

Uso del ^{137}Cs para la datación de sedimentos intermareales. Un ejemplo de la ría de Aveiro (Portugal).

The use of ^{137}Cs in intertidal sediments dating. An example of the Aveiro estuary (Portugal).

M^a J. Daza*, B. Quintana*, P. Barba**, C.A. Bernardes*** y A. Corrochano**

* Área de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca

** Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca

*** Departamento de Geociências de la Universidade de Aveiro. 3700 Aveiro, Portugal.

ABSTRACT

In this work, we show the preliminary results on the ^{137}Cs dating of the tidal flood sediments in the barrier-island system of Aveiro (Portugal). The ^{137}Cs activity enable us to establish four isochrones which limit the last four decades, through the correlation of historical data of ^{137}Cs atmospheric concentration. The sediment accumulation rates on the intertidal flat is calculated to be 0.6 cm yr^{-1} .

Key words: barrier island, intertidal flats, accretion rates, radiometric dating, ^{137}Cs , Portugal.

Geogaceta, 24 (1998), 99-102

ISSN: 0213683X

Introducción

Los datos presentados corresponden a las muestras de un perfil transversal sobre el techo de una barra situada en la desembocadura del canal de Mira que se relaciona con el delta de flujo, en el dominio interno del sistema isla-barrera de Aveiro (Fig. 1). El canal de Mira se instaló en el siglo XVI, identificándose en los depósitos que configuran su relleno dos etapas: actual y reciente (Galera *et al.*, 1997). La etapa reciente es la más antigua y abarca desde la génesis del canal hasta principios del Siglo XIX, se caracteriza por la situación del estrecho de marea al sur de la región (proximidades de Vagueira), con un sistema circulatorio de las corrientes de flujo hacia el norte y de reflujos hacia el sur; la etapa actual se inicia con la abertura del estrecho de marea de San Jacinto en 1803, posición que ocupa en la actualidad, invirtiéndose el sistema circulatorio en el canal. El delta de flujo asociado al canal de San Jacinto, corresponde a la última de las etapas, encontrándose la barra soldada a la barrera con una morfología en su techo de llanura intermareal zonada.

En el perfil transversal al canal de la Fig. 1 se identifican los siguientes subambientes (Corrochano, *et al.*, 1997): a) la marisma que está situada

por encima del nivel de pleamar en mareas vivas; b) la llanura mixta entre el nivel anterior y el nivel de pleamar en mareas muertas; c) la llanura arenosa cuyo límite inferior es el nivel de bajamar en mareas vivas, y d) el dominio submareal del canal de Mira. En la llanura intermareal mixta el elemento morfológico más sobresaliente es una berma que está conformada por facies heterolíticas que muestran una alternancia de procesos de tracción y decantación. En la llanura arenosa los procesos dominantes son tractivos a lo largo de todo el ciclo mareal; en la etapa de flujo se construye otra berma o dique del canal por apilamiento de megarripples durante el desbordamiento del mismo, mientras que en la de reflujos se destruye parcialmente instalándose un campo de megarripples más sinuoso.

La importancia del estudio de algunos radionúclidos (^{210}Pb , ^{137}Cs) para la datación de sedimentos recientes y el cálculo de las tasas de acreción en diversos ambientes sedimentarios actuales ha sido puesta de manifiesto por diversos autores (Appleby *et al.*, 1979; Stevenson *et al.*, 1985; Boothroyd *et al.*, 1985; García-Tenorio, 1988; Comans *et al.*, 1989 y Sánchez *et al.*, 1992). El ^{137}Cs es un radionúclido artificial con un periodo de semidesintegración de

30.17 años. En la actualidad se produce en proporciones mayores del 6% en las reacciones de fisión del ^{235}U y ^{239}Pu en los reactores nucleares y constituye uno de los contaminantes radiactivos de mayor impacto radiológico. Como consecuencia de los ensayos nucleares atmosféricos comenzó a ser detectado en la atmósfera en 1954, aumentando su concentración hasta alcanzar un máximo en los años 1963 y 64, cuando fue firmada la moratoria nuclear por EEUU, Gran Bretaña y URSS. A partir de ese momento comienza a disminuir hasta nuestros días, con pequeños incrementos debidos a las pruebas atmosféricas realizadas por China y Francia y al accidente de Chernobyl. La medida de la concentración de ^{137}Cs en el sedimento puede ser realizada mediante la espectrometría gamma, técnica no destructiva que al determinar simultáneamente todo el contenido radiológico de la muestra facilita además información sobre las condiciones físicas y químicas del ambiente sedimentario.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer los resultados preliminares obtenidos acerca de la tasa de acreción en esta llanura intermareal mediante los valores de la concentración de ^{137}Cs a diferentes profundidades de la misma, según un muestreo

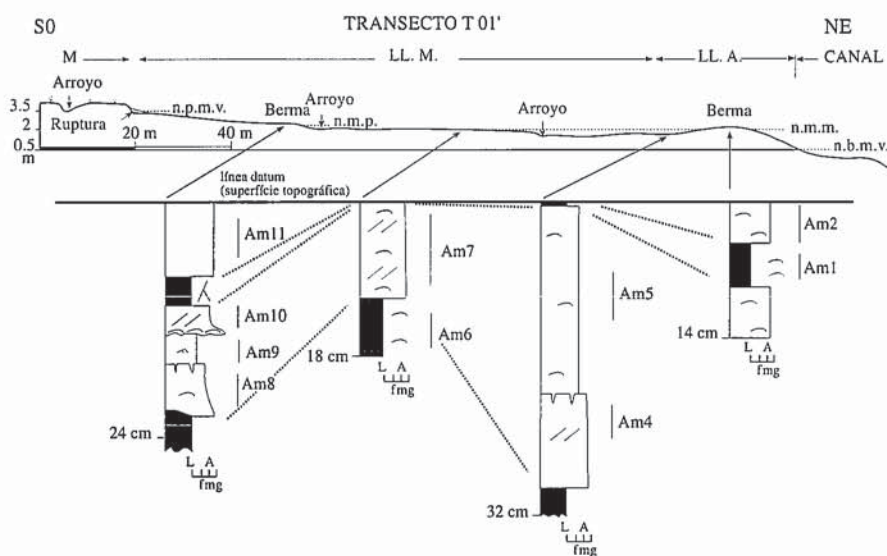
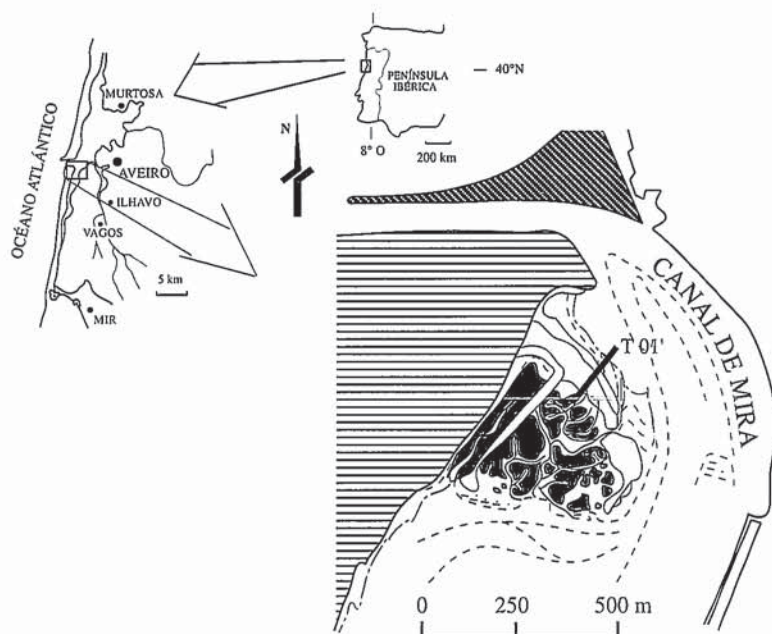


Fig. 1- Situación geográfica y características litológicas del transecto T 01' en la llanura intermareal asociada al canal de Mira.

Fig. 1- Geographic situation and lithologic characteristics of T 01' transect on the tidal flat of the Mira channel.

realizado durante el mes de Julio de 1996; estos valores de acreción están basados en las isocronas obtenidas por la comparación del perfil de actividad del cesio con la historia de su concentración en la atmósfera.

Metodología

Durante el levantamiento del perfil morfológico de la llanura intermareal fueron realizadas pequeñas zanjas cuya profundidad máxima fue de

30 cm, con un levantamiento estratigráfico detallado acompañado del muestreo de los niveles más significativos (Fig. 1). La preparación que requirió cada muestra consistió en el secado a una temperatura inferior a 100°C. Para su medida se utilizaron como contenedores botes Marinelli de 300 ml de volumen y cajas Petri de 6 y 9 cm de diámetro. La selección de la geometría de la fuente dependió de la cantidad disponible de sedimento. Las medidas fueron realizadas con un

detector de germanio intrínseco del tipo n de CANBERRA, blindado con una caja de hierro "dulce" (anterior a la 2ª Guerra Mundial) que lo habilita para las medidas de actividades ambientales. El volumen del detector es de 117 cm³ con una eficiencia relativa del 28.3 % a 1332 keV y resolución de 0.860 keV a 122 keV y 1.87 keV a 1332 keV. La cadena electrónica asociada consta de un preamplificador modelo 2008 de CANBERRA al que se conecta un amplificador modelo 572 de ORTEC, y de un convertidor analógico-digital con cuatro entradas formado por un módulo Spectrum Master modelo 919 de ORTEC y una tarjeta multicanal ORTEC ADCAM/IBM instalada en un ordenador PS/2 de IBM.

Resultados y conclusiones

Los resultados obtenidos se encuentran en la Fig. 2 y en la tabla 1. En ambas se observa una variación vertical en la actividad del ¹³⁷Cs, especialmente en la berma de la llanura intermareal mixta donde el muestreo de la secuencia litológica fue más completo; así mismo se aprecia como el perfil de actividades aparentemente es independiente de la litología de cada una de las muestras. De cualquier modo ha sido factible correlacionar las concentraciones de ¹³⁷Cs a lo largo de toda la llanura intermareal. El perfil de concentración del ¹³⁷Cs determinado, concuerda con la historia de este radionúclido en la atmósfera, pudiéndose establecer distintas isocronas en función de su concentración (Fig. 2).

El primer periodo definido corresponde con la década de los 50 donde comienza a aparecer ¹³⁷Cs con actividades en los sedimentos entre 57 y 89 µBq/g (Tab. 1); en las muestras Am6 y Am7 incluidas en este periodo no se ha podido detectar la actividad del ¹³⁷Cs; en el caso de la Am6 la actividad mínima detectable (MAD) es muy superior a los niveles máximos de actividad determinados, por lo que no se ha podido obtener ninguna información. Sin embargo, en la Am7 la MAD es muy pequeña, del orden de las actividades en las muestras de esa década, por lo que se ha incluido en la misma. El alto valor de la MAD en la muestra Am6 es consecuencia del pequeño volumen de sedimento disponible, ya que las MAD más altas corresponden a las fuentes con un vo-

Nombre	MAD (mBq/g)	Actividad (mBq/g)
Am1	64	173 (9)
Am2	1354	< MAD
Am4	48	57 (16)
Am5	52	73 (17)
Am6	1252	< MAD
Am7	68	< MAD
Am8	45	89 (22)
Am9	173	884 (46)
Am10	66	280 (25)
Am11	72	365 (14)

Tabla 1.- Actividad del ^{137}Cs de las muestras del Transecto T01'. Mínima actividad detectable (MAD).

Table 1.- ^{137}Cs activity of T01' samples. The minimum detectable activity (MAD).

lumen menor de muestra (caja Petri de 6 cm).

La máxima concentración corresponde con la muestra Am9, (884 $\mu\text{Bq/g}$) que marca un aumento brusco de la actividad que se correlaciona con la etapa de mayor concentración en la atmósfera de ^{137}Cs ocurrida en la primera mitad de la década de los 60. Sólo se han detectado estos niveles de actividad en las facies de la berma de la llanura mixta, probablemente debido a las limitaciones impuestas por el muestreo. El decrecimiento detectado inmediatamente por encima en el perfil, con valores de actividad de 280 $\mu\text{Bq/g}$ (Am10), corresponde de acuerdo con el modelo histórico a las bajas concentraciones de la década de los 70, resultantes de la firma de la moratoria nuclear. Por último, el ligero incremento en la actividad que muestra el techo del perfil, 365 $\mu\text{Bq/g}$ (Am11), puede ser reflejo de las emisiones esporádicas a la atmósfera como el accidente de Chernobyl (1986).

La tasa de acumulación de sedimentos estimada globalmente para todo el periodo de tiempo que abarcan las muestras de este delta de flujo, es aproximadamente de 0.6 cm/año; este orden de magnitud es acorde con los datos obtenidos mediante la técnica de datación por ^{210}Pb en otros deltas mareales (Boothroyd *et al.*, 1985). Ahora bien, de acuerdo con las isocronas establecidas en la Fig. 2, la tasa de

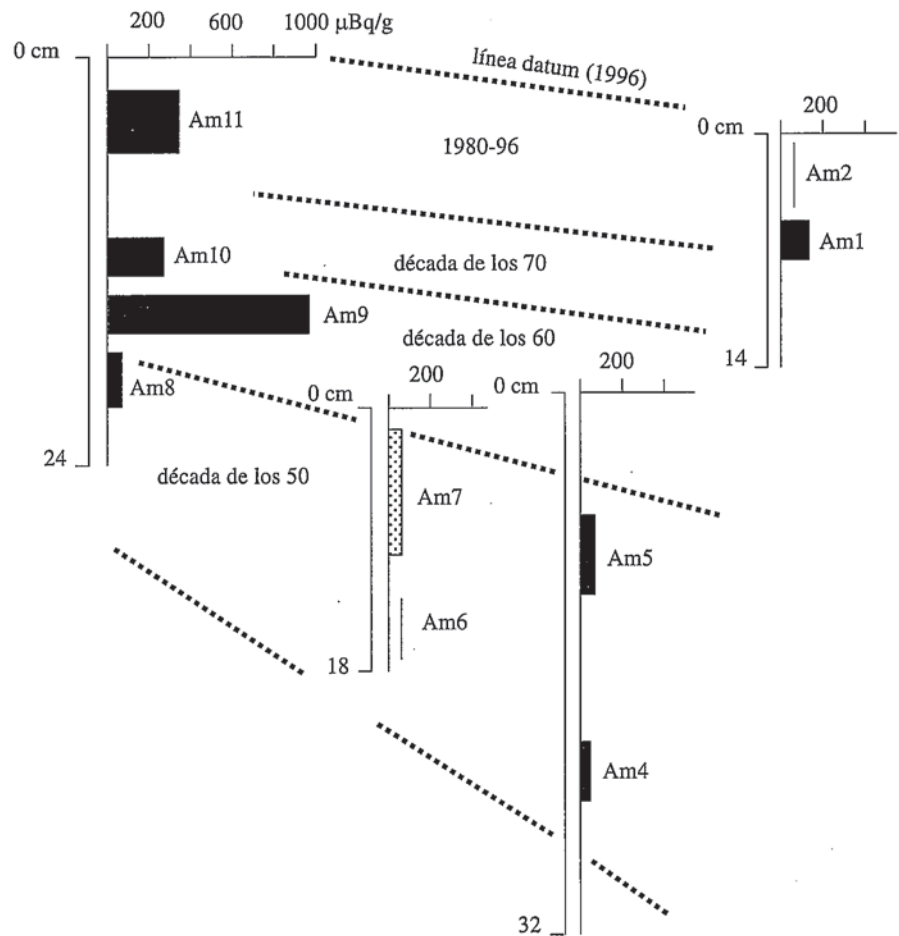


Fig. 2- Isocronas hipotéticas en función de la actividad del ^{137}Cs en las muestras del Transecto T01'. La descripción y posición de las muestras está en la Fig. 1. Obsérvese la Tabla 1.

Fig. 2- Hypothetical isochrones based on the ^{137}Cs activity of the T01' samples. Detailed description and position of the samples can be seen in Fig. 1. Observe the Table 1.

acreción en el techo de la barra, es diferente en la llanura mixta y en la arenosa; así mismo también se aprecian notables diferencias en la acumulación de sedimentos entre las distintas décadas. En el futuro se seguirá con esta prometedora línea de trabajo para resolver los problemas que aquí se han planteado, ampliando el método de datación con el uso del ^{210}Pb .

Referencias

- Appleby, P.G., Oldfield, F., Thompson, R. y Huttunem, P. (1979): *Nature*, 280, 53-55.
- Boothroyd, J.C., Friedrich, N. y Mc Ginn, S.R. (1985): *Mar. Geol.*, 63, 35-76.
- Comans, R.N.J., Middelburg, J.J., Zonderhuis, J., Woittiez, J.R.W., De Lange, G.J., Das, H.A. y Van der Weijden, C.H. (1989): *Nature*, 339, 367-369.
- Corrochano, A., Galera, M., Bernardes, C.A. y Barba, P. (1997): *Geogaceta*, 22, 47-50.
- Galera, M., Jaen, P., Barba, P., Bernardes, C.A. y Corrochano, A., (1997): *In: Second Congress RCANS (Main changes in marine and terrestrial Atlantic realm during Neogene)*. Salamanca, 61-62.
- García-Tenorio, R. (1988): *Rev. Geofis.*, 44, 225-234.
- Sánchez, C.I., García-Tenorio, R., García-León, M., Abril, J.M. y El-Daoushy, F. (1992): *Int. J. Radiat. Appl. Instrum. Part E*, 6, 395-403.
- Stevenson, J.C., Kearney, M.S., y Pendleton, E.C. (1985): *Mar. Geol.*, 67, 213-235.