

# Selección del fondo geoquímico para metales pesados en sedimentos actuales: aplicación en la bahía de Santander

*Establishment of heavy metal baselines for recent sediments: A case study in the Santander Bay*

M. J. Irabien e I. Yusta

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

## ABSTRACT

*The establishment of a suitable geochemical baseline for soils and sediments is of essential importance in exploration geochemistry and environmental studies related to heavy metal pollution. Notwithstanding that obtained reference values depend directly on different factors such as sample material collected, grain size and analytical procedures, several methods have been used to estimate the natural concentrations of heavy metals and arsenic in the sediments from the Santander bay, and the appropriateness of the proposed background values is discussed.*

**Key Words:** sediments, heavy metals, baselines, Santander bay

*Geogaceta*, 26 (1999), 39-42  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La selección del fondo geoquímico representativo de las concentraciones naturales de metales pesados en sedimentos y suelos aparece actualmente como uno de los principales retos de la geoquímica aplicada. Por un lado, es indudable su interés en la prospección de yacimientos minerales, ya que estos valores son la base para definir la presencia de anomalías, cuya correcta identificación permitirá seleccionar zonas susceptibles de estudios de detalle. Por otro lado, en los últimos años ha cobrado gran relevancia su utilidad en el campo medioambiental, ya que la determinación de los contenidos naturales aparece como el primer paso para la definición de las áreas contaminadas, condicionando así en gran medida las futuras estrategias de gestión del medio natural. En este sentido hay que reseñar las graves repercusiones de índole social y económico que puede traer consigo la clasificación de una zona como contaminada (cambios en sus usos potenciales, pérdida de su valor económico, gastos por tratamientos de descontaminación, etc.).

Indudablemente, el establecer un fondo geoquímico regional para metales pesados presenta numerosas dificultades, derivadas en ocasiones de la propia heterogeneidad geológica de la zona en la que se pretenden aplicar. Factores tales como las características de las muestras seleccionadas y su representatividad, va-

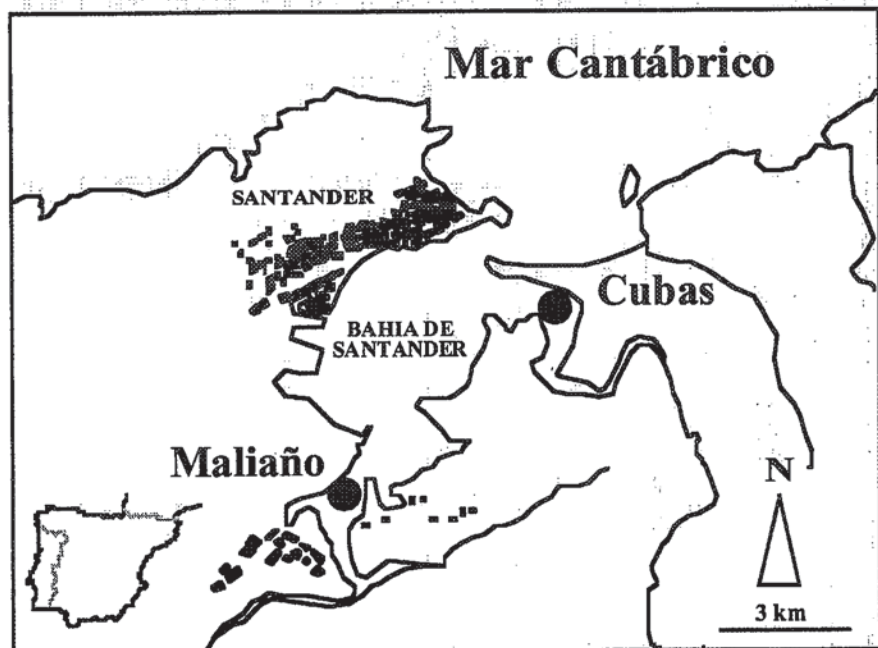


Fig.1.- Localización de los sondeos (<50 cm de profundidad) realizados en la bahía de Santander.

Fig.1.- Location of the short cores (<50 cm depth) in the Santander Bay.

riaciones en su granulometría o en la metodología de análisis pueden traducirse en importantes diferencias en las concentraciones estimadas como naturales (Salmiinen y Tarvainen, 1997). Todas estas limitaciones llevan a que no sea posible disponer de unos niveles de fondo globales, que puedan ser utilizados como referencia universal (Darnley, 1997). No obstante, y dados los graves problemas de contaminación existentes en algunas zo-

nas del mundo con un alto grado de industrialización, varios países han introducido ya en sus legislaciones normativas específicas destinadas a evaluar la calidad de los suelos y sedimentos, estableciendo así diferentes categorías en función de sus características geoquímicas.

El trabajo que se presenta a continuación forma parte de un estudio de carácter multidisciplinar centrado en el análisis de las muestras extraídas de dos pequeños

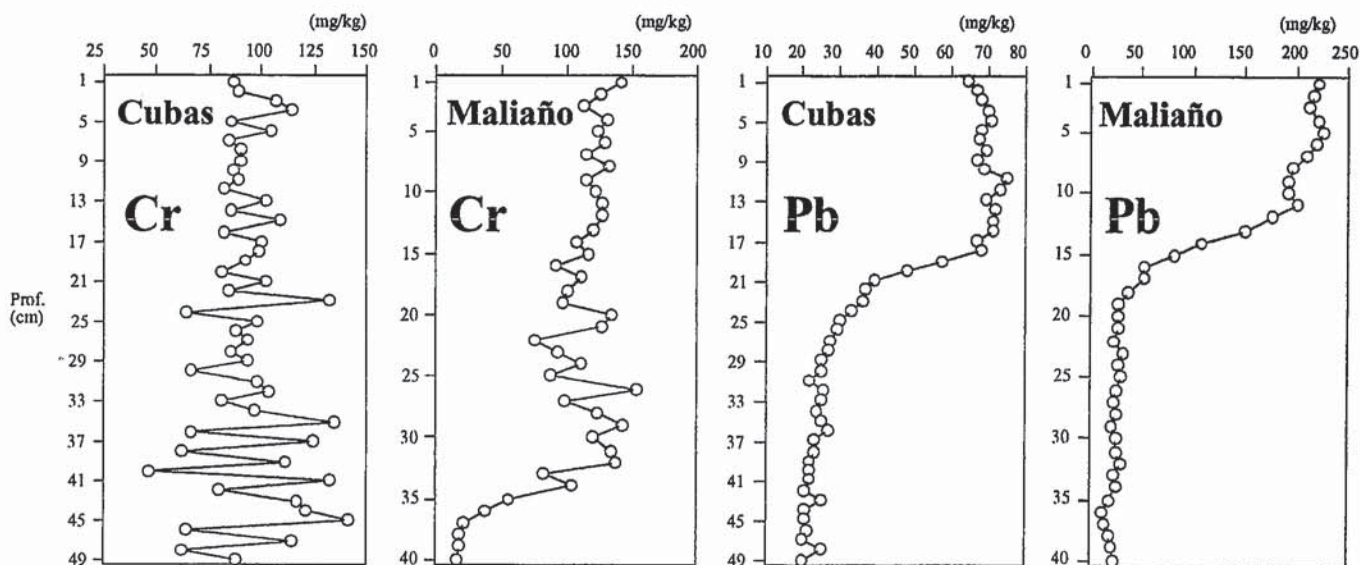


Fig.2. Distribución de las concentraciones de Cr y Pb en dos sondeos realizados en los sedimentos de la bahía de Santander.

Fig.2. Vertical distribution of the concentrations of Cr and Pb in two sediment cores from the Santander bay.

testigos extraídos de los sedimentos actuales de la bahía de Santander. Los objetivos principales consistían en la evaluación de la contaminación de estos materiales por sustancias orgánicas y metales pesados, así como en su datación isotópica. Estudiando la evolución de las características químicas de los sedimentos en la vertical se pretendía reconstruir la historia reciente de esta zona, estrechamente ligada al desarrollo de la ciudad de Santander. Dentro de este contexto, resultaba imprescindible establecer el fondo geoquímico en metales pesados de los sedimentos de la bahía, con el fin de disponer de los niveles de referencia necesarios para identificar los posibles problemas de contaminación. Por otro lado, estos valores podrían ser de utilidad en futuros estudios de tipo medioambiental a realizar en otras zonas del litoral cantábrico con un entorno geológico similar (Cuenca Vasco-Cantábrica).

### Materiales y métodos

Los sedimentos actuales analizados proceden de dos sondeos de unos 50 cm de profundidad realizados en la bahía de Santander, uno en la desembocadura de la ría de Cubas (entorno con bajos niveles de antropización) y el segundo en la más industrializada zona de Maliaño (Fig. 1). Para la recogida de las muestras se utilizó un tubo de PVC precortado longitudinalmente, que fue introducido manualmente en los sedimentos. En el laboratorio se procedió a la separación de las dos mitades, cortando cada una de ellas en inter-

valos de 1 cm con un hilo de nylon. Tras el secado, tamizaje y molienda de las muestras, se procedió a la preparación de las pastillas según el método descrito en Yusta *et al.* (1994) para su estudio geoquímico (elementos mayores y trazas) por fluorescencia de rayos X en los laboratorios del Servicio de Análisis de Rocas y Minerales de la Universidad del País Vasco. Por otro lado, también se analizaron, siguiendo el mismo protocolo experimental, 22 muestras de sedimentos estuarinos fósiles procedentes de dos sondeos realizados en el entorno de la ría de Bilbao.

Los sedimentos estudiados en este trabajo, tanto los actuales recogidos en la bahía de Santander como los fósiles procedentes del antiguo cauce de la ría de Bilbao, se ubican en el mismo entorno geológico, ya que todos ellos proceden de la denudación de los materiales carbonatados y clásticos aflorantes en la zona, pertenecientes en su mayoría al Cretácico inferior (en facies Weald y urgoniana, principalmente). Por lo tanto, la comparación entre las características geoquímicas de ambos tipos de sedimentos podría considerarse adecuada.

### Establecimiento del fondo geoquímico

Son numerosos los métodos propuestos en la bibliografía para determinar el fondo geoquímico en sedimentos actuales (ver Förstner y Wittmann, 1981; Prohic y Juracic, 1989). En este trabajo se han seleccionado para su aplicación los siguientes:

-La utilización de los contenidos determinados en una lutita standard no afectada por las actividades humanas como referencia global. Las concentraciones medias calculadas por Turekian y Wedepohl (1961), representadas en la Tabla I, constituyen una de las referencias más utilizadas, ya que fueron las elegidas por Müller (1979) para definir su "Índice de Geoacumulación". Este parámetro, que permite la evaluación de la calidad ambiental de sedimentos fluviales, estuarinos y marinos, ha sido ampliamente utilizado en trabajos de interés medioambiental.

-El estudio geoquímico de las rocas de las que proceden los sedimentos. Desafortunadamente, en el caso de la bahía de Santander carecíamos de una información lo suficientemente detallada sobre el quimismo de las litologías que afloran en la cuenca de drenaje de la que proceden los sedimentos. No obstante, disponemos de la estimación realizada por Seebold (1981) sobre el fondo geoquímico en la cercana ría de Bilbao (Tabla I), que en principio podrían ser aplicables también en Cantabria. Como señalan Salminen y Tarmainen (1997), los valores de referencia considerados como naturales suelen presentar escasas variaciones en las áreas de naturaleza sedimentaria.

-El estudio de pequeños sondeos realizados en sedimentos actuales, llegando hasta una profundidad suficiente como para analizar los materiales depositados previamente al desarrollo urbano e industrial del entorno. En la figura 2 se ha representado la distribución de los conteni-

	n	Fe*	Mn	Ti	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr	Co	As
Turekian y Wedepohl (1961)	-	4,70	850	460	95	20	45	68	90	19	13
Seebold	32	0,55	260	410	60	40	40	55	75	-	-
Sondeos Santander (presente estudio)	42	2,60	220	390	78	23	14	15	98	10	23
Sondeos Bilbao (presente estudio)	22	2,50	300	400	63	21	20	23	85	4	16

n= número de muestras; \* Todos los valores aparecen en mg/kg excepto el Fe, en %.

Tab. 1.- Niveles de referencia (fondo geoquímico) en metales pesados y arsénicos para sedimentos de la bahía de Santander.

Tab. 1.- Geochemical baselines for Heavy metals and Arsenic for sediments from the Santander bay.

dos de Cr y Pb en los dos pequeños sondeos realizados en la bahía de Santander. En lo que respecta al Cr, no se observan variaciones significativas de las concentraciones con la profundidad, mostrando un perfil similar al de los del Ti y Co. Este hecho corrobora la ausencia de aportes externos de estos metales, de manera que los valores obtenidos corresponderían a la propia herencia litogénica de los sedimentos (Tabla I). Por el contrario, el enriquecimiento en Pb detectado en las capas más superficiales de ambos sondeos, que va asociado a incrementos en los contenidos de Zn y el Cu, se interpreta como una consecuencia directa de las actividades contaminantes desarrolladas en las épocas más recientes. En este caso, para proporcionar una estimación del fondo geoquímico de estos metales se ha utilizado la mediana (percentil 50) de las concentraciones encontradas en los niveles más profundos (Tabla I).

-Proceder al análisis de sedimentos fósiles que presenten unas características similares a los actuales que se pretende estudiar. En este sentido, y al no disponer de materiales procedentes de la propia bahía de Santander, se analizaron sedimentos extraídos en diferentes sondeos realizados en el antiguo cauce de la ría de Bilbao (Tabla I). En principio, estos sedimentos podrían representar un ambiente costero comparable al de la bahía de Santander.

## Discusión

En la Tabla 1 aparecen representadas las distintas propuestas de fondo geoquímico para metales pesados y arsénico en los sedimentos de la bahía de Santander. La lutita «standard» media propuesta por Turekian y Wedepohl (1961) está claramente enriquecida en Fe, Mn, Cu, Ni y Co con respecto al resto de los niveles de referencia considerados. Así mismo, es-

tos valores resultan también excesivamente altos en comparación con los encontrados por otros autores en sedimentos actuales no contaminados (Förstner y Müller, 1974; Ure y Berrow, 1982). En general, los metales mencionados son más abundantes en las rocas de composición básica, mientras que sus concentraciones suelen ser más bajas en aquellas de naturaleza sedimentaria como las que afloran en el entorno de la bahía. Por lo tanto, el uso de la lutita «standard» propuesta por Turekian y Wedepohl (1961) no parece constituir una buena elección para esta zona, ya que podría llevarnos a una subestimación de los problemas de contaminación. Incidiendo en este sentido, Grant y Middleton (1990) recomiendan el uso de «background» locales siempre que sea posible realizar una ajustada estimación de los mismos.

En lo que respecta al fondo establecido por Seebold (1981) para los sedimentos de la cercana ría de Bilbao, cabe reseñar las bajas concentraciones asignadas para el hierro (Tabla I), ya que precisamente esta zona debe gran parte de su desarrollo industrial y urbano a la existencia de importantes yacimientos de este elemento. Así mismo, destacan también los altos contenidos de Pb, Cu y Ni, que en el caso de estos dos últimos metales se encuentran más cercanos a los de la lutita propuesta por Turekian y Wedepohl (1961) que a los determinados para otros materiales del entorno más próximo (ver Tabla I)). Estas diferencias podrían ser explicadas en parte por las distintas técnicas empleadas en ambos estudios: mientras que Seebold (1981) utilizó la espectrometría de absorción atómica, el análisis de los sedimentos de la bahía de Santander y de los sedimentos fósiles de la ría de Bilbao se realizó mediante técnicas de fluorescencia de rayos X. En muchas ocasiones, la correlación de la información existente sobre la geoquímica de

los sedimentos de una determinada zona puede verse seriamente dificultada por la diferente procedencia de los datos de los que se dispone (Zhang, 1995; Zwolsman *et al.*, 1996), impidiendo así un máximo aprovechamiento de los esfuerzos realizados para su estudio.

En cuanto a los niveles de referencia propuestos en base al análisis de los sedimentos «preindustriales» de la bahía de Santander, son muy similares a aquellos establecidos mediante el estudio de los sedimentos fósiles procedentes de la ría de Bilbao. Esta coincidencia en las concentraciones consideradas como naturales parece poner de manifiesto la adecuada representatividad de ambos como fondo geoquímico regional. Las mayores diferencias se encuentran asociadas al Co, pero hay que tener en cuenta que los contenidos analizados se encuentran muy próximos a los límites de detección para este elemento de la técnica utilizada. Por otro lado, algunos autores (Berner, 1971; de Groot *et al.*, 1976) consideran que las concentraciones de metales presentes en los sedimentos fósiles representarían los mínimos que podríamos encontrar en sedimentos actuales, ya que los procesos de diagénesis suelen tener como consecuencia una pérdida de metales.

A modo de conclusión podemos destacar la buena relación entre los dos fondos geoquímicos establecidos en base al estudio de materiales de la propia región (sedimentos recientes y fósiles), que parecen proporcionar una buena estimación de las concentraciones naturales de metales en los sedimentos, y que podrían ser aplicados en futuros estudios a realizar en otras zonas del litoral cantábrico. Si bien todavía no se ha llegado a un acuerdo general sobre la metodología a seguir para el análisis de sedimentos, parece recomendable que los niveles de referencia se establezcan siguiendo los mismos protocolos de trabajo utilizados para el estudio

de los materiales que se pretende caracterizar. Por último, volver a reseñar la importancia de realizar una adecuada elección de los fondos geoquímicos, ya que sobre esos valores de referencia se pueden establecer futuras legislaciones para la definición de áreas contaminadas.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Fundación Marcelino Botín, sección Eduardo Fernández Miguel, dentro de la 2ª convocatoria de proyectos de investigación sobre «Medio Ambiente y Desarrollo sostenido en Cantabria. El Litoral», y forma parte del proyecto titulado «Estudio geoquímico e isotópico de la contaminación por metales y compuestos orgánicos en los sedimentos de la bahía de Santander».

#### Referencias

- Berner, R.A. (1971) *Principles of Chemical Sedimentology*. Ed. Mc Graw-Hill
- Darnley, A.G. (1997) *Jour. Geochem. Explor.*, 60: 1-5
- Förestner U. y Müller G. (1974) *Schwermetalle in Flüssen und Seen als Ausdruck der Umweltverschmutzung*. Springer-Verlag
- Förestner, U. y Wittmann, G.T.W. (1981) *Metal pollution in the aquatic environment*. Springer-Verlag
- Grant, A. y Middleton, R. (1990) *Estuarine, Coast. Shelf Sci.*, 31: 71-85
- Groot de, A.J., Salomons, W. y Allersma, E. (1976) *Estuarine Chemistry*. Academic Press, Verlag
- Müller, G. (1979) *Umschau* 79: 778-783
- Prohic, E. y Juracic, M. (1989) *Environ. Geol. Water Sci.* 13, 2: 145-151
- Salminen, R. y Tarvainen, T. (1997) *Jour. Geochem. Explor.*, 60: 91-98
- Seebold, J.I. (1981): *Tesis de Licenciatura*, UPV/EHU
- Turekian, K.K. y Wedepohl L.H. (1961) *Bull. Geol. Soc. Amer.* 72: 125
- Ure, A.M. y Berrow M.L. (1982) *Environmental Chemistry*. R. Soc. Chem., Burlington House
- Yusta, I., Velasco, F. y Herrero, J.M. (1994) *Bol. Soc. Esp. Mineral.*, 17: 39-51
- Zwolsman, J.J.G., van Eck, G.T.M. y Burger, G. (1996) *Estuarine, Coast. Shelf Sci.*, 43: 55-79
- Zhang, J. (1995) *Estuarine, Coast. Shelf Sci.*, 41:631-658