

# RETRODISPERSION DE RADIACION GAMA

R.Ferragut, R.Romero\* y A.Somoza

*Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Pinto 399, 7000 Tandil.*

Se midieron espectros de la radiación retrodispersada en hierro, para distintos espesores y dimensiones laterales, como una función del ángulo  $\theta$  entre la normal a la superficie del dispersor y el eje del detector. Se presentan resultados del relevamiento del número diferencial de albedo en función de  $\theta$ , del número total de albedo en función de las dimensiones de las placas dispersoras y las distribuciones energéticas de la radiación retrodispersada para las fuentes utilizadas. Se propone una expresión para estimar el valor del número total de albedo en función de la geometría del dispersor.

## INTRODUCCION

La distribución espectral de rayos gamma provenientes de una fuente puntual se modifica cuando la fuente se coloca sobre un medio homogéneo semi-infinito. Este fenómeno es debido a los rayos gamma retrodispersados por el material. Se denomina albedo de la radiación gamma emitida por una fuente puntual a la fracción entre la radiación retrodispersada por un medio y la radiación incidente. Esta relación puede ser expresada como número de albedo; o como albedo de energía, fracción energética respecto de la energía incidente.

Desde mediados de la década del '60 el albedo para dispersores semi-infinitos se ha utilizado como parámetro en el diseño de blindajes de radiaciones gamma<sup>1-4</sup>. Si bien existen valores publicados sobre materiales de uso común<sup>1-4</sup>, es escasa la información sobre distribuciones espectrales de la radiación retrodispersada y la influencia de las dimensiones de los dispersores.

En el presente trabajo se analiza la radiación gamma retrodispersada en hierro para distintas dimensiones laterales y espesores del dispersor.

## ARREGLO EXPERIMENTAL

Se utilizaron fuentes puntuales emisoras de radiación gamma ( $\text{Cs}_{137}$ , 662keV, y  $\text{Co}_{60}$ , 1173keV y 1332keV). El esquema del dispositivo experimental se muestra en la Fig.1; como detector se usó un centellador, lateralmente blindado, de NaI(Tl) de 5" x 2" con electrónica asociada. La distancia fuente-detector fue de 1m. Como dispersor se utilizaron chapas de hierro de distintos espesores y dimensiones laterales.

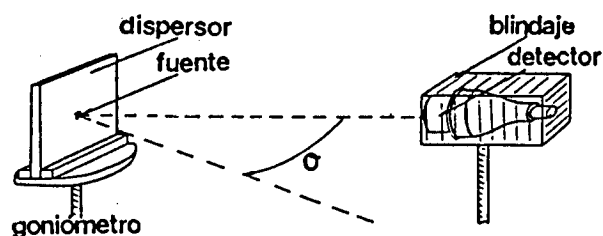


Figura 1: Esquema del dispositivo experimental utilizado para la medición de los números diferencial ( $N_D$ ) y total ( $N_T$ ) de albedo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Fig.2 se muestran los espectros de la radiación retrodispersada para las dos fuentes radiactivas utilizadas y para distintos ángulos  $\theta$ . Estos espectros se obtuvieron luego de sustraer la contribución de la propia fuente y del fondo y de realizar la corrección por eficiencia del detector. Puede notarse que, en la medida que el ángulo  $\theta$  crece, se incrementa el intervalo de energía en donde se registran eventos mientras que la distribución se va haciendo más plana. Este tipo de información es relevante para el diseño de dispositivos experimentales donde se necesite evitar contribuciones espúreas (por ejemplo, experiencias de aniquilación de positrones y de perfil Compton).

\* Investigador CICPBA

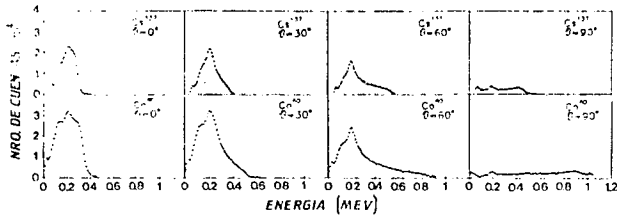


Figura 2: Distribución energética de la radiación retrodispersada en hierro para Cs<sup>137</sup> y Co<sup>60</sup> para distintos ángulos  $\theta$ .

El número diferencial de albedo ND, para el caso de un medio de dimensiones laterales infinitas y espesor x, es la fracción de fotones que emergen de la superficie dispersora a un ángulo  $\theta$  por estereoradián y por fotón incidente; de esta manera, el número total de albedo es:

$$N_T(x) = \int_0^{\pi/2} N_D(\theta, x) 2\pi \sin\theta \cdot d\theta$$

En la Fig.3 se muestra el número diferencial de albedo  $N_D$  vs.  $\theta$  para hierro, obtenido como la integral del número de eventos acumulados bajo el área de los espectros de la Fig.2. Puede verse que  $N_D$  decrece suavemente hasta 60° haciéndose su decaimiento más abrupto para ángulos mayores; para todas las energías estudiadas.

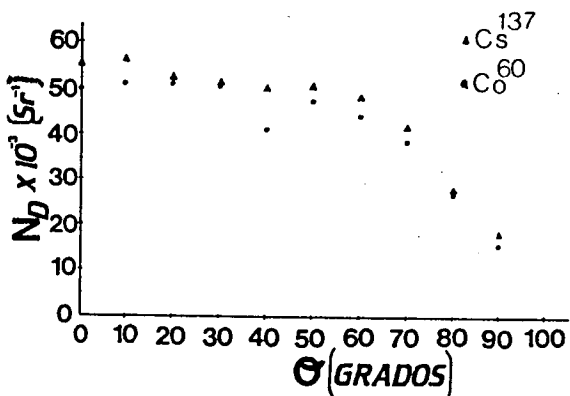


Figura 3: Distribución angular de la radiación retrodispersada ( $N_D$  vs.  $\theta$ ), en hierro.

La Fig.4 muestra la variación del número total de albedo  $N_T$  con el espesor de las láminas de hierro, para placas dispersoras de radio  $R = 4.2$ cm y radiación gamma de energía 662 keV. Puede observarse que el  $N_T$  crece, al principio rápidamente, hasta alcanzar un valor máximo y, aproximadamente, constante; el mínimo x para el cual se obtiene este valor máximo de  $N_T$  se denomina espesor de saturación que, en nuestro caso, fue de 2.3 cm.

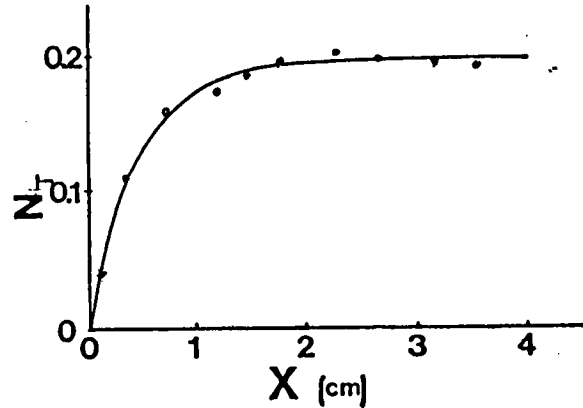


Figura 4: Variación del número total de albedo  $N_T$  con el espesor x del dispersor. La línea continua representa un ajuste de los datos experimentales (ver texto).

En la Fig.5 se presentan los valores del número total de albedo  $N_T$ , para espesor de saturación, en función de las dimensiones laterales del dispersor representadas en este caso por la variable radial R. Se encuentra un comportamiento similar al de la Fig.4, siendo el valor de saturación de  $R \approx 9.5$ cm.

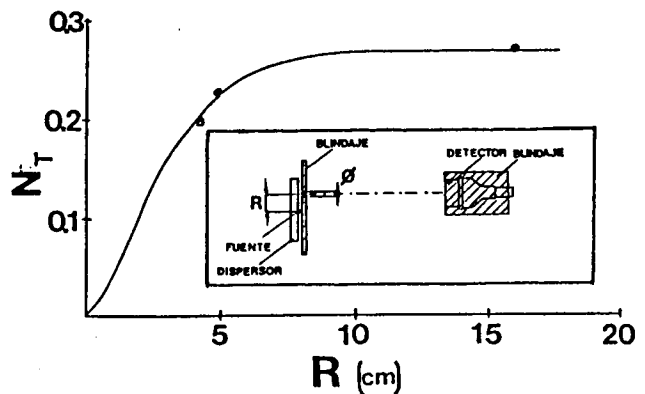


Figura 5: Variación del número total de albedo  $N_T$  con las dimensiones laterales R del dispersor. La línea continua representa un ajuste de los datos experimentales (ver texto). La figura inserta muestra el arreglo experimental utilizado para el ajuste de  $N_T$  vs. R

Desde un punto de vista práctico es interesante poder contar con una estimación del  $N_T$  para distintas geometrías de los dispersores, sin necesidad de realizar un relevamiento total. Para ello, se realizaron mediciones con el dispositivo, cuyo esquema aparece inserto en la fig.5. El mismo consiste de un blindaje de Pb con una ventana de diámetro  $\phi$  la cual puede colocarse a distintas distancias R de la fuente radiactiva adosada al material dispersor de dimensiones semi-infinitas. Con el mismo se observa que la radiación emergente sigue una ley exponencial negativa respecto de R con un coeficiente de decaimiento  $\alpha$ . Con este coeficiente puede aproximarse el número total de albedo para espesores iguales o mayores al de saturación y distintas dimensiones laterales mediante la función  $N_T(R) = N_T[1-(1+\alpha R) \exp(-\alpha R)]$ , la cual se muestra en línea continua en la Fig.5. Por otro lado, los puntos experimentales de la fig.4 pueden ser descriptos razonablemente mediante una función del tipo  $[1-\exp(-\mu x)]$ , como puede apreciarse en dicha figura con línea llena.

Por lo antes expuesto, es posible estimar el valor del número total de albedo para dimensiones laterales R y espesores x si se conoce el número total de albedo para dimensiones laterales y espesores iguales o mayores al de saturación, y los coeficientes de decaimiento lateral  $\alpha$  y de retrodispersión  $\mu$ , mediante la expresión:

$$N_T(x,R) = N_T [1-(1+\alpha R) \exp(-\alpha R)] [1-\exp(-\mu x)]$$

#### REFERENCIAS

- 1) T.Hyodo: Nucl. Sci. Eng. 12, 178 (1962).
- 2) D.B.Pozdneyev: J.Nucl.Energy 21, 197 (1967).
- 3) M.Biswas, A.K.Sinhá y S.C.Roy: Nucl. Inst. Meth. 159, 157 (1979).
- 4) A.Bhattacharjee y A.K. Sinha: Nucl. Inst. eth B34, 9 (1988).