

# Curvas de autoabsorción para la determinación del índice de actividad beta total

J. A. SUÁREZ-NAVARRO (\*); L. PUJOL (\*\*); M. A. DE PABLO (\*\*\*)

**RESUMEN** Los estudios medioambientales, tales como la determinación de la calidad del agua, requieren a menudo el conocimiento de sus parámetros radiológicos. En estos casos uno de los parámetros a determinar es el índice de actividad beta total. Para cuantificar este índice es necesario determinar el factor de autoabsorción. Existen dos métodos para la obtención del factor de autoabsorción:

- a partir de un coeficiente de absorción determinado o bien experimentalmente utilizando diferentes absorbentes o bien teóricamente a partir de relaciones semiempíricas;
- a partir de la utilización de las curvas de autoabsorción realizadas mediante evaporación a sequedad de una disolución patrón con diferentes sales.

En este artículo, se presentan los resultados obtenidos del factor de autoabsorción determinado mediante el segundo procedimiento para los métodos habituales de preparación de muestras de agua. Para ello se han realizado una serie de curvas de autoabsorción utilizando diferentes tipos de sales. Este trabajo también ha permitido establecer la sal idónea para el cálculo del factor de autoabsorción, teniendo en cuenta las condiciones de trabajo del laboratorio del CEDEX.

## SELF-ABSORPTION CURVES FOR THE DETERMINATION OF GROSS BETA ACTIVITY

**ABSTRACT** *Assessment of the radiological water quality is useful for a wide range of environmental studies. In these cases, gross beta activity is one of the parameters to be determined. In order to determine this parameter, it is necessary to know the self-absorption factor. There are two methods to determine the self-absorption factor:*

- *based on the evaluation of an absorption coefficient, determined either experimentally using different absorbents or theoretically using semiempirical equations;*
- *based on the evaluation of self-absorption curves, prepared by evaporation to dryness of a standard solution in different salts.*

*In this paper, the results obtained in the self-absorption curves for the usual water sample preparation methods are shown. To do this, several self-absorption curves with different salts were prepared. This work allowed us to establish the ideal salt to determine the self-absorption factor in the CEDEX laboratory.*

**Palabras clave:** Actividad beta total; Curvas de autoabsorción; Calidad del agua; Vigilancia Radiológica.

## INTRODUCCIÓN

Existen diversos métodos analíticos para la determinación del índice de actividad beta total: i) BOE (1), ii) ISO (2) y iii) método empleado en los laboratorios del CEDEX, entre otros.

En todos estos métodos, el espesor del residuo final es, en muchos casos, necesariamente grande para poder obtener una actividad por encima del límite inferior de detección. En tal caso, las partículas beta emitidas en las capas profundas de la muestra, tienen que atravesar un determinado espesor de material para escapar de la misma. A la absorción que sufren estas partículas en el mismo material radiactivo de la muestra se conoce con el nombre de autoabsorción (3). Por tanto, en la determinación del índice de actividad beta total, es necesario corregir la pérdida de eficiencia de recuento que se produce cuando aumenta el peso del residuo final. Esta corrección se realiza con el factor de autoabsorción. Los dos tratamientos utilizados habitualmente para la determinación del factor de autoabsorción son:

(\*) Licenciado en Ciencias Químicas. Departamento de Impacto Ambiental de la Energía (CIEMAT). Ministerio de Industria y Energía.

(\*\*) Doctor en Física. Departamento de Impacto Ambiental de la Energía (CIEMAT). Ministerio de Industria y Energía.

(\*\*\*) Licenciada en Ciencias Químicas. Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX. Ministerio de Fomento.

- a) a partir de un coeficiente de absorción másico determinado, bien experimentalmente utilizando diferentes absorbentes, bien teóricamente a partir de ecuaciones semiempíricas (4);
- b) a partir de la utilización de las curvas de autoabsorción realizadas mediante evaporación a sequedad de una disolución patrón con diferentes sales en plancheta.

En este artículo, se presentan los resultados obtenidos del factor de autoabsorción determinado mediante el segundo tratamiento para los tres métodos mencionados anteriormente: BOE, ISO y método empleado en los laboratorios del CEDEX. Se emplearon tres tipos de sales: carbonato sódico, sulfato sódico y nitrato sódico. Además, en el caso del nitrato sódico se pudo preparar una segunda curva calcinando las planchetas a 400 °C. Las curvas se realizaron adicionando una concentración de actividad constante y conocida de un patrón de estroncio-90 en equilibrio secular con itrio-90, a cantidades crecientes de las diferentes sales, elaborando con cada una de ellas una curva. Las cuatro curvas se realizaron con un rango de pesos de 0 a 500 mg. Las curvas fueron medidas en un contador proporcional de flujo de gas Berthold LB 770-2. El algoritmo de ajuste empleado fue exponencial, que está en concordancia con el comportamiento físico aparente de la autoabsorción beta.

## EXPERIMENTAL

Para cada uno de los tres métodos se han preparado una serie de patrones de estroncio-90 en equilibrio con itrio-90 a los que se les ha adicionado cantidades crecientes de la sal sódica. Se ha calculado el factor de autoabsorción como la relación entre la eficiencia de los patrones con distintas cantidades de sal sódica y la eficiencia del patrón de masa cero (con el que habitualmente se calibra el sistema de medida). Una vez obtenidos los factores para un determinado rango de pesos de residuo, se han representado gráficamente y se han ajustado a una función de tipo exponencial.

## a) Características de las curvas de autoabsorción

La composición final del depósito es determinante para la elección del tipo de sal que se debe emplear en la curva de autoabsorción. El método descrito en el BOE y el método empleado en el CEDEX consisten en la adición de HNO<sub>3</sub> y evaporación de la muestra hasta sequedad, de forma que la composición final del depósito es en forma de nitratos. Sin embargo, mientras que la curva de autoabsorción del método descrito en el BOE se elabora con carbonato sódico, en el método utilizado en el CEDEX se realiza con nitrato sódico. En el caso de la norma ISO, la curva de autoabsorción se realiza con sulfato sódico, ya que el método químico consiste en la transformación de la muestra a sulfatos con el empleo de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Las sales utilizadas fueron tres: carbonato sódico, nitrato sódico y sulfato sódico. Se preparó una curva de autoabsorción con cada una de las sales. Además, en el caso del nitrato se preparó una segunda curva calcinando las planchetas a 400 °C. Los pesos empleados en las diferentes curvas fueron: 0, 10, 25, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 y 500 mg. Para cada uno de estos pesos se prepararon los patrones por quintuplicado y en el caso del nitrato sódico calcinado por triplicado. El rango de pesos de las curvas se eligió de forma que cubrieran el rango habitual de los distintos laboratorios.

Todas las sales fueron sódicas ya que el sodio: i) tiene una presencia mayoritaria en la composición media del agua (5, 6), ii) no es radiactivo y iii) forma sales solubles con los aniones elegidos. Las características de las sales empleadas en las diferentes curvas de autoabsorción se resumen en la Tabla 1 (7).

## b) Material y reactivos

Los materiales y reactivos utilizados en el presente estudio fueron los siguientes:

- Material de vidrio de uso corriente en el laboratorio.
- Planchetas de acero inoxidable para preparación beta.
- Carbonato sódico anhidro, con pureza para análisis (PA).
- Sulfato sódico anhidro (PA).
- Nitrato sódico (PA).
- Disolución patrón de estroncio-90/itrio-90 de 365±7 Bq·l<sup>-1</sup>, con certificado de calibración.

	Sales empleadas		
	Sulfato sódico anhidro	Carbonato sódico anhidro	Nitrato sódico
Fórmula empírica	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaNO <sub>3</sub>
Peso molecular (g·mol <sup>-1</sup> )	142.05	105.99	85.00
Propiedades físico químicas	Polvo blanco higroscópico, al aire absorbe hasta 1 molécula de agua	Polvo blanco granular, absorbe agua del ambiente hasta dar Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O, apelmazándose	Cristales incoloros ligeramente deliquescentes <sup>†</sup> al aire húmedo
Punto de fusión (°C)	888	851 (con pérdida de algo de CO <sub>2</sub> )	310
Densidad (g·l <sup>-1</sup> )	2.69	2.533	2.267
Solubilidad	Soluble en agua, insoluble en alcohol. 100 g de agua disuelven: a 0 °C 5.0 g; a 15 °C 13.2 g; a 30 °C 40 g; a 50 °C 46.8 g; a 100 °C 42.7 g	Soluble en agua, insoluble en alcohol. 100 g de agua disuelven: a 0 °C 7.1 g; a 15 °C 16.0 g; a 30 °C 40.9 g; a 50 °C 47.5 g; a 100 °C 45.1 g	Soluble en agua y glicerina, ligeramente en alcohol y metanol. 100 g de agua disuelven: a 0 °C 73.0 g; a 15 °C 84.2 g; a 30 °C 96.2 g; a 50 °C 114.0 g; a 100 °C 175.5 g

<sup>†</sup> Deliquescente: que tiene la propiedad de atraer la humedad del aire y licuarse lentamente.

TABLA 1. Características físico-químicas de las sales empleadas en las diferentes curvas de autoabsorción.

**c) Procedimiento químico**

Los patrones se prepararon evaporando hasta sequedad disoluciones de distintas concentraciones de la sal a las que se adicionó patrón de estroncio-90/itrio-90 con una actividad conocida y constante. Los patrones de nitrato calcinado se prepararon siguiendo el mismo procedimiento, calcinándose a continuación. La calcinación de los patrones se realizó bajo un epirradiator colocado a 5 cm, durante un minuto y medio, para fijar el patrón en la plancheta. En estas condiciones la temperatura alcanzada fue de 400 °C. No se pudieron preparar las curvas de carbonato ni de sulfato calcinado ya que estas sales tienen un elevado punto de fusión (alrededor de 800 °C) y además se desprenden de la plancheta cuando se calcinan en estas condiciones.

**d) Sistema de medida**

El sistema de medida utilizado para la realización de este trabajo fue el contador proporcional de flujo de gas Berthold LB 770-2. El gas de recuento (P-10: 90% argón y 10% metano) fluye de forma continua. El contador dispone de 10 tubos detectores ultraplano dispuestos en dos filas de 5 unidades. Los detectores están rodeados por un blindaje de 10 cm de espesor de ladrillos de plomo (aproximadamente 650 kg) para atenuar la radiación gamma externa. Un sistema de anticoincidencias permite reducir el fondo ocasionado por los rayos cósmicos de más energía. El contador está provisto de un amplificador LB 2025 que permite la separación simultánea de los impulsos alfa y beta en virtud de su diferente ionización específica. El sistema está comunicado con un PC mediante una tarjeta PC Counter Board LB3945 y el programa UMS que controla la medida de las muestras. Los resultados pueden ser impresos o enviados a un fichero. El voltaje de operación de los detectores fue de 1625 V, las eficiencias oscilaron entre 43.98 y 45.21% y los fondos entre 0.459 y 0.759 cpm (8). El tiempo de recuento fue el necesario para alcanzar 10.000 cuentas, con el fin de obtener una incertidumbre de recuento inferior al 1%.

**e) Determinación del factor de autoabsorción**

Para calcular el factor de autoabsorción se midieron los patrones de los diferentes puntos de las curvas en cada uno de los

detectores del contador proporcional Berthold LB 770-2 del CEDEX. Con los valores obtenidos en los recuentos de los diferentes patrones se calculó un valor medio de eficiencia de recuento con su incertidumbre asociada. El factor de autoabsorción se obtiene como la relación entre la eficiencia media de los patrones con diferentes pesos de residuo final ( $Eficiencia_{punto X}$ ) y la del patrón con masa cero ( $Eficiencia_{punto 1}$ ):

$$F_a = \frac{Eficiencia_{puntoX}}{Eficiencia_{punto1}} \quad (1)$$

donde

$F_a$  es el factor de autoabsorción;

$Eficiencia_{puntoX}$  es la eficiencia obtenida a partir de los patrones con diferentes pesos de residuo final, en %;

$Eficiencia_{punto 1}$  es la eficiencia obtenida a partir del patrón con masa cero, en %.

**f) Algoritmo de ajuste de las curvas de autoabsorción**

Las curvas de autoabsorción se realizaron representando el factor de autoabsorción frente al residuo final en miligramos. El algoritmo de ajuste utilizado fue el siguiente:

$$F_a = \frac{1 - e^{-ax}}{a \cdot x} \quad (2)$$

donde

$F_a$  es el factor de autoabsorción;

$a$  es el coeficiente de ajuste de la recta, en  $mg^{-1}$ ;

$x$  es el peso del residuo final, en mg.

Este algoritmo se puede deducir del fenómeno de absorción beta (9, 10, 11).

**g) Determinación de los coeficientes de absorción másico para las diferentes curvas**

Con los coeficientes de ajuste medios para cada una de las cuatro curvas preparadas (Tabla 2), se han determinado los coeficientes de absorción másico mediante la expresión:

Detector	Carbonato sódico	Sulfato sódico	Nitrato sódico	Nitrato sódico calcinado
1	0.00164 ± 0.00012	0.00156 ± 0.00012	0.00129 ± 0.00012	0.00131 ± 0.00024
2	0.00157 ± 0.00016	0.00149 ± 0.00016	0.00125 ± 0.00016	0.00126 ± 0.00022
3	0.00159 ± 0.00016	0.00151 ± 0.00016	0.00126 ± 0.00016	0.00133 ± 0.00030
4	0.00155 ± 0.00012	0.00148 ± 0.00012	0.00122 ± 0.00014	0.00129 ± 0.00018
5	0.00159 ± 0.00012	0.00153 ± 0.00012	0.00128 ± 0.00012	0.00133 ± 0.00022
6	0.00167 ± 0.00012	0.00158 ± 0.00012	0.00132 ± 0.00012	0.00131 ± 0.00020
7	0.00160 ± 0.00018	0.00151 ± 0.00016	0.00129 ± 0.00018	0.00138 ± 0.00022
8	0.00158 ± 0.00014	0.00152 ± 0.00014	0.00128 ± 0.00014	0.00136 ± 0.00020
9	0.00157 ± 0.00012	0.00148 ± 0.00012	0.00125 ± 0.00012	0.00132 ± 0.00022
10	0.00157 ± 0.00012	0.00151 ± 0.00012	0.00128 ± 0.00014	0.00136 ± 0.00020
<b>Promedio</b>	<b>0.00159 ± 0.00002</b>	<b>0.00152 ± 0.00002</b>	<b>0.00127 ± 0.00002</b>	<b>0.00133 ± 0.00003</b>

Las incertidumbres están expresadas como ±2σ.

TABLA 2. Coeficientes de ajuste de las distintas curvas de autoabsorción.

$$\alpha = \frac{\mu \cdot p}{S} \quad (3)$$

donde

$\alpha$  es el coeficiente de ajuste de la curva, sin dimensiones;

$\mu$  es el coeficiente de absorción másico, en  $\text{cm}^2 \cdot \text{mg}^{-1}$ ;

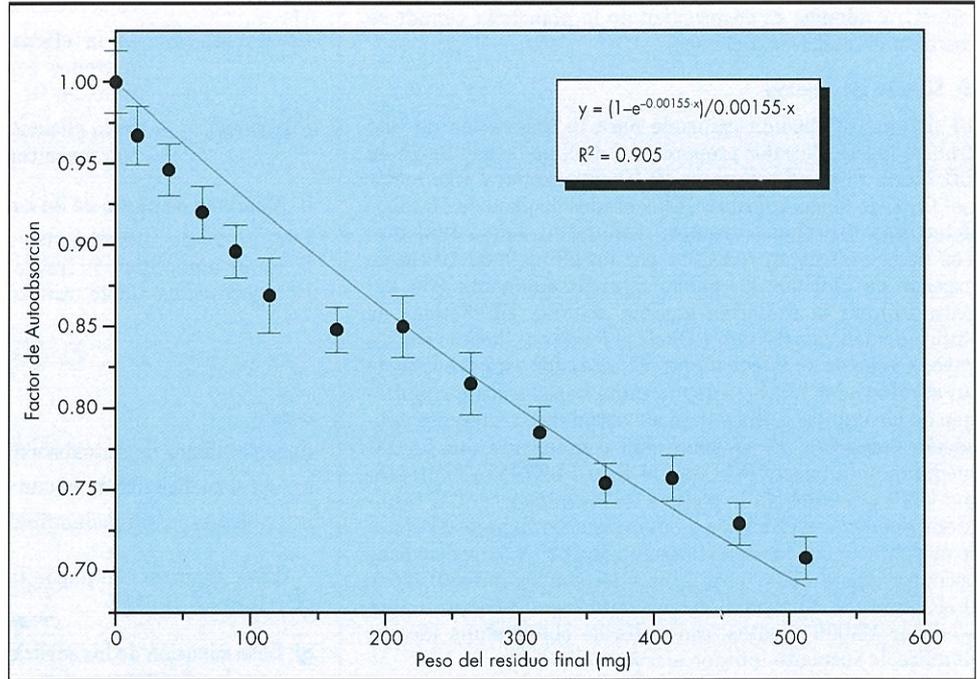
$p$  es el peso del depósito, en mg;

$s$  es la superficie de la plancheta, en  $\text{cm}^2$ , en nuestro caso  $19.6 \text{ cm}^2$ .

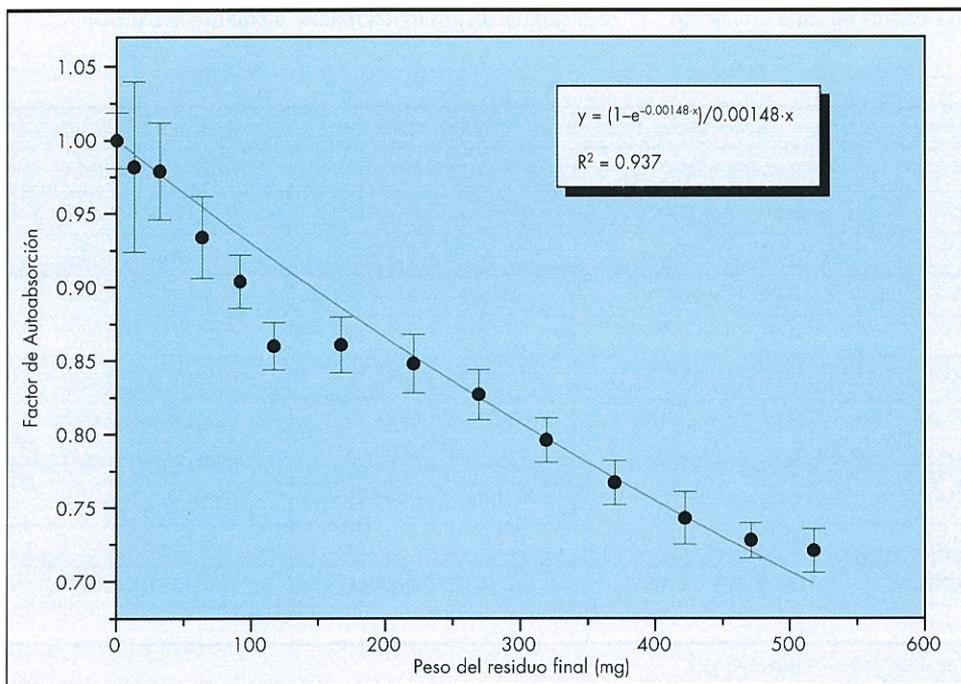
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los patrones preparados para las distintas sales fueron medidos en todos los detectores del contador proporcional Berthold LB 770-2. A título de ejemplo y como el comportamiento para una determinada sal es similar en todos los detectores, en las Figuras 1, 2, 3 y 4 se muestran las curvas obtenidas con el detector número 4 para cada una de las sales.

Se observó que los puntos obtenidos para las curvas de carbonato y sulfato sódico se separaban ligeramente del com-



**FIGURA 1.** Curva de autoabsorción con carbonato sódico para el detector número 4 del contador proporcional Berthold LB 770-2 del CEDEX.



**FIGURA 2.** Curva de autoabsorción con sulfato sódico para el detector número 4 del contador proporcional Berthold LB 770-2 del CEDEX.

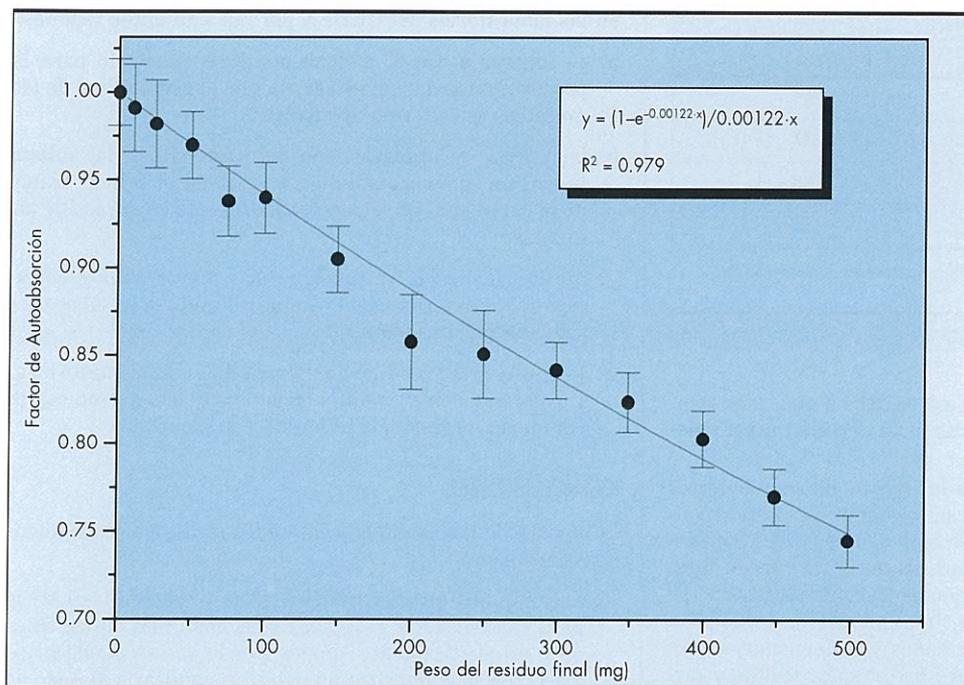


FIGURA 3. Curva de autoabsorción con nitrato sódico para el detector número 4 del contador proporcional Berthold LB 770-2 del CEDEX.

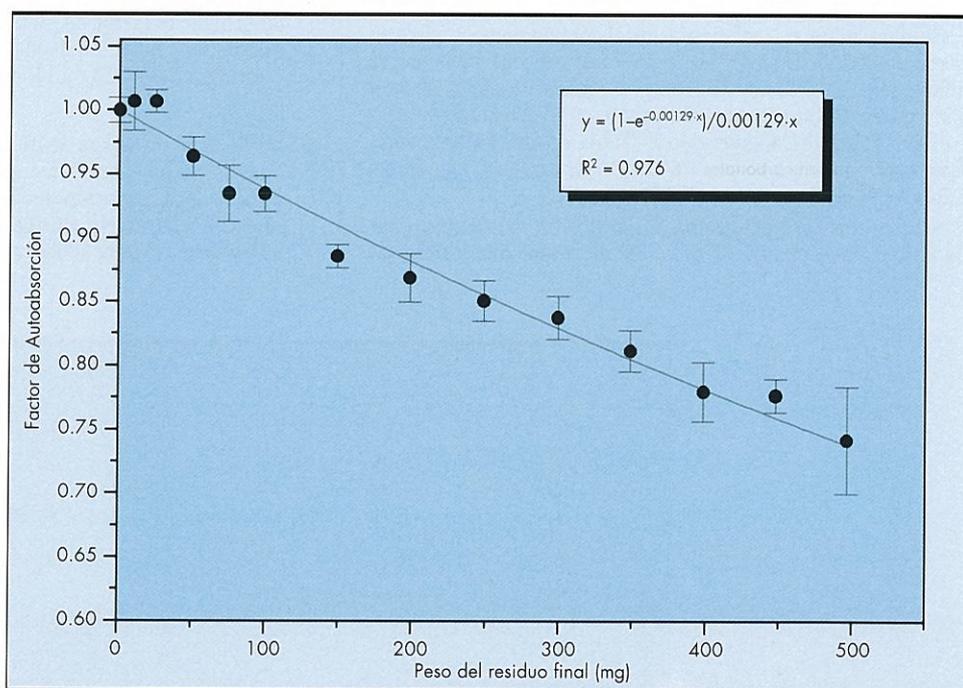


FIGURA 4. Curva de autoabsorción con nitrato sódico calcinado para el detector número 4 del contador proporcional Berthold LB 770-2 del CEDEX.

portamiento exponencial en el primer tramo de la curva (Figuras 1 y 2). En el caso del carbonato, la razón es que en la reacción que se produce entre la sal y el ácido nítrico 1 M, en el que se encuentra el patrón, se desprende  $\text{CO}_2$ , provocando una efervescencia en la plancheta con las consecuentes pérdidas del patrón. En el caso del sulfato sódico no se encontró una explicación al fenómeno. Las diferencias observadas entre ambas curvas y el comportamiento exponencial, también se pusieron de manifiesto en los bajos coeficientes de determinación (Tabla 3).

En la curva de autoabsorción del nitrato sódico calcinado (Figura 4) se observó como el segundo y el tercer punto, estaban por encima del valor del primer punto, este ligero aumento podría atribuirse a la retrodispersión de las partículas beta. La retrodispersión consiste en la reflexión en la plancheta de las partículas beta del patrón hacia el detector. Esta retrodispersión puede producir un aumento de la eficiencia del patrón beta.

Al realizar las curvas de autoabsorción con carbonato y sulfato se observó un aumento de peso del 6% respecto al

Sal empleada	Rango de los coeficientes de determinación
Carbonato sódico	0.828-0.905
Sulfato sódico	0.907-0.937
Nitrato sódico	0.956-0.988
Nitrato sódico calcinado	0.955-0.976

**TABLA 3.** Coeficientes de determinación para las distintas curvas de autoabsorción.

peso teórico. Este aumento de peso se debe a que estos compuestos absorben una molécula de agua al recrystalizar (véase tabla 1).

Los coeficientes de ajuste de las curvas de cada detector obtenidos para cada uno de las sales fueron estadísticamente iguales (Tabla 2), por lo que se realizó una curva promedio para cada uno de las sales. Al representar las curvas de autoabsorción promedio para cada uno de las sales (Figura 5), se observan dos grupos de curvas, uno que estaba compuesto por las curvas de nitratos (calcinados y sin calcinar) y otro grupo que estaba compuesto por las curvas de sulfato y carbonato. La diferencia entre ambos grupos es del orden del 3% para un peso de 250 mg, que corresponde a la mitad de la curva de autoabsorción.

Se determinó el coeficiente de absorción másico para el estroncio-90/itrio-90 con las ecuaciones encontradas en la bibliografía (12, 13, 14, 15, 16) y se comparó con los obtenidos a partir las curvas de autoabsorción preparadas en este trabajo utilizando la expresión 3 (Tabla 4). Los valores obtenidos con las cuatro curvas de autoabsorción son muy semejantes a los encontrados en la bibliografía.

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo, se eligió la curva de autoabsorción de nitrato sódico calcinado

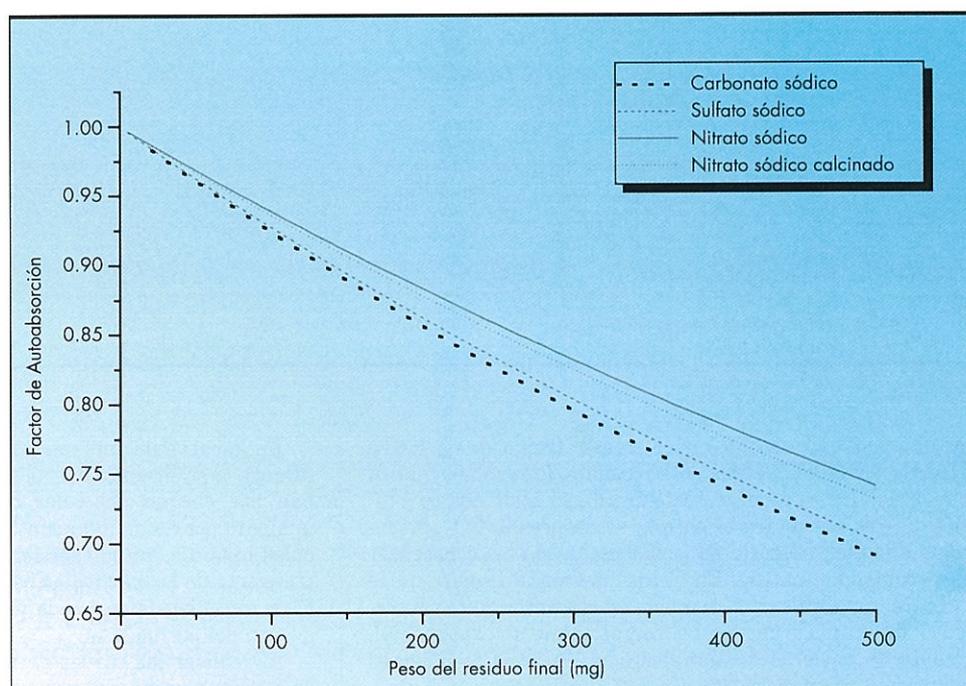
en los laboratorios del CEDEX por las siguientes razones:

- es coherente con el método analítico empleado para la preparación de las muestras, ya que el estado final de las muestras es en forma de nitratos;
- las curvas de autoabsorción del carbonato y del sulfato tienen un comportamiento irregular en el primer tramo de la curva, que no se pone de manifiesto en el caso de los nitratos;
- con la calcinación se consigue una mayor homogeneización del patrón con la sal, ya que al fundirse la sal se consigue un mejor reparto;
- la fuente preparada calcinando, es más estable tanto en el tiempo como en su manipulación, ya que el patrón con la sal queda fuertemente adherido a la plancheta.

### CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se comprobó que los coeficientes de ajuste de las curvas para cada detector obtenidos para cada una de las sales eran estadísticamente iguales, por lo que se puede realizar una sola curva para un detector y aplicarla al resto de los detectores del contador proporcional.
- Mediante los resultados obtenidos en este trabajo se puede utilizar el factor de autoabsorción apropiado para cada uno de los tres métodos de preparación de muestras más comunes: BOE, ISO y el empleado en nuestros laboratorios.
- De las cuatro curvas de autoabsorción preparadas en este trabajo, se ha elegido la curva del nitrato sódico calcinado para la determinación del índice de actividad beta total en nuestro laboratorio ya que presenta numerosas ventajas en su preparación, conservación y manipulación.



**FIGURA 5.** Curvas de autoabsorción medias para cada una de las sales.

Fuente	$\mu$ (cm <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> ) <sup>†</sup>
Bibliografía	24.10
Curva de carbonato sódico	31.16
Curva de sulfato sódico	29.79
Curva de nitrato sódico	24.89
Curva de nitrato sódico calcinado	26.07

<sup>†</sup> Los valores de las curvas se han calculado con la expresión 3, siendo la superficie de la plancheta 19.6 cm<sup>2</sup>.

**TABLA 4.** Coeficiente de absorción másico obtenido a partir de las curvas de autoabsorción para los diferentes sales y el deducido a partir de las ecuaciones semiempíricas de la bibliografía.

### BIBLIOGRAFÍA

- (1) BOE (1987). Métodos oficiales de análisis físico-químicos para aguas potables de consumo público. En: Boletín Oficial del Estado, 9 julio, Orden 15871 (pp. 20911-20919). Madrid.
- (2) ISO (International Organization for Standardization) (1992). Qualité de l'eau-Mesurage de l'activité bêta globale dans l'eau non saline. ISO 9697. Genève: ISO.
- (3) PÉREZ, S.; PLATA, A. (1965). Interacción de la radiación con la materia: partículas alfa y beta. En: Radiaciones ionizantes (pp. 123-145). Madrid: Artes Gráficas Langa y Compañía.
- (4) PUJOL, L.; SUÁREZ-NAVARRO, J. A.; DÍAZ, M<sup>a</sup> FÉ (2000). Eficiencia de recuento de emisores beta en un contador proporcional.

XXVI Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Madrid: Senda Editorial.

- (5) RODIER, J. (1978). Análisis de las Aguas. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.
- (6) CATALAN, J. G. (1991). Química del Agua. Madrid: Talleres Gráficos Alonso, S.A.
- (7) PROBUS (1959). Léxico Químico. Badalona: Fabrica de Productos Puros Probus.
- (8) PUJOL, L.; SUÁREZ-NAVARRO, J. A.; DÍAZ, M<sup>a</sup> FÉ (1999). Estudio Comparativo de los Modos de Medida Secuencial y Simultáneo con el Contador Proporcional LB 770-2. XXV Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. Madrid: Senda Editorial.
- (9) WATT, D. E.; RAMSDEN, D. (1964). High sensitivity counting techniques. Oxford: Pergamon Press.
- (10) CHASE, G. D. y RABINOWITZ, J. L. (1967). Principles of radioisotope methodology. Minneapolis: Burgess Publishing Company.
- (11) CETAMA (1973). Mesures d'activité nucléaire. Paris: Masson et Cie.
- (12) COOMBE, R. A. (1968). The physical properties of radiation. En: *An Introduction to Radioactivity for Engineers*, (pp. 44-57). London: Macmillan.
- (13) EVANS, R. D. (1955). Stopping of electrons by thick absorbers. En: *The Atomic Nucleus* (pp. 611-631). New York: McGraw Book Company.
- (14) TSOULFANIDIS, N. (1995). Energy loss and penetration of radiation through matter. En: *Measurement and Detection of Radiation* (pp. 121-150). Washington: Taylor & Francis.
- (15) POCH, A. (1994). Interacción de la radiación con la materia. En: Ortega, X., Jorba, J. (Eds), *Las Radiaciones Ionizantes. Su utilización y riesgos*. Barcelona: Edicions UPC.
- (16) THEODORSSON, P. (1996). *Measurement of weak radioactivity*. Singapore: World Scientific.

# Obra civil marítima y trabajos especiales

## Sus aliados en el mar

Nuestro Grupo realiza, desde el agua, todo tipo de trabajos de apoyo a las empresas constructoras de obras marítimas y fluviales.

Somos especialistas, también, en el transporte y remolque de piezas, materiales y elementos flotantes utilizando las pontonas, remolcadores y barcos más adecuados para cada tipo de trabajo.



 **Grupo Rebarsa**  
Pasión por el mar

Pg. Joan de Borbó, 92, 2º 2º  
08039 Barcelona. España  
Tel. 93 221 14 41 - Fax. 93 221 14 40

e-mail : rebarsa@remolcadores.com www.rebarsa.com

 **Remolcadores de Barcelona S.A.**

 **PRA, S.A.**  
Servicios de Puerto,

 **Nareser**