

# Metales pesados en sedimentos contaminados: Variabilidad espacio-temporal en la ría de Bilbao

*Heavy metal in polluted sediments: spatial and temporal variability in the Bilbao estuary*

M. J. Irabien, I. Yusta y A. Zabaleta

Dpto. Mineralogía y Petrología. UPV-EHU. Apdo 644. Bilbao 48080. e-mail: nppirgum@lg.ehu.es y nppyuari@lg.ehu.es

## ABSTRACT

Several samples of surficial sediments were collected in two polluted sites of the Bilbao estuary in order to study the spatial (on a metric scale) and temporal variability of the contents of heavy metals and As. A decline in concentrations between 1997 and 2001 has been observed in one of the sampling sites. This change may be caused by recent reduction in anthropogenic discharges related to improvement in effluent clean-up procedures and closure of polluting factories. To the contrary, a significant enrichment has been found in the other studied site. Remobilization of more polluted materials located immediately upstreams, due to recent dredgings, may be responsible for this unexpected increase.

**Key words:** sediments, heavy metals, pollution, variability, Bilbao estuary.

Geogaceta, 30 (2001), 203-206  
ISSN:0213683X

## Introducción

La ría de Bilbao constituye el eje central de la expansión urbana y de la actividad industrial de la zona, por lo que ha sufrido con especial intensidad las consecuencias derivadas de su transformación histórica. Por un lado, las obras destinadas a facilitar la navegabilidad de esta vía de comunicación y transporte han modificado radicalmente el trazado del cauce original, convirtiéndolo en un canal de morfología totalmente artificial (Cearreta, 1992). Así mismo, los continuos vertidos urbanos e industriales sufridos durante los últimos 150 años han tenido como consecuencia directa una importante pérdida de calidad en sus aguas y sedimentos (Seebold, 1981; Irabien, 1994; Cearreta *et al.* 2000) y la grave degeneración de sus características ecológicas (Pascual, 1992; Sáiz-Salinas *et al.*, 1996; Sáiz-Salinas, 1997).

En la ría de Bilbao, se ha observado que la distribución de los metales pesados en estos materiales parece estar directamente relacionada con la ubicación específica de las fuentes antropogénicas (Cearreta *et al.* 2000). A pesar de ello, no hay que olvidar que la grave crisis industrial de las últimas décadas, que llevó al desmantelamiento de algunas de las empresas más contaminantes de la zona, unida a la mejora de los tratamientos de depuración de aguas, ha hecho que los apor-

tes no naturales a la ría hayan sufrido una drástica reducción. Es de esperar que este cambio en el entorno socio-económico se haya visto reflejado también en las características geoquímicas de los sedimentos más superficiales, dando lugar a un descenso en las concentraciones de sustancias contaminantes. Sin embargo, al tratarse de un medio polucionado de forma muy heterogénea, antes de proceder a la interpretación de las variaciones puntuales de los niveles de metales a lo largo del tiempo se hace necesario estudiar la propia variabilidad espacial de las concentraciones en el lugar en el que se han tomado las muestras. Con este propósito, en este trabajo se ha establecido una malla de recogida de sedimento en dos zonas de la ría de Bilbao ya estudiadas previamente (Cearreta *et al.*, 2000). Los resultados obtenidos en este trabajo proporcionan una información de gran interés para el adecuado seguimiento de la futura regeneración ambiental de la ría de Bilbao.

## Materiales y métodos

La estación de Axpe se ubica en una pequeña dársena situada al margen del cauce principal de la ría (Fig.1), cuyos sedimentos se han caracterizado en muestreos anteriores por presentar niveles de contaminación moderados. La topografía irregular del fondo, donde afloran algunos materiales rocosos, hacen que la malla establecida

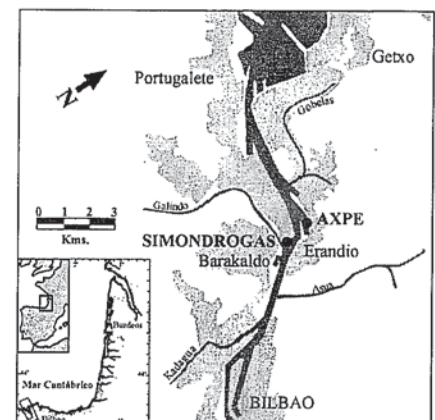


Fig. 1.- Localización geográfica de las estaciones de muestreo (Simondrogas y Axpe) en la ría de Bilbao.

Fig. 1.- Geographic location of the sample-sites in the Bilbao estuary (Simondrogas and Axpe).

también presente una morfología irregular (Fig. 2). En tanto, la estación de Simondrogas está ubicada a escasa distancia aguas arriba de Axpe, en la orilla opuesta de la ría. Situada junto a la desembocadura del río Galindo, trabajos previos demuestran que los sedimentos de esta zona contienen altos niveles de metales pesados (Seebold, 1981; Irabien, 1994; Cearreta *et al.* 2000). Se trata de un amplia área intermareal, ligeramente inclinada, donde ha sido posible establecer una red regular de muestreo (Fig.2). También se han recogido tres muestras de sedimento en zonas adyacentes a esta malla central.

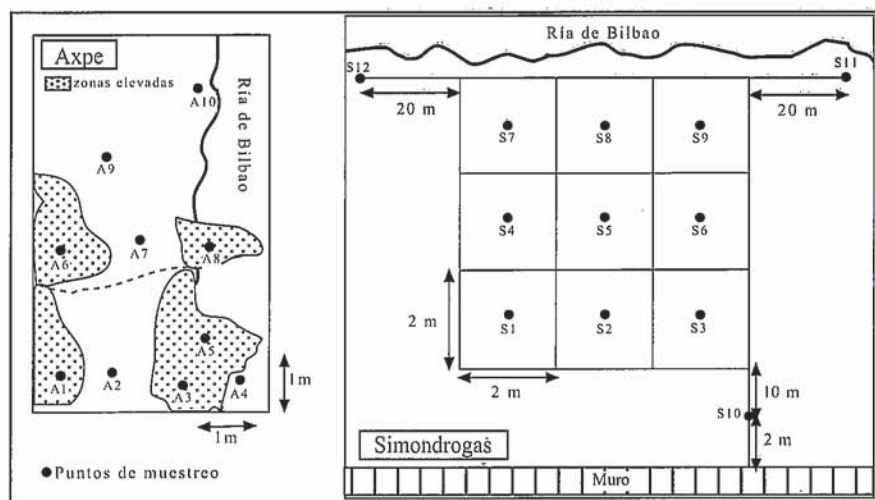


Fig. 2.- Representación esquemática de la malla de muestreo en Simondrogas y Axpe (ría de Bilbao).

Fig. 2.- Sampling patterns in Simondrogas and Axpe (Bilbao estuary).

Las muestras, procedentes de los milímetros más superficiales del depósito de sedimentos, se recogieron con una espátula de material plástico con el propósito de evitar la contaminación por elementos metálicos. Una vez en el laboratorio se procedió al secado (45°C), tamizaje y molienda en molino de ágata de los sedimentos. Las pastillas para el estudio geoquímico por fluorescencia de rayos X (elementos mayores y trazas) fueron preparadas según el método descrito en Yusta *et al.* (1994), y los análisis fueron realizados en los laboratorios del Servicio de Análisis de Rocas y Minerales de la UPV/EHU.

Uno de los factores que más influye en la composición geoquímica de los sedimentos actuales es la granulometría de las muestras: en general, a medida que aumenta el tamaño de grano disminuyen las concentraciones de metales (Drifmeyer y Odum, 1975; de Groot, 1982; Horowitz y Elrick, 1987). Sin embargo, en este trabajo no se ha considerado conveniente proceder a la normalización de los resultados obtenidos en función de este parámetro, ya que Cearreta *et al.* (2000) detectaron la presencia en distintos puntos del estuario de partículas gruesas (tamaño arena) enriquecidas en metales pesados, que se han identificado como residuos procedentes de la industria siderúrgica local. En este sentido, el importante nivel de contaminación general existente en la ría de Bilbao hace que el posible "efecto granulométrico" haya quedado "enmascarado" por la magnitud y naturaleza de los vertidos contaminantes.

## Resultados y discusión

### Axpe

Los boxplots representados en la Fig. 3 ilustran la importante variabili-

dad espacial que muestran a pequeña escala los contenidos en metales pesados y As en los sedimentos recogidos en Axpe en febrero del año 2001. En una superficie total aproximada de unos 30 m<sup>2</sup> (10 muestras, ver Fig. 2), las concentraciones de Zn oscilan entre 1067 y 1906 mg/kg. El resto de los elementos analizados reflejan un comportamiento muy similar: Cu (276-443 mg/kg), Pb (363-668 mg/kg), Fe (4.2-5.1%), Mn (0.03-0.036) Ti (0.55-0.75%), Ni (41-70 mg/kg) y Cr (193-360 mg/kg). Cabe destacar que en estos rangos de variación no se han tenido en consideración los datos correspondientes a una de las muestras de la malla (A-10, Fig.2), ya que presenta niveles de Fe (5.6%), Mn (0.04 %), Cu (625 mg/kg) y As (224 mg/kg) significativamente más altos que el resto de las muestras analizadas.

En lo que respecta a la variabilidad en el tiempo, entre los años 1997 y 2001 se observa un descenso general de las concentraciones de Cu, Zn, Fe, Mn, Ni y As (Fig. 3). En cambio, los niveles de Pb, Ti y Cr parecen haberse mantenido durante este periodo sin apenas variaciones. Esta mejora reciente de las características geoquímicas de los sedimentos de Axpe puede ser interpretada como una consecuencia directa de la disminución de los vertidos contaminantes a la ría de Bilbao en los últimos años.

### Simondrogas

Los resultados obtenidos del análisis del muestreo realizado en febrero de 2001 en la estación de Simondrogas, así como los correspondientes al sedimento recogido en octubre de 1997, se han representado en la Fig. 4. En la malla central, de 36 m<sup>2</sup> de extensión (9 muestras, ver Fig.2) todos los ele-

mentos analizados muestran una importante variabilidad: Zn (603-898 mg/kg), Pb (206-466 mg/kg), Cu (201-362mg/kg), Fe (5.8-7.45), Mn (0.077-0.092), Ti (0.39-0.52), Ni (32-47), Cr (142-228) y As (69-130). Estas diferencias se hacen aún más patentes al comparar estos datos con los procedentes de los tres sedimentos recogidos en el entorno cercano de la malla (Fig. 2). Mientras que la muestra S12 presenta concentraciones mucho más elevadas de la mayoría de los metales, las otras dos se caracterizan por sus bajos contenidos (S10 y S11). Por lo tanto, tanto en la zona de Axpe como en Simondrogas se ha puesto de manifiesto que la distribución de los contaminantes metálicos en la ría de Bilbao es heterogénea, incluso a escala de la propia estación de muestreo.

Por otro lado, también se han comparado los resultados obtenidos en 2001 con los procedentes de un muestreo previo realizado en la misma zona en octubre de 1997. Contrariamente a lo observado en Axpe, en Simondrogas los contenidos de Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ti y As han sufrido un incremento general durante este periodo, mientras que las concentraciones de Ni y Cr no han experimentado cambios significativos. Este hecho inesperado parece estar relacionado con el reciente dragado de los sedimentos de la desembocadura del río Galindo, situada inmediatamente aguas arriba de la estación muestreada. En trabajos anteriores (Seebold, 1981; Irabien, 1994; Cearreta *et al.* 2000) se ha comprobado que los sedimentos del río Gajindo presentan niveles de contaminación en metales muy elevados, superiores incluso a los registrados en Simondrogas. Por lo tanto, el dragado efectuado pocas semanas antes de la recogida de la malla de muestreo parece haber removilizado estos materiales, que se habrían redepositado en la zona estudiada, ubicada a escasa distancia aguas abajo. Por un lado, este hecho pone de manifiesto que los sedimentos contaminados pueden actuar como una fuente "secundaria" de metales al estuario, incluso cuando los vertidos antropogénicos directos al mismo ya han desaparecido. Por otro lado, queda patente las graves repercusiones que pueden tener para el entorno cercano acciones antrópicas tales como los dragados, a pesar de que en principio se tratan de iniciativas destinadas a facilitar la recuperación del medio estuarino. Una consecuencia de la removilización de grandes cantidades de sedimentos contaminados es la posibilidad de que se produzcan cambios importantes en la especiación geoquímica de los metales, tales como la oxidación de sulfuros, que podrían poner de nuevo en circulación una

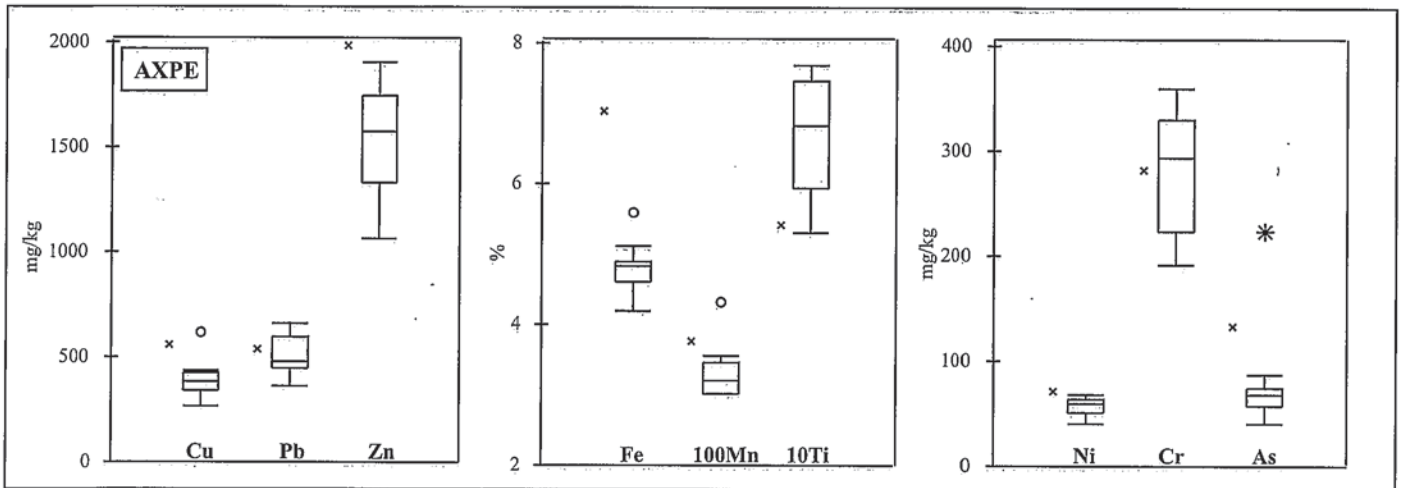


Fig. 3.- Boxplots de los contenidos en metales y As en los sedimentos de la malla de muestreo recogida en 2001 en Axpe. Las cruces representan las concentraciones medidas en el mismo punto en 1997.

Fig. 3.- Boxplots for metal and As contents in sediments from the sampling grid collected in 2001 in Axpe. Crosses represent the concentrations measured in 1997.

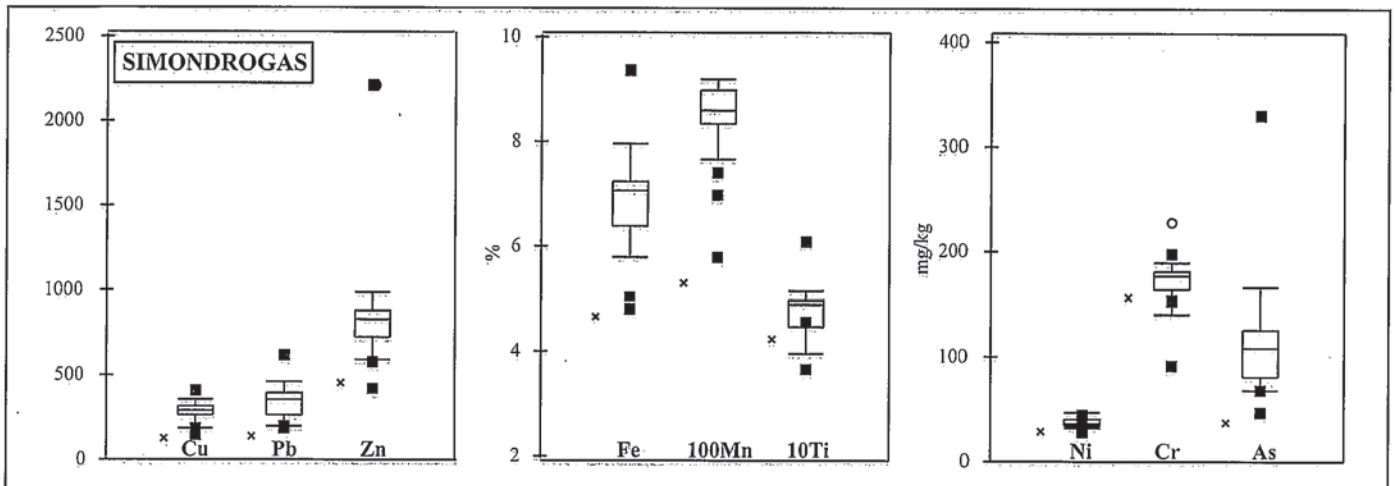


Fig. 4.- Boxplots de los contenidos en metales y As en los sedimentos de la malla de muestreo recogida en 2001 en Simondrogas y muestras adyacentes (S10, S11 y S12, cuadrados negros en la gráfica). Las cruces representan las concentraciones medidas en el mismo punto en 1997.

Fig. 4.- Boxplots for metal and As contents in sediments from the sampling grid collected in 2001 in Simondrogas and adjacent samples (S10, S11 y S12, black squares). Crosses represent the concentrations measured in 1997.

cierta proporción de elementos contaminantes que hasta entonces se encontraba firmemente retenida en el sedimento.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha contado con la ayuda del proyecto UPV 076.310-EB046/99, titulado la "Recuperación ambiental de la ría de Bilbao".

#### Referencias

- Cearreta, A. (1992): *Cuad. Secc. Historia Euzko Ikaskuntza*, 3, 23-28.
- Cearreta, A., Irabien, M.J., Leorri, E., Yusta, I., Croudace, I.W. y Cundy, A.B. (2000): *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 50, 571-592.
- Driefmeier, M.S. y Odum, W.E. (1975): *Environ. Conserv.* 2, 39-45.
- Groot de, A.J. (1982): *Hydrobiol.* 92, 688-695.
- Horowitz, A.J. y Elrick, K.A. (1987): *Appl. Geochem.* 2, 437-451.
- Irabien, M.J. (1994): *Mineralogía y geoquímica de los sedimentos actuales de los ríos Nervión-Ibaizabal, Oka, Bustrón y Nive*. Indices de Gestión Ambiental. Tesis Doctoral, UPV/EHU
- Pascual, A. (1992): *Rev. Esp. Micropaleontología* 24, 33-57.
- Sáiz-Salinas, J.I., Francés-Zubillaga, G. y Imaz-Eizaguirre, X. (1996): *Uso de bio-indicadores en la evaluación de la contaminación de la Ría de Bilbao*. Servicio Editorial UPV/E.H.U.
- Sáiz-Salinas, J.I. (1997): *Environ. Pollut.* 96, 351-359.
- Seebold, J.I. (1981): *Distribución y comportamiento de los metales pesados en los sedimentos de las rías de Vizcaya (Bilbao, Guernica y Plencia)*. Tesis de Licenciatura, UPV/EHU.
- Yusta, I., Velasco, F. y Herrero, J.M. (1994): *Bol. Soc. Esp. Mineral.* 17: 39-51