10,39	88,39	15,04	-176	1,85	0,11	16,36
BI-42	1,56	88,10	10,34	5,04	-276	3,28	0,17	19,35
BI-43	0,35	27,75	71,90	7,34	-338	1,60	0,09	17,54
BI-44	0,35	80,80	18,85	3,41	-229	4,92	0,25	19,43
BI-45	0,26	47,18	52,57	5,56	-342	2,00	0,11	18,28
BI-46	3,88	96,01	0,11	3,37	299	1,87	0,09	20,02
BI-47	1,97	20,02	78,01	15,21		2,13	0,13	16,71
BI-48	0,16	26,71	73,13	17,10		3,94	0,20	19,97
BI-49	0,12	4,38	95,50	14,36		2,48	0,15	16,17
BI-50	8,49	91,39	0,12	10,88	337	2,48	0,13	19,67
BI-51	2,61	97,09	0,31	3,60		1,55	0,08	20,01
BI-52	7,43	91,21	1,37	3,43	178	1,38	0,07	19,98
BI-53	0,26	75,97	23,77	4,27	36	2,86	0,08	33,63
BI-54	0,31	74,54	25,15	5,80	95	3,42	0,09	37,51

Tabla A2. Concentración de metales pesados (mg kg⁻¹ de peso seco) en los sedimentos superficiales de los estuarios de la costa vasca.

Estación		As	Cd	Cu	Cr	Fe (mg kg ⁻¹)	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Barbadun	M-1	2,0	0,21	60	9	97900	0,10	2300	24	66	200
	M-5	13,0	0,15	92	19	103500	0,20	2610	41	65	252
	M-10	13,0	0,22	125	19	97900	0,24	2230	44	65	212
	M-11	11,0	0,16	60	21	60200	< 0,05	1280	30	49	205
Nerbioi	N-1	6,5	0,21	193	284	38600	0,76	419	57	124	368
	N-7	6,9	0,34	116	195	35900	0,41	449	53	94	410
	N-11	13,0	5,90	135	202	40400	1,70	385	48	167	821
	N-13	13,0	18,00	192	175	35000	1,80	337	47	318	2090
	N-16	17,0	7,10	194	152	37500	3,70	300	49	272	1010
	N-17	9,8	0,44	46	53	30900	1,60	381	26	73	221
	N-19	9,3	3,00	88	109	36600	1,50	309	39	124	388
	N-21	34,0	12,00	154	196	28700	4,80	215	86	358	792
	N-23	9,5	3,10	112	127	31700	1,00	271	38	121	506
	N-26	12,0	4,10	319	164	77800	7,10	944	62	198	875
	N-29	16,0	5,90	160	190	45800	2,10	276	45	190	778
	N-30	20,0	5,00	161	127	36200	2,10	273	36	192	700
	N-33	49,0	13,00	324	206	47000	6,80	319	46	420	1360
	N-35	13,0	1,80	80	130	35000	1,00	232	38	105	388
	N-37	210,0	9,00	561	216	95900	12,00	870	44	1380	1510
	N-38	30,0	11,00	180	155	58000	1,80	387	42	245	941
	N-44	17,0	3,70	122	142	32500	1,40	352	39	148	635
	N-45	58,0	1,80	111	52	50700	1,90	437	39	216	412
	N-48	100,0	3,10	219	75	61700	5,10	458	32	344	603
	N-51	58,0	2,40	165	84	52400	1,80	467	30	220	695
N-53	31,0	3,00	131	90	39100	1,90	536	34	188	602	
N-55	18,0	0,35	71	49	100600	0,70	1740	26	86	258	
N-60	31,0	0,26	64	38	102300	0,97	1550	22	81	259	
N-64	31,0	0,31	50	29	53500	0,66	938	19	81	242	
N-66	19,0	0,28	51	41	32200	0,86	592	29	95	231	
Butroi	B-1	17,0	0,16	15	18	31150	0,40	836	13	59	170
	B-5	6,1	0,05	3	3	3620	0,38	183	4	8	21
	B-8	4,2	0,08	5	4	5240	0,40	244	5	12	29
	B-11	3,3	0,03	4	2	3620	0,53	186	4	7	21
	B-15	2,8	0,04	3	2	3980	0,69	199	4	9	24
	B-17	2,5	0,02	5	3	5120	0,45	155	4	8	32
	B-21	8,9	0,20	38	26	23390	0,84	199	21	77	201
	B-23	2,4	0,04	6	3	13080	0,57	152	6	12	138
	B-26	3,6	0,05	35	8	14250	0,57	83	14	53	62

Okia	OK-1	18,0	0,18	2	5	11850	0,55	98	6	12	32
	OK-3	20,0	0,03	2	6	13610	0,54	112	6	13	34
	OK-7	19,0	0,03	1	5	11620	0,48	92	6	13	28
	OK-12	21,0	0,23	32	59	28900	0,78	286	26	96	151
	OK-13	21,0	0,23	29	52	29230	0,68	287	31	103	166
	OK-16	20,0	0,05	5	8	14070	0,64	137	9	15	42
	OK-17	21,0	0,02	5	6	14400	0,67	113	7	17	31
	OK-19	16,0	0,20	22	40	21580	0,45	81	24	86	105
	OK-22	23,0	0,18	25	48	28380	0,62	213	27	84	140
	OK-28	19,0	0,17	21	43	21630	0,79	182	21	65	104
	OK-29	15,0	0,27	26	68	25760	0,49	255	29	64	99
	OK-34	18,0	0,26	29	66	26320	0,49	125		83	126
	OK-37	17,0	0,31	34	71	27430	0,61	236	33	80	122
	OK-38	16,0	0,18	25	59	23980	0,48	199	28	64	121
	OK-43	17,0	0,18	27	61	26570	0,78	174	30	60	94
	OK-44	20,0	0,13	21	49	31490	0,66	212	30	78	108
	OK-49	19,0	0,21	34	74	33210	0,61	198	36	76	110
OK-50	23,0	0,12	27	63	39710	1,20	158	37	84	141	
OK-52	16,0	0,27	45	93	34580	0,30	238	43	86	217	
OK-54	12,0	0,22	30	90	34490	0,47	629	45	68	245	
Lea	L-2	17,0	0,03	5	10	18000	<0,05	137	10	23	38
	L-5	14,0	0,21	39	23	28800	0,31	178	23	53	142
	L-9	14,0	0,15	184	28	33100	0,54	122	26	88	330
	L-11	13,0	0,05	32	28	49300	0,26	368	29	55	102
Artibai	A-1	12,8	1,72	133	8		0,06		30	46	206
	A-3	9,9	1,82	95	8		0,03		25	40	177
	A-4	25,0	0,32	178	42	51880	2,00	283	38	407	374
	A-6	9,8	0,11	30	20	51410	0,81	523	21	47	151
	A-8	10,0	0,31	77	43	34790	0,26	254	30	112	235
	A-11	8,7	0,35	72	39	33260	0,27	748	28	92	203
Deba	D-1	14,0	1,30	231	319	41540	0,58	370	136	117	1218
	D-5	10,0	1,60	507	337	42850	0,50	683	171	465	2798
	D-9	13,0	1,10	152	192	49760	0,74	730	101	135	592
	D-12	16,0	0,86	185	292	40950	0,40	381	133	115	1153
	D-14	14,0	1,00	147	201	79400	0,28	1207	140	135	620
Urola	U-2	11,0	0,89	60	70	47410	0,51	565	51	156	576
	U-6	9,6	0,68	66	84	45020	0,40	1034	75	195	535
	U-10	11,0	0,77	67	74	39550	0,36	719	67	157	417
	U-13	14,0	0,51	41	42	37730	0,23	184	42	95	220
	U-16	17,0	1,30	65	62	40090	0,80	62	54	204	978
	U-19	12,0	0,89	68	38	31090	0,27	182	32	136	807
	U-21	13,0	1,60	75	60	31880	0,40	172	43	139	777
	U-24	23,0	0,84	50	57	37700	0,35	276	39	120	340
	U-29	20,0	0,54	57	78	39640	0,49	446	63	168	422

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)

Oria	O-5	11,0	0,68	102	47	36050	0,72	331	38	78	356
	O-10	12,0	0,58	105	60	38380	0,42	334	42	92	339
	O-14	11,0	0,05	77	42	34750	0,43	222	34	83	284
	O-17	12,0	0,62	77	41	33400	0,28	231	34	80	314
	O-20	17,0	0,70	131	104	52420	0,52	577	61	109	349
	O-22	13,0	0,67	88	46	35410	0,31	213	36	86	330
	O-24	14,0	0,49	71	62	35290	0,58	301	36	68	244
	O-26	22,0	0,82	101	64	44000	0,69	386	39	142	386
Urumea	UR-1	21,0	0,05	170	136	73560	1,00	1278	72	221	519
	UR-4	26,0	0,05	104	157	45280	1,50	1078	41	238	520
	UR-6	22,0	1,20	114	193	47500	2,20	611	49	219	694
	UR-8	32,0	1,10	107	125	65910	2,40	1175	48	112	681
Oiartzun	OI-1	13,0	0,20	26	35	29300	0,17	690	27	99	167
	OI-4	25,0	4,00	142	71	70680	1,30	1970	46	930	2260
	OI-6	24,0	3,10	2178	75	44650	0,67	532	49	538	2530
	OI-12	19,0	2,70	233	63	38040	0,90	550	34	235	1418
	OI-14	32,0	5,40	337	107	44400	2,40	532	59	525	2200
	OI-15	16,0	0,58	157	62	43880	1,60	309	43	214	391
	OI-17	20,0	0,60	102	56	43840	0,62	185	30	211	355
	OI-19	21,0	3,10	233	69	34340	0,98	393	39	321	1353
	OI-23	18,0	2,50	174	79	26890	1,40	202	31	184	689
	OI-28	8,5	0,71	34	25	15990	0,44	173	13	50	211
	OI-30	71,0	6,90	555	135	80890	11,00	340	84	3920	3145
	OI-33	30,0	3,80	312	117	30250	4,70	192	43	506	1146
	OI-35	11,0	1,30	239	96	33700	1,30	284	49	290	940
	OI-37	15,0	0,77	74	50	21380	1,30	268	18	121	424
Bidasoa	BI-1	10,0	0,25	35	26	33810	0,16	614	25	56	155
	BI-8	12,0	0,52	65	41	35040	0,20	334	32	93	256
	BI-12	12,0	0,82	84	42	37900	0,42	274	36	112	269
	BI-16	18,0	1,40	144	121	47450	1,30	416	112	293	577
	BI-18	18,0	1,60	125	79	45700	0,60	425	55	301	617
	BI-20	13,0	0,85	87	42	34910	0,30	328	31	149	347
	BI-21	15,0	0,63	108	44	32600	0,35	267	31	194	353
	BI-23	17,0	1,10	207	90	35300	0,89	235	61	330	564
	BI-24	13,0	1,50	422	86	31240	0,80	230	64	617	1139
	BI-27	12,0	1,50	323	70	27900	0,36	218	54	501	879
	BI-28	11,0	1,40	216	54	26040	0,29	235	38	535	704
	BI-35	9,4	0,39	53	30	29540	0,16	267	26	96	188
	BI-37	7,0	0,21	28	22	17920	0,10	383	16	65	87
	BI-38	10,0	0,53	62	34	22310	0,18	203	22	92	191
	BI-40	11,0	0,99	59	27	24700	0,73	305	20	65	148
	BI-42	15,0	0,78	81	39	30280	0,33	297	28	185	315
	BI-48	15,0	0,17	66	42	31140	0,25	247	29	120	245
	BI-53	20,0	0,60	33	32	27680	0,14	396	25	78	140
BI-54	14,0	0,26	22	25	19540	0,18	219	16	55	108	

Tabla A3. Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales de los estuarios de la costa vasca según los Índices de Carga Contaminante (ICC) (Müller, 1979) Se presenta la clasificación por metal, estación y estuario. CE: contaminación extrema; CF: contaminación fuerte; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado.

Estación	As	Cd	Cu	Cr	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	Global	
Barbadun	M-1	CL	NC	C	NC	C	NC	CF	CL	CL	CL	CL
	M-5	C	NC	C	CL	C	CL	CF	C	CL	CL	CL
	M-10	C	NC	C	CL	C	CL	CF	C	CL	CL	CL
	M-11	C	NC	C	CL	C	NC	C	CL	CL	CL	CL
	Tot.	C	NC	C	CL	C	NC	C	CL	CL	CL	CL
Nerbioi	N-1	C	NC	C	CF	CL	C	CL	C	C	CL	C
	N-7	C	CL	C	CF	CL	CL	CL	C	CL	CL	C
	N-11	C	CF	C	CF	CL	CF	CL	C	C	C	C
	N-13	C	CE	C	CF	CL	CF	CL	C	C	C	C
	N-16	C	CF	C	CF	CL	CF	CL	C	C	C	C
	N-17	C	CL	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL
	N-19	C	C	C	C	CL	C	CL	C	C	CL	C
	N-21	CF	CF	C	CF	CL	CF	CL	C	C	C	C
	N-23	C	C	C	C	CL	C	CL	C	C	CL	C
	N-26	C	CF	CF	CF	C	CE	C	C	C	C	C
	N-29	C	CF	C	CF	CL	CF	CL	C	C	C	C
	N-30	C	CF	C	C	CL	CF	CL	CL	C	C	C
	N-33	CF	CF	CF	CF	CL	CE	CL	C	CF	C	C
	N-35	C	C	C	C	CL	C	CL	C	C	CL	C
	N-37	CE	CF	CF	CF	C	CE	C	C	CF	C	CF
	N-38	CF	CF	C	CF	C	CF	CL	C	C	C	C
	N-44	C	C	C	CF	CL	C	CL	C	C	C	C
	N-45	CF	C	C	C	CL	CF	CL	C	C	CL	C
	N-48	CE	C	CF	C	C	CF	CL	CL	C	C	C
	N-51	CF	C	C	C	CL	CF	CL	CL	C	C	C
N-53	CF	C	C	C	CL	CF	C	CL	C	C	C	
N-55	C	CL	C	C	C	C	C	CL	CL	CL	C	
N-60	CF	NC	C	C	C	C	C	CL	CL	CL	C	
N-64	CF	NC	CL	CL	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	
N-66	C	NC	CL	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	
Tot.	C	C	C	C	CL	CF	CL	C	C	C	C	
Butroi	B-1	C	NC	NC	CL	CL	CL	C	CL	CL	NC	CL
	B-5	C	NC	NC	NC	NC	CL	CL	NC	NC	NC	NC
	B-8	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	NC	NC	NC	NC
	B-11	CL	NC	NC	NC	NC	C	CL	NC	NC	NC	NC
	B-15	CL	NC	NC	NC	NC	C	CL	NC	NC	NC	NC
	B-17	CL	NC	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC
	B-21	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL
	B-23	CL	NC	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC
	B-26	CL	NC	NC	C	NC	C	NC	CL	CL	NC	NC
	Tot.	CL	NC	NC	NC	NC	C	CL	NC	NC	NC	NC

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)

Oka	OK-1	C	NC	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC
	OK-3	C	NC	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC
	OK-7	C	NC	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC
	OK-12	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
	OK-13	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	C	NC	CL
	OK-16	C	NC	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC
	OK-17	C	NC	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC
	OK-19	C	NC	CL	C	CL	C	NC	CL	CL	NC	CL
	OK-22	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
	OK-28	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
	OK-29	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
	OK-34	C	NC	CL	C	CL	C	NC	NC	CL	NC	CL
	OK-37	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
	OK-38	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
	OK-43	C	NC	CL	C	CL	C	NC	CL	CL	NC	CL
	OK-44	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
	OK-49	C	NC	CL	C	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
OK-50	C	NC	CL	C	CL	C	NC	C	CL	NC	CL	
OK-52	C	NC	CL	C	CL	CL	CL	C	CL	CL	CL	
OK-54	C	NC	CL	C	CL	C	C	C	CL	CL	CL	
Tot.	C	NC	NC	C	CL	C	CL	CL	CL	CL	NC	CL
Lea	L-2	C	NC									
	L-5	C	NC	CL	NC	CL						
	L-9	C	NC	C	CL	CL	C	NC	CL	CL	CL	CL
	L-11	C	NC	CL	NC	CL						
	Tot.	C	NC	CL	NC							
Artibai	A-1	C	C	C	NC		NC		CL	CL	CL	CL
	A-3	C	C	C	NC		NC		CL	CL	CL	CL
	A-4	CF	NC	C	C	CL	CF	CL	C	C	CL	C
	A-6	C	NC	CL	CL	CL	C	CL	CL	CL	NC	CL
	A-8	C	NC	C	C	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL
	A-11	C	CL	C	C	CL	CL	C	CL	CL	CL	CL
	Tot.	C	CL	C	CL							
Deba	D-1	C	C	CF	CF	CL	C	CL	C	C	C	C
	D-5	C	C	CF	CF	CL	C	C	CF	CF	CF	C
	D-9	C	C	C	CF	CL	C	C	C	C	C	C
	D-12	C	CL	C	CF	CL	CL	CL	C	C	C	C
	D-14	C	C	C	CF	C	CL	C	C	C	C	C
	Tot.	C	C	CF	CF	CL	C	C	C	C	C	C

Urola	U-2	C	CL	C	C	CL	C	C	C	C	C	C
	U-6	C	CL	C	C	CL	CL	C	C	C	C	C
	U-10	C	CL	C	C	CL	CL	C	C	C	CL	C
	U-13	C	CL	CL	C	CL	CL	CL	C	CL	CL	CL
	U-16	C	C	C	C	CL	C	NC	C	C	C	C
	U-19	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	C	C	CL
	U-21	C	C	C	C	CL	CL	NC	C	C	C	C
	U-24	C	CL	CL	C	CL	CL	CL	C	C	CL	C
	U-29	C	CL	C	C	CL	C	CL	C	C	CL	C
	Tot.	C	CL	C	C	CL	CL	CL	C	C	CL	C
Oria	O-5	C	CL	C	C	CL	C	CL	C	CL	CL	C
	O-10	C	CL	C	C	CL	CL	CL	C	CL	CL	C
	O-14	C	NC	C	C	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL
	O-17	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
	O-20	C	CL	C	C	CL	C	C	C	C	CL	C
	O-22	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
	O-24	C	CL	C	C	CL	C	CL	CL	CL	CL	CL
	O-26	C	CL	C	C	CL	C	CL	C	C	CL	C
	Tot.	C	CL	C	C	CL	C	CL	C	CL	CL	CL
Urumea	UR-1	C	NC	C	CF	C	C	C	C	C	CL	C
	UR-4	CF	NC	C	CF	CL	C	C	C	C	CL	C
	UR-6	C	C	C	CF	CL	CF	C	C	C	C	C
	UR-8	CF	C	C	C	C	CF	C	C	C	C	C
	Tot.	CF	NC	C	CF	CL	C	C	C	C	C	C
Oiartzun	OI-1	C	NC	CL	C	CL	CL	C	CL	CL	NC	CL
	OI-4	CF	CF	C	C	C	C	C	C	CF	CF	C
	OI-6	CF	C	CE	C	CL	C	C	C	CF	CF	C
	OI-12	C	C	CF	C	CL	C	C	CL	C	C	C
	OI-14	CF	CF	CF	C	CL	CF	C	C	CF	CF	C
	OI-15	C	CL	C	C	CL	C	CL	C	C	CL	C
	OI-17	C	CL	C	C	CL	C	CL	CL	C	CL	C
	OI-19	C	C	CF	C	CL	C	CL	C	C	C	C
	OI-23	C	C	C	C	CL	C	CL	CL	C	C	C
	OI-28	C	CL	CL	CL	NC	C	NC	CL	CL	CL	CL
	OI-30	CF	CF	CF	CF	C	CE	CL	C	CE	CF	CF
	OI-33	CF	C	CF	C	CL	CF	CL	C	CF	C	C
	OI-35	C	C	CF	C	CL	C	CL	C	C	C	C
	OI-37	C	CL	C	C	CL	C	CL	CL	C	CL	C
Tot.	C	C	C	C	CL	C	CL	CL	C	C	C	

Bidasoa	BI-1	C	NC	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL	NC	CL
	BI-8	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
	BI-12	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL
	BI-16	C	C	C	C	CL	C	CL	C	C	C	C
	BI-18	C	C	C	C	CL	C	CL	C	C	C	C
	BI-20	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL
	BI-21	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	C	CL	C
	BI-23	C	C	C	C	CL	C	CL	C	C	C	C
	BI-24	C	C	CF	C	CL	C	CL	C	CF	C	C
	BI-27	C	C	CF	C	CL	CL	CL	C	CF	C	C
	BI-28	C	C	C	C	CL	CL	CL	C	CF	C	C
	BI-35	C	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
	BI-37	C	NC	CL	CL	NC	NC	CL	CL	CL	CL	NC
	BI-38	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
	BI-40	C	C	C	CL	CL	C	CL	CL	CL	CL	NC
	BI-42	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL
	BI-48	C	NC	C	C	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL
BI-53	C	CL	CL	CL	CL	NC	CL	CL	CL	CL	NC	
BI-54	C	NC	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	NC	
Tot.	C	CL	C	C	CL	CL	CL	CL	CL	C	CL	CL

Tabla A4. Concentración de PCBs ($\mu\text{g kg}^{-1}$ peso seco) en los sedimentos superficiales de los estuarios de la costa vasca.

Estación		CB28	CB52	CB105	CB105	CB118	CB138	CB153	CB156	CB180	ΣPCB
		$(\mu\text{g kg}^{-1})$									
Barbadun	M-1	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	M-5	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	3,3	1,8	7,5	<0,9	18,6
	M-10	<1,0	<1,0	0,8	<1,3	<1,0	5,4	1,0	1,8	<0,9	14,2
	M-11	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	4,9	5,1	1,6	6,8	23,4
Nerbioi	N-1	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	1,2	<1,0	<0,9	2,7	10,9
	N-7	<1,0	<1,0	11,3	<1,3	<1,0	35,9	36,1	11,7	44,4	143,6
	N-11	1,6	1,2	5,5	<1,3	<1,0	10,9	11,9	3,4	12,8	49,6
	N-13	6,4	5,4	16,5	<1,3	<1,0	43,1	42,1	13,3	44,2	173,2
	N-16	8,6	9,6	23,6	<1,3	<1,0	49,3	49,4	15,0	<0,9	158,6
	N-17	<1,0	2,5	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	10,4
	N-19	3,0	2,6	10,9	<1,3	<1,0	30,3	30,4	10,0	36,8	126,3
	N-21	2,1	5,1	1,1	<1,3	<1,0	2,3	1,9	<0,9	2,1	17,9
	N-23	1,7	1,4	13,3	<1,3	<1,0	40,1	40,0	12,9	50,7	162,3
	N-29	6,6	8,4	44,8	<1,3	<1,0	13,7	136,2	42,6	<0,9	255,5
	N-30	6,3	8,0	37,5	<1,3	<1,0	41,4	102,4	34,8	129,5	362,3
	N-33	9,0	8,6	20,8	<1,3	<1,0	42,1	43,0	12,9	<0,9	139,5
	N-35	1,5	1,3	12,5	<1,3	<1,0	<1,0	36,5	12,1	49,0	116,2
	N-37	2,9	3,4	5,4	<1,3	<1,0	<1,0	15,8	5,5	18,8	55,2
	N-38	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	8,9	1,1	<0,9	2,0	18,0
	N-44	<1,0	<1,0	2,1	<1,3	<1,0	1,8	10,4	3,2	12,7	34,4
	N-45	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	N-48	<1,0	<1,0	0,9	<1,3	<1,0	9,9	2,6	<0,9	3,2	21,8
	N-51	6,9	6,9	19,4	<1,3	<1,0	75,7	51,4	16,2	54,7	233,4
	N-53	4,4	4,4	23,1	<1,3	<1,0	42,1	72,0	22,2	80,1	250,5
N-55	<1,0	<1,0	2,7	<1,3	<1,0	<1,0	12,1	2,9	13,2	36,2	
N-57	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	2,0	<1,0	<0,9	1,1	10,1	
N-60	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	4,7	4,8	1,4	6,1	22,0	
N-62	<1,0	<1,0	4,8	<1,3	<1,0	14,9	15,6	4,5	16,8	60,8	
N-64	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	3,1	3,2	<0,9	3,8	16,1	
N-66	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9	
Butroi	B-1	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	B-5	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	B-8	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	B-11	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	B-15	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	B-17	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	B-21	<1,0	<1,0	1,0	1,7	<1,0	4,4	4,4	2,1	5,5	22,1
	B-23	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	B-26	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	1,1	<1,0	1,7	1,6	10,5

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)

Oka	OK-1	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-3	<1,0	<1,0	0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-7	<1,0	<1,0	0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-12	<1,0	<1,0	1,3	1,4	<1,0	3,0	2,7	1,3	3,4	16,1
	OK-13	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-16	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-17	<1,0	<1,0	1,1	1,9	<1,0	3,8	3,7	1,1	4,3	18,9
	OK-19	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	1,1	9,1
	OK-22	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-28	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-29	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-34	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-37	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-38	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-43	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-44	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OK-49	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
OK-50	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9	
OK-52	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9	
OK-54	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	1,3	9,3	
Lea	L-2	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	5,4	13,4
	L-5	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	2,1	2,1	1,2	2,8	13,3
	L-9	<1,0	<1,0	3,2	<1,3	<1,0	11,5	11,5	5,1	0,9	36,5
	L-11	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	1,1	1,1	<0,9	1,4	9,6
Artibai	A-1	<1,0	<1,0	1,0		<1,0	1,9	2,3		1,0	9,3
	A-3	<1,0	<1,0	1,0		<1,0	2,2	2,5		1,1	9,8
	A-4	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	1,1	1,0	<0,9	1,0	9,1
	A-6	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	A-8	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	1,8	1,9	<0,9	2,1	11,9
	A-11	<1,0	<1,0	<0,8	1,3	<1,0	3,1	3,2	1,0	3,4	15,7
Deba	D-5	3,8	<1,0	3,2	<1,3	<1,0	6,3	5,5	2,2	5,9	30,2
	D-9	<1,0	<1,0	2,0	<1,3	<1,0	5,2	4,9	1,2	5,7	23,3
	D-12	4,2	2,2	12,2	<1,3	1,8	23,6	15,7	5,1	19,7	85,8
	D-14	<1,0	<1,0	0,9	<1,3	<1,0	1,0	2,5	<0,9	1,6	11,1
Urola	U-2	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	5,3	4,1	1,3	6,8	22,6
	U-6	<1,0	<1,0	1,1	<1,3	<1,0	2,8	3,5	0,9	3,6	16,1
	U-10	<1,0	<1,0	1,7	<1,3	<1,0	2,8	3,3	1,3	3,4	16,8
	U-13	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	2,1	<0,9	1,4	10,5
	U-16	<1,0	<1,0	2,2	<1,3	3,3	3,4	3,8	<0,9	3,6	20,5
	U-19	<1,0	1,0	2,6	<1,3	<1,0	6,5	6,2	6,5	6,8	32,8
	U-21	1,1	1,2	<0,8	<1,3	<1,0	5,9	5,3	5,9	5,1	27,6
	U-24	<1,0	<1,0	0,9	<1,3	<1,0	1,4	3,5	<0,9	2,4	13,3
	U-29	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	1,2	1,6	1,2	0,9	10,0

Oria	O-5	1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	1,1	1,0	<0,9	1,0	9,1
	O-10	1,3	1,5	<0,8	<1,3	<1,0	1,5	1,2	<0,9	1,1	10,6
	O-14	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	O-17	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	O-20	1,0	1,1	<0,8	<1,3	<1,0	2,3	1,5	<0,9	<0,9	10,8
	O-22	2,2	2,6	<0,8	<1,3	<1,0	1,9	1,5	<0,9	1,2	13,4
	O-24	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	4,9	3,2	<0,9	2,2	16,3
	O-26	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
Urumea	UR-1	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	UR-4	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	3,9	3,6	<0,9	3,5	17,0
	UR-6	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	7,7	7,6	<0,9	<0,9	22,1
	UR-8	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	1,1	<0,9	<0,9	9,0
	UR-10	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
Oiartzun	OI-1	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OI-4	1,0	<1,0	1,6	<1,3	<1,0	1,4	2,2	<0,9	1,3	11,6
	OI-6	1,4	5,4	4,3	<1,3	<1,0	3,0	1,3	1,2	2,0	20,9
	OI-12	1,2	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	2,1	1,7	1,5	1,6	12,2
	OI-14	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	OI-15	<1,0	<1,0	1,1	<1,3	<1,0	1,9	2,0	1,0	2,1	12,4
	OI-17	<1,0	<1,0	1,2	<1,3	<1,0	2,0	1,9	0,9	2,3	12,6
	OI-19	<1,0	<1,0	1,0	<1,3	<1,0	2,1	2,0	1,1	2,7	13,2
	OI-23	<1,0	1,0	0,9	<1,3	<1,0	1,8	1,8	1,1	2,5	12,5
	OI-28	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	1,8	1,9	1,0	2,5	12,2
	OI-30	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	2,1	2,2	0,9	1,5	11,8
	OI-33	1,2	1,0	0,9	<1,3	<1,0	1,2	1,1	1,1	1,2	9,9
	OI-35	1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	1,2	1,1	0,9	0,9	9,2
OI-37	<1,0	<1,0	1,0	<1,3	<1,0	1,3	1,2	1,0	0,9	9,7	
Bidasoa	BI-1	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-8	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-12	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-18	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	2,6	<0,9	<0,9	10,5
	BI-20	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-21	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	2,8	<0,9	2,1	11,9
	BI-24	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-27	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-28	1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-35	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-37	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-40	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-42	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-48	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-53	<1,0	<1,0	<0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9
	BI-54	<1,0	<1,0	≥0,8	<1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<0,9	<0,9	8,9

Tabla A5. Concentración de compuestos organoclorados ($\mu\text{g kg}^{-1}$ peso seco) en los sedimentos superficiales de los estuarios de la costa vasca.

Estación	p-p' DDE	p-p' DDD	p-p' DDT	SDDT	HCB	Dieldrin	Aldrin	T-nonaclor	α HCH	γ HCH	Σ HCH	
Barbadun	M-1	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,2	0,2	0,3
	M-5	<0,6	<0,6	1,3	2,5	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,7	<0,1	0,8
	M-10	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,9	<0,1	1,0
	M-11	<0,6	<0,6	3,6	4,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	1,0	0,2	1,1
Nerbioi	N-1	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	0,8	<0,3	<0,3	<0,2	0,9	0,6	1,5
	N-7	<0,6	<0,6	1,7	2,9	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,4	0,2	0,5
	N-11	<0,6	4,7	0,7	6,0	0,3	<0,3	<0,3	<0,2	0,4	0,3	0,7
	N-13	<0,6	<0,6	2,5	3,7	2,5	<0,3	0,6	<0,2	0,5	0,5	1,0
	N-16	<0,6	3,1	2,7	6,4	2,7	<0,3	1,4	<0,2	0,9	0,6	1,5
	N-17	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	7,8	<0,3	1,8	<0,2	0,4	0,3	0,7
	N-19	1,9	1,1	1,6	4,5	1,3	<0,3	<0,3	<0,2	1,4	0,2	1,6
	N-21	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	1,4	<0,2	6,5	1,2	7,8
	N-23	<0,6	1,0	2,7	4,4	0,5	<0,3	<0,3	<0,2	1,1	0,2	1,4
	N-26	1,0			1,0							
	N-29	1,4	4,2	5,5	11,0	1,7	<0,3	<0,3	<0,2	1,1	0,4	1,4
	N-30	1,9	4,5	4,6	11,0	9,4	<0,3	0,6	<0,2	0,7	0,3	1,0
	N-33	<0,6	4,0	2,4	7,0	4,5	<0,3	0,9	<0,2	1,2	0,6	1,9
	N-35	<0,6	<0,6	1,7	2,9	2,2	<0,3	0,4	<0,2	1,2	0,2	1,3
	N-37	<0,6	<0,6	1,6	2,8	4,3	<0,3	<0,3	<0,2	0,8	0,3	1,0
	N-38	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	N-44	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,5	<0,1	0,6
	N-45	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	N-48	<0,6	<0,6	1,0	2,2	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,4	<0,1	0,5
	N-51	0,7	2,6	3,0	6,3	0,8	<0,3	0,5	<0,2	0,6	0,2	0,8
N-53	1,1	3,3	3,2	7,5	1,8	<0,3	<0,3	<0,2	0,7	0,4	1,1	
N-55	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2	
N-57	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2	
N-60	<0,6	1,2	<0,6	2,4	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,3	<0,1	0,4	
N-62	<0,6	1,0	<0,6	2,2	0,2	<0,3	<0,3	<0,2	0,3	0,2	0,5	
N-64	<0,6	<0,6	0,8	2,0	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,3	0,1	0,5	
N-66	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2	
Butroi	B-1	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	B-5	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,2	<0,1	0,3
	B-8	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,4	<0,1	0,5
	B-11	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,2	<0,1	0,3
	B-15	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,1	<0,1	0,2
	B-17	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,2	<0,1	0,3
	B-21	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	B-23	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,1	<0,1	0,2
	B-26	0,8	0,8	0,8	2,3	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,1	<0,1	0,2

Oka	OK-1	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-3	<0,6	0,6	0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-7	<0,6	0,6	0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-12	<0,6	2,9	10,1	13,6	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-13	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	0,5	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-16	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-17	<0,6	2,1	<0,6	3,3	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,1	<0,1	0,2
	OK-19	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-22	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-28	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	0,1	0,2
	OK-29	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,1	0,1	0,2
	OK-34	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-37	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-38	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-43	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-44	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-49	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	OK-50	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
OK-52	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2	
OK-54	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2	
Lea	L-2	<0,6	<0,6	0,7	1,9	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	0,5	1,0	1,5
	L-5	<0,6	1,0	2,2	3,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	0,2	0,3
	L-9	0,8	10,6	2,9	14,3	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	0,7	0,8
	L-11	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	0,2	0,3
Artibai	A-4	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	A-6	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	A-8	<0,6	<0,6	<0,6	1,8	<0,1	<0,3	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	0,2
	A-11	<0,6	<0,6	0,8	2,0	0,2	<0,3	<0,3	<0,2	0,2	0,4	0,6
Deba	D-5	2,4	<1,0	<1,0	4,4	<0,2	<0,3	3,7	<1,0	0,5	<0,2	0,7
	D-9	1,0	<1,0	<1,0	3,0	0,3	<0,3	0,6	<1,0	0,5	<0,2	0,7
	D-12	5,4	<1,0	<1,0	7,4	<0,2	<0,3	3,5	<1,0	1,4	<0,2	1,6
	D-13	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	0,5	<1,0	0,7	<0,2	0,9
Urola	U-2	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	1,7	<0,3	<0,3	<1,0	0,5	<0,2	0,7
	U-6	1,1	<1,0	<1,0	3,1	<0,2	<0,3	1,1	<1,0	0,5	<0,2	0,7
	U-10	1,7	<1,0	<1,0	3,7	0,9	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	U-13	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	U-16	2,5	<1,0	2,1	5,6	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	U-19	2,6	<1,0	<1,0	4,6	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,3	<0,2	0,5
	U-21	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	0,3	<0,3	<0,3	<1,0	0,2	<0,2	0,4
	U-24	1,1	<1,0	1,1	3,3	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,2	<0,2	0,4
U-29	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4	

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)

Oria	O-5	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,2	<0,2	0,4
	O-10	1,4	<1,0	<1,0	3,4	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	O-14	1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	O-17	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	0,2	0,4
	O-20	1,2	<1,0	<1,0	3,2	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,3	<0,2	0,5
	O-22	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,3	<0,2	0,5
	O-24	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	O-26	1,2	<1,0	<1,0	3,2	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,3	<0,2	0,5
Urumea	UR-1	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	UR-4	1,1	<1,0	<1,0	3,1	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,3	0,2	0,5
	UR-6	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	UR-8	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	UR-10	1,0	<1,0	<1,0	3,0	0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,3	<0,2	0,5
Oiartzun	OI-1	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	1,7	<0,3	<0,3	<1,0	0,5	<0,2	0,7
	OI-4	2,1	<1,0	<1,0	4,1	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,5	<0,2	0,7
	OI-6	4,3	<1,0	<1,0	6,3	0,9	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	OI-12	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	OI-14	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	OI-15	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,3	<0,2	0,5
	OI-17	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	0,3	<0,3	<0,3	<1,0	0,2	<0,2	0,4
	OI-19	1,3	<1,0	<1,0	3,3	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,2	<0,2	0,4
	OI-23	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	OI-28	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	OI-30	1,1	<1,0	<1,0	3,1	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,2	<0,2	0,4
	OI-33	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	OI-35	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	OI-37	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
Bidasoa	BI-1	1,1	<1,0	<1,0	3,1	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	BI-8	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	0,3	0,5
	BI-12	<1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,2	0,3	0,5
	BI-18	1,2	<1,0	<1,0	3,2	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	0,2	0,4
	BI-20	1,2	<1,0	<1,0	3,2	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,3	<0,2	0,5
	BI-21	1,0	<1,0	<1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	BI-24	<1,0	<1,0	1,0	3,0	0,3	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	BI-27	<1,0	<1,0	1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,2	0,3	0,5
	BI-28	<1,0	<1,0	1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	BI-35	<1,0	<1,0	1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	BI-37	1,1	<1,0	1,0	3,1	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	BI-40	1,5	<1,0	1,0	3,5	0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	0,2	0,4
	BI-42	<1,0	<1,0	1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	0,4	0,2	0,7
	BI-48	<1,0	<1,0	1,0	3,0	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	0,2	0,4
	BI-53	1,2	<1,0	1,0	3,2	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	<0,2	0,4
	BI-54	1,1	<1,0	1,0	3,1	<0,2	<0,3	<0,3	<1,0	<0,2	0,3	0,5

Tabla A6. Concentración de PAHs ($\mu\text{g kg}^{-1}$ peso seco) en los sedimentos superficiales de los estuarios de la costa vasca.

Estación	PA-1	PA-2	PA-3	PA-5	PA-6	PA-7	PA-8	PA-9	PA-10	SPAH	
($\mu\text{g kg}^{-1}$)											
Barbadun	M-1	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,6	<2,0	<2,0	<1,3	22,4
	M-5	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	8,0	<2,0	<2,0	<1,3	27,8
	M-10	<3,0	12,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,6	<2,0	<2,0	<1,3	30,1
	M-11	138,0	123,0	122,0	166,0	86,0	103,0	174,0	219,0	134,0	1265,0
Nerbioi	N-1	19,0	5,0	7,0	10,0	<3,3	4,0	12,0	11,0	11,0	82,3
	N-7	<3,0	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	3,0	<2,0	9,0	7,0	35,2
	N-11	12,0	5,0	11,0	19,0	<3,3	6,0	<2,0	22,0	15,0	95,3
	N-13	17,0	48,0	<1,3	84,0	34,0	<2,6	<2,0	<2,0	66,0	256,9
	N-16	53,0	173,0	285,0	291,0	159,0	210,0	<2,0	376,0	253,0	1802,0
	N-17	369,0	2415,0	665,0	208,0	1661,0		634,0	639,0	173,0	6764,0
	N-19	34,0	28,0	34,0	13,0	29,0	25,0	27,0	33,0	<1,3	224,3
	N-21	<3,3	50,0	<1,3	112,0	37,0	68,0	<2,0	<2,0	73,0	348,6
	N-23	421,0	185,0	84,0	40,0	<3,3	104,0	19,0	67,0	38,0	961,3
	N-29	81,0	98,0	138,0	<2,6	107,0	112,0	<2,0	162,0	47,0	749,6
	N-30	24,0	50,0	89,0	72,0	49,0	62,0	98,0	115,0	70,0	629,0
	N-33	75,0	217,0	287,0	241,0	214,0	252,0	336,0	369,0	207,0	2198,0
	N-35	26,0	21,0	34,0	19,0	23,0	24,0	30,0	15,0	18,0	210,0
	N-37	268,0	592,0	529,0	793,0	539,0	507,0	912,0	1140,0	782,0	6062,0
	N-38	74,0	61,0	74,0	109,0	49,0	68,0	114,0	155,0	90,0	794,0
	N-44	132,0	75,0	132,0	155,0	64,0	98,0	176,0	206,0	140,0	1178,0
	N-45	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,6	<2,0	<2,0	<1,3	22,4
	N-48	55,0	110,0	128,0	224,0	63,0	113,0	255,0	314,0	226,0	1488,0
	N-51	54,0	107,0	95,0	312,0	48,0	88,0	274,0	340,0	209,0	1527,0
	N-53	36,0	45,0	54,0	<2,6	37,0	55,0	<2,0	<2,0	44,0	277,6
N-55	43,0	18,0	39,0	34,0	17,0	25,0	54,0	5,0	43,0	278,0	
N-57	11,0	<4,0	7,0	<2,6	<3,3	5,0	9,0	<2,0	7,0	50,9	
N-60	86,0	73,0	110,0	154,0	64,0	112,0	18,0	202,0	154,0	973,0	
N-62	66,0	62,0	108,0	174,0	58,0	98,0	190,0	171,0	167,0	1094,0	
N-64	377,0	231,0	289,0	393,0	231,0	302,0	450,0	588,0	397,0	3258,0	
N-66	87,0	58,0	68,0	46,0	58,0	58,0	88,0	68,0	42,0	573,0	
Butroi	B-1	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	B-5	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	B-8	<3,3	4,0	<1,3	<2,6	5,0	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	23,5
	B-11	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	4,0	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	22,5
	B-15	8,0	5,0	<1,3	<2,6	6,0	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	30,2
	B-17	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	B-21	65,0	91,0	53,0	36,0	154,0	65,0	46,0	51,0	27,0	588,0
	B-23	<3,3	<4,0	<1,3	5,0	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	24,2
	B-26	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)

Okai	OK-1	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	4,0	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	22,5
	OK-3	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	OK-7	106,0	45,0	7,0	<2,6	69,0	8,0	<2,0	3,0	<1,3	243,9
	OK-12	81,0	98,0	60,0	<2,6	177,0	71,0	56,0	57,0	32,0	634,6
	OK-13	110,0	24,0	75,0	32,0	189,0	87,0	61,0	60,0	37,0	675,0
	OK-16	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	OK-17	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	OK-19	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	OK-22	38,0	48,0	30,0	14,0	71,0	34,0	26,0	26,0	16,0	303,0
	OK-28	91,0	140,0	44,0	12,0	193,0	53,0	28,0	32,0	12,0	605,0
	OK-29	146,0	175,0	45,0	10,0	215,0	58,0	24,0	27,0	10,0	710,0
	OK-34	29,0	40,0	27,0	13,0	59,0	31,0	25,0	25,0	15,0	264,0
	OK-37	17,0	17,0	<3,0	<2,6	16,0	3,0	<2,0	<2,0	<1,3	63,9
	OK-38	24,0	22,0	4,0	<2,6	22,0	6,0	<2,0	<2,0	<1,3	85,9
	OK-43	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	OK-44	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	OK-49	12,0	13,0	<1,3	<2,6	14,0	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	50,2
	OK-50	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	21,8
	OK-52	4,0	6,0	<1,3	<2,6	9,0	<2,0	4,0	3,0	<1,3	33,2
OK-54	4,0	5,0	<1,3	<2,6	6,0	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	26,2	
Lea	L-2	<3,3	<4,0	<1,3	<2,6	<3,3	<2,6	<2,0	<2,0	<1,3	22,4
	L-5	16,0	24,0	34,0	34,0	23,0	28,0	41,0	45,0	33,0	278,0
	L-9	33,0	60,0	114,0	128,0	38,0	85,0	174,0	165,0	116,0	913,0
	L-11	<3,3	<4,0	<1,3	21,0	<3,3	9,0	14,0	16,0	1,3	73,2
Artibai	A-4	<3,3	6,0	<1,3	<2,6	6,0	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	26,5
	A-6	<3,3	4,0	<1,3	<2,6	5,0	<2,0	<2,0	<2,0	<1,3	23,5
	A-8	47,0	60,0	49,0	<2,6	112,0	47,0	37,0	34,0	16,0	404,6
	A-11	15,0	28,0	11,0	5,0	36,0	15,0	12,0	11,0	<1,3	134,3
Deba	D-5	1012,0	<1,5	<1,5	385,0	952,0	598,0	651,0	623,0	611,0	4835,0
	D-9	6,0	116,0	<1,5	54,0	<1,5	<2,0	130,0	370,0	<2,0	683,0
	D-12	<1,5	4,0	<1,5	<2,5	<1,5	<2,0	52,0	49,0	35,0	149,0
	D-14	5,0	44,0	<1,5	13,0	0,0	<2,0	1,5	61,0	58,0	186,0
Urola	U-2	<1,5	15,0	140,0	16,0	119,0	134,0	184,0	101,0	122,0	832,5
	U-6	4,0	53,0	<1,5	13,0	<1,5	<2,0	<1,5	93,0	<2,0	171,5
	U-10	21,0	53,0	49,0	3,0	45,0	28,0	50,0	22,0	25,0	296,0
	U-13	11,0	73,0	67,0	<2,0	94,0	58,0	139,0	50,0	47,0	541,0
	U-16	176,0	312,0	<1,5	32,0	<1,5	<2,0	300,0	221,0	166,0	1212,0
	U-19	11,0	72,0	66,0	5,0	91,0	56,0	72,0	47,0	43,0	463,0
	U-21	24,0	65,0	58,0	3,0	71,0	38,0	65,0	45,0	30,0	399,0
	U-24	7,0	64,0	<1,5	6,0	<1,5	<2,0	156,0	59,0	54,0	351,0
	U-29	58,0	178,0	120,0	13,0	223,0	104,0	128,0	73,0	68,0	965,0

Oria	O-5	9,6	13,6	9,7	6,2	16,6	7,8	6,0	9,0	5,8	84,3
	O-10	3,1	5,1	4,4	3,0	6,2	3,4	5,6	2,8	2,5	36,0
	O-14	4,6	6,9	5,3	4,2	6,9	4,7	4,2	5,9	3,7	46,4
	O-17	1,7	5,3	3,7	<2,5	5,2	2,6	7,9	2,3	<2,0	33,2
	O-20	7,7	12,3	8,2	3,5	12,3	8,0	<1,6	5,0	3,7	62,2
	O-22	6,9	11,9	8,2	6,2	12,8	7,5	6,7	6,8	5,5	72,4
	O-24	79,8	69,8	30,7	10,9	88,8	31,6	12,8	14,5	12,8	351,6
	O-26	<1,5	<1,5	<1,5	<2,5	<1,5	<2,0	<1,6	<2,0	<2,0	16,1
Urumea	UR-1	<1,5	1,6	<1,5	<2,5	2,1	<2,0	<1,6	2,1	<2,0	16,9
	UR-4	4,7	8,6	6,0	4,8	10,2	5,0	4,2	8,2	3,9	55,6
	UR-6	9,6	15,1	11,0	7,7	18,2	9,4	5,1	24,2	7,0	107,2
	UR-8	20,7	59,5	35,2	263,4	554,8	34,9	26,0	<2,0	42,2	1038,8
	UR-10	<1,5	<1,5	<1,5	<2,5	<1,5	<2,0	<1,6	<2,0	<2,0	16,1
Oiartzun	OI-1	<1,5	<1,5	10,0	<2,5	<1,5	4,0	12,0	<2,0	0,0	35,0
	OI-4	<1,5	<1,5	<1,5	<2,5	<1,5	<2,0	408,0	<2,0	<2,0	422,5
	OI-6	33,0	64,0	52,0	<2,0	70,0	35,0	55,0	38,0	6,0	355,0
	OI-12	177,0	307,0	16,0	0,0	311,0	9,0	<1,5	18,0	17,0	856,5
	OI-14	218,0	613,0	<1,5	10,0	571,0	163,0	375,0	127,0	46,0	2124,5
	OI-15	245,0	280,0	190,0	3,0	343,0	<2,0	154,0	78,0	8,0	1303,0
	OI-17	5,0	136,0	168,0	7,0	232,0	126,0	161,0	102,0	78,0	1015,0
	OI-19	102,0	395,0	259,0	42,0	262,0	198,0	408,0	330,0	312,0	2308,0
	OI-23	32,0	274,0	135,0	8,0	212,0	101,0	200,0	110,0	69,0	1141,0
	OI-28	28,0	77,0	41,0	7,0	62,0	34,0	73,0	59,0	55,0	436,0
	OI-30	768,0	569,0	453,0	454,0	643,0	628,0	471,0	528,0	509,0	5023,0
	OI-33	13,0	612,0	726,0	325,0	459,0	659,0	620,0	600,0	494,0	4508,0
	OI-35	30,0	353,0	804,0	97,0	860,0	671,0	401,0	273,0	348,0	3837,0
OI-37	13,0	378,0	455,0	27,0	398,0	327,0	448,0	335,0	195,0	2576,0	
Bidasoa	BI-1	<1,5	1,5	<1,5	6,3	<1,5	<2,0	<1,6	<2,0	<2,0	19,9
	BI-8	1,8	3,4	2,3	3,4	3,5	1,9	2,5	<2,0	2,5	23,3
	BI-12	2,5	3,7	2,5	13,7	<1,5	2,2	4,3	<2,0	3,1	35,3
	BI-18	16,6	20,2	13,9	51,1	229,2	13,0	23,2	12,8	11,1	391,0
	BI-20	4,1	10,6	7,2	<2,5	9,9	5,0	9,4	5,2	<2,0	56,0
	BI-21	149,8	249,4	225,2	1190,6	4004,6	197,6	275,3	124,6	218,1	6635,2
	BI-24	1,6	4,4	2,9	<2,5	3,5	<2,0	<1,6	<2,0	<2,0	22,5
	BI-27	5,7	13,3	9,2	<2,5	12,4	6,5	10,6	4,7	<2,0	67,0
	BI-28	30,3	57,7	40,5	126,2	436,7	31,3	48,8	21,9	31,1	824,4
	BI-35	10,6	19,2	13,5	98,1	<1,5	10,2	10,1	8,2	15,9	187,2
	BI-37	<1,5	<1,5	<1,5	<2,5	<1,5	<2,0	<1,6	<2,0	<2,0	16,1
	BI-40	<1,5	<1,5	<1,5	<2,5	<1,5	<2,0	<1,6	<2,0	<2,0	16,1
	BI-42	4,3	11,4	8,5	<2,5	14,3	7,2	<1,6	3,5	<2,0	55,3
	BI-48	34,5	55,3	43,3	225,6	421,0	34,9	70,7	17,3	39,8	942,3
	BI-53	<1,5	4,2	3,5	<2,5	4,8	2,9	<1,6	2,1	<2,0	25,1
BI-54	3,7	2,7	1,8	<2,5	<1,5	<2,0	<1,6	<2,0	32,2	50,0	

Tabla A7. Clasificación de la contaminación en los sedimentos superficiales de los estuarios de la costa vasca según la concentración de compuestos orgánicos. CF: contaminación fuerte; C: contaminación media; CL: contaminación ligera; NC: no contaminado.

Estación	Σ PCB	Σ DDT	HCB	Aldrín	Dield.	T-non	Σ HCH	Σ PAH	Global	
Barbadun	M-1	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC	CL
	M-5	CL	CL	NC	NC	NC	NC	C	CL	CL
	M-10	CL	NC	NC	NC	NC	NC	C	CL	CL
	M-11	CL	CL	NC	NC	NC	NC	C	CL	C
	Tot.	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
Nerbioi	N-1	CL	NC	C	NC	NC	NC	C	CL	C
	N-7	C	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	C
	N-11	CL	C	CL	NC	NC	NC	C	CL	C
	N-13	C	CL	CF	CL	NC	NC	C	CL	CF
	N-16	C	C	CF	C	NC	NC	C	CL	CF
	N-17	CL	NC	CF	C	NC	NC	C	CL	C
	N-19	C	CL	CF	NC	NC	NC	C	CL	C
	N-21	CL	NC	NC	C	NC	NC	CF	CL	C
	N-23	C	CL	C	NC	NC	NC	C	CL	C
	N-26		NC							
	N-29	C	C	CF	NC	NC	NC	C	CL	CF
	N-30	C	C	CF	CL	NC	NC	C	CL	CF
	N-33	C	C	CF	CL	NC	NC	C	CL	CF
	N-35	C	CL	CF	CL	NC	NC	C	CL	C
	N-37	C	CL	CF	NC	NC	NC	C	CL	C
	N-38	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	N-44	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	N-45	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	N-48	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	N-51	C	C	C	CL	NC	NC	C	CL	C
	N-53	C	C	CF	NC	NC	NC	C	CL	C
	N-55	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	N-57	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
N-60	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL	
N-62	C	CL	CL	NC	NC	NC	CL	CL	C	
N-64	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL	
N-66	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL	
Tot.	C	CL	CL	CL	NC	NC	CL	CL	C	
Butroi	B-1	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
	B-5	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC	NC
	B-8	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL	NC
	B-11	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	NC
	B-15	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
	B-17	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC	NC
	B-21	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
	B-23	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
	B-26	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
	Tot.	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC

Oka	OK-1	NC	CL	NC						
	OK-3	NC								
	OK-7	NC	CL	NC						
	OK-12	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
	OK-13	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	OK-16	NC								
	OK-17	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	NC	NC
	OK-19	CL	NC							
	OK-22	NC	CL	NC						
	OK-28	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL	NC
	OK-29	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL	NC
	OK-34	NC	CL	NC						
	OK-37	NC	CL	NC						
	OK-38	NC	CL	NC						
	OK-43	NC								
	OK-44	NC								
	OK-49	NC	CL	NC						
	OK-50	NC								
	OK-52	NC	CL	NC						
	OK-54	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
Tot.	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Lea	L-1	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	NC	C
	L-5	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	C	CL
	L-9	CL	C	NC	NC	NC	NC	C	CF	C
	L-11	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	C	CL
	Tot.	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
Artibai	A-1	CL	NC							
	A-3	CL	NC							
	A-4	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
	A-6	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
	A-8	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
	A-11	CL	CL	CL	NC	NC	NC	C	CL	CL
	Tot.	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
Deba	D-5	CL	CL	NC	CF	NC	NC	C	CL	C
	D-9	CL	CL	CL	CL	NC	NC	C	CL	CL
	D-12	C	C	NC	C	NC	NC	C	CL	C
	D-14	CL	CL	NC	CL	NC	NC	C	CL	CL
	Tot.	CL	CL	CL	C	NC	NC	C	CL	C
Urola	U-2	CL	CL	C	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	U-6	CL	CL	NC	C	NC	NC	CL	CL	CL
	U-10	CL	CL	C	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	U-13	CL	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	U-16	CL	C	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	U-19	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	U-21	CL	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	U-24	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	U-29	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	Tot.	CL	CL	CL	NC	NC	NC	CL	CL	CL

Estudio de la contaminación en los sedimentos de los estuarios del País Vasco (1998-2001)

Oria	O-5	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	C
	O-10	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	O-14	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	O-17	NC	CL	CL	NC	NC	NC	CL	CL	C
	O-20	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	C
	O-22	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	C
	O-24	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	O-26	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	NC	CL
	Tot.	CL	CL	CL	NC	NC	NC	CL	CL	CL
Urumea	UR-1	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL
	UR-4	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	C
	UR-6	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	UR-8	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	UR-10	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	NC	CL
	Tot.	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
Oiartzun	OI-1	NC	CL	C	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	OI-4	CL	CL	NC	C	NC	NC	CL	CL	CL
	OI-6	CL	C	C	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	OI-12	CL	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	OI-14	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	NC
	OI-15	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	OI-17	CL	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	OI-19	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	OI-23	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	OI-28	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	OI-30	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	OI-33	CL	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	OI-35	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	OI-37	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
Tot.	CL	CL	CL	NC	NC	NC	CL	CL	CL	
Bidassoa	BI-1	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL
	BI-8	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	BI-12	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	BI-18	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	C
	BI-20	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	BI-21	CL	CL	NC	CL	NC	NC	NC	CL	C
	BI-24	NC	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	BI-27	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	BI-28	CL	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	BI-35	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	BI-37	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC	NC	CL
	BI-40	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	NC	CL
	BI-42	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	BI-48	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
	BI-53	NC	CL	NC	NC	NC	NC	NC	CL	CL
	BI-54	NC	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL
Tot.	CL	CL	NC	NC	NC	NC	CL	CL	CL	

