

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

MANUAL DEL CURSO DE METODOLOGIA
Y APLICACION DE RADIOISOTOPOS

CAPITULO 15

GÉOMETRIA - RETRODISPERSION
AUTOABSORCION Y AUTODISPERSION

JOSEFINA RODRIGUEZ

BUENOS AIRES
Reimpresión 1978

a) GEOMETRIA

INTRODUCCION

Una fuente radiactiva emite radiaciones en todas direcciones. Si consideramos una fuente puntual, en la que no tengan lugar fenómenos de retrodispersión, autoabsorción (para estos efectos, ver más adelante) entrarán al contador, y por tanto serán detectadas, las radiaciones emitidas dentro del ángulo sólido sustentado por la ventana del contador Geiger-Müller.

De lo dicho se deduce que es importante la posición de la muestra respecto al contador, y que tienen alta importancia los desplazamientos verticales (se vió en la práctica Preparación de un patrón) y los desplazamientos horizontales, cuyo estudio será objeto de esta práctica.

Todo lo expuesto, vale también para el caso de fuentes como las utilizadas en nuestros trabajos, (la actividad dispuesta en un círculo) ya que éstas podrían considerarse constituidas por múltiples fuentes puntuales homogéneamente distribuidas. De ahí que en las mediciones radiactivas, sea necesario respetar las condiciones geométricas: distancia del preparado al tubo, desplazamiento de la fuente respecto del eje del tubo, distribución homogénea de la misma.

PARTE EXPERIMENTAL

Trazar sobre un soporte de aluminio un círculo, cuya superficie sea la utilizada en general en la preparación de las fuentes activas, y colocar en distintas zonas de esta superficie una pequeña fuente activa, medir la actividad que registra la fuente para cada posición de la misma, manteniendo constante la distancia ventana del tubo-soporte de aluminio.

b) RETRODISPERSION

INTRODUCCION

Del número total de electrones que llegan a una pieza de material (soporte de la fuente) una fracción es reflejada, es decir dispersada en un ángulo mayor que 90° . Este fenómeno llamado retrodispersión, se origina por choques de las radiaciones con los núcleos

y electrones atómicos de elementos que se usan como soportes, sobre los que se montan las fuentes radiactivas. De ahí que entran al contador mayor número de radiaciones que las comprendidas dentro del ángulo sólido, establecido entre el contador y la fuente emisora sin soporte o retrodispersor.

La retrodispersión es función de la energía beta máxima del nucleído emisor, y del espesor y número atómico del soporte de la fuente. Por otro lado, debido a que la radiación retrodispersada es emitida anisotrópicamente, como fué demostrado experimentalmente, la magnitud de la retrodispersión depende de la geometría utilizada.

En resumen, para geometría constante, depende de la energía de la radiación y del espesor y número atómico del soporte de la fuente.

La retrodispersión aumenta constantemente con espesores crecientes del soporte hasta un punto determinado, por encima del cual su valor permanece prácticamente constante. En este espesor límite se dice que se ha alcanzado la retrodispersión a saturación. Este espesor límite, prácticamente es igual a $0.3 R_0$, siendo R_0 el alcance de la radiación en el material soporte.

Se denomina porcentaje de retrodispersión al aumento porcentual del conteo debido a un dispersor dado, respecto del valor obtenido en ausencia de ese dispersor.

$$\% \text{ de retrodispersión} = \frac{A_m - A_{om}}{A_{om}} \times 100$$

siendo:

A_m : actividad medida de la fuente con retrodispersor

A_{om} : actividad medida de la fuente sin retrodispersor

Se puede estudiar la influencia del espesor del soporte, utilizando una fuente activa, que se va montando sobre distintos espesores de retrodispersor y cuyas actividades se van determinando. Se obtienen gráficos similares al indicado en la fig.1, si en papel milimetrado se indica en ordenadas el porcentaje de retrodispersión y en abscisas el espesor (mg/cm^2) de redispersor utilizado.

A medida que el número Z del retrodispersor aumenta, también crece el número de protones en el núcleo y por lo tanto aumenta el porcentaje de retrodispersión. Si se van colocando bajo la fuente distintos materiales (en espesores necesarios para lograr retrodia

persión en saturación) y se indican, sobre papel milimetrado, en ordenadas porcentajes de retrodispersión, y en abscisas los números atómicos de los retrodispersores se obtienen gráficos similares al de la fig. 2.

A medida que aumenta la energía del emisor, el porcentaje de retrodispersión aumenta.

PARTE EXPERIMENTAL

1.- Influencia del espesor del retrodispersor.

Colocar debajo de la fuente activa, lo más íntimamente posible, espesores crecientes de aluminio hasta alcanzar el espesor límite. Determinar la actividad de la fuente con los distintos espesores de retrodispersor, y representar en papel milimetrado indicando en abscisas espesores del retrodispersor (mg/cm^2), y en ordenadas porcentajes de retrodispersión.

2.- Influencia del número atómico del soporte.

Colocar debajo de la fuente activa soportes de distintos materiales, en espesores tales de lograr retrodispersión en saturación; determinar la actividad con cada uno de ellos. Graficar en papel milimetrado, indicando en abscisas el número atómico del soporte y en ordenadas el porcentaje de retrodispersión.

c) AUTOABSORCION Y AUTODISPERSION

INTRODUCCION

El material constituyente de una fuente activa, el portador por ejemplo, absorbe y dispersa las radiaciones emitidas por la misma sobre todo cuando se trata de radiaciones de baja energía.

Los factores que hacen variar la magnitud de la autoabsorción, y la autodispersión en un nucleído dado son: el espesor del preparado y el material que constituye la fuente.

Por lo tanto, para obtener valores que se puedan comparar, es necesario que las distintas muestras activas estén constituidas por el mismo material y que se tenga el mismo espesor en todas ellas.

En aquellos casos en que se tenga que trabajar con muestras de distintos espesores hay que hacer ciertas correcciones.

Ahora bien, si se tiene una muestra activa que sea beta para o

que tenga muy poca radiación gamma (CO_3Ba , marcado con ^{14}C ó SO_4Ba marcado con ^{35}S) de la cual se van preparando fuentes de distintos espesores y determinando su actividad, se observa un gráfico similar al de la fig.3. Todas las muestras tienen en este caso la misma actividad específica absoluta.

Se define como actividad específica absoluta de una fuente, la actividad de la misma por unidad de masa (en muestras sólidas), o de volumen (en muestras líquidas). Se expresa generalmente en Curie o submúltiplos por gr. o mgr. de fuente, o en Curie o submúltiplos por ml.

Se conoce como actividad específica relativa medida o actividad específica aparente de una fuente, a la actividad medida por unidad de masa o de volumen. Se expresa en cuentas/min.mg., cuentas/seg.mg. (en muestras sólidas) y cuentas/min.ml., o cuentas/seg.ml., (en muestras líquidas).

Como puede observarse en el gráfico, existe un espesor de muestra alrededor del alcance de la radiación en el material constituyente de la misma, a partir del cual la variación en la actividad relativa medida de la muestra es muy pequeña, se dice entonces que se ha alcanzado espesor infinito. En estas condiciones, el contador mide solamente las radiaciones provenientes de una capa superior de la muestra, cuyo espesor es más o menos igual al alcance de la radiación en ese material.

Si nosotros tomamos otra muestra de actividad específica absoluta distinta y repetimos la experiencia anterior, obtendremos una curva similar a la anterior en cuanto a su forma, no en cuanto a los valores de actividad relativa medida. Estos valores serán en ambos casos proporcionales a la actividad específica absoluta de cada una de ellas.

Por lo tanto, si lo que interesa es conocer qué relación hay entre la actividad específica absoluta de la primera muestra respecto de la segunda, basta con hacer mediciones de las mismas a espesores infinitos o mayores que éste y relacionar estos valores. En cambio, si se desea conocer la actividad específica absoluta de las muestras, es necesario comparar las actividades relativas de las mismas con la actividad relativa de un patrón del mismo material, medido en las mismas condiciones y a espesor infinito, y cuya actividad específica absoluta se conozca. Mediante estos valores se puede determinar también la actividad absoluta de las mismas. Este método generalmente se emplea cuando se trata de emisores blandos (^{14}C , ^{35}S , ^{45}Ca).

Si se prepara una serie de fuentes que tienen una actividad absoluta constante, pero se han diluido con cantidades crecientes de material inerte, en este caso en lugar de observar la misma actividad

TUBO CONTADOR	ESCALIMETRO
TENSION DE ENTRADA	VOLTIOS
TENSION DE TRABAJO	VOLTIOS
PATRON DE URANIO	EFFECTO CERO.....
FOENTE RADIATIVA	

RETRODISPERSOR ALUMINIO ESPESOR mgr/cm ²	TOTAL DE CUENTAS	Δ T	c/min.	c/min. EFECTO CERO	% de RETRODISPER SION $\frac{A_m - A_{om}}{A_{om}} \times 100$
--	---------------------	-----	--------	-----------------------	--

ESPEJOR LIMITE CORRESPONDIENTE AL VALOR DE RETRODISPERSION A SATURACION

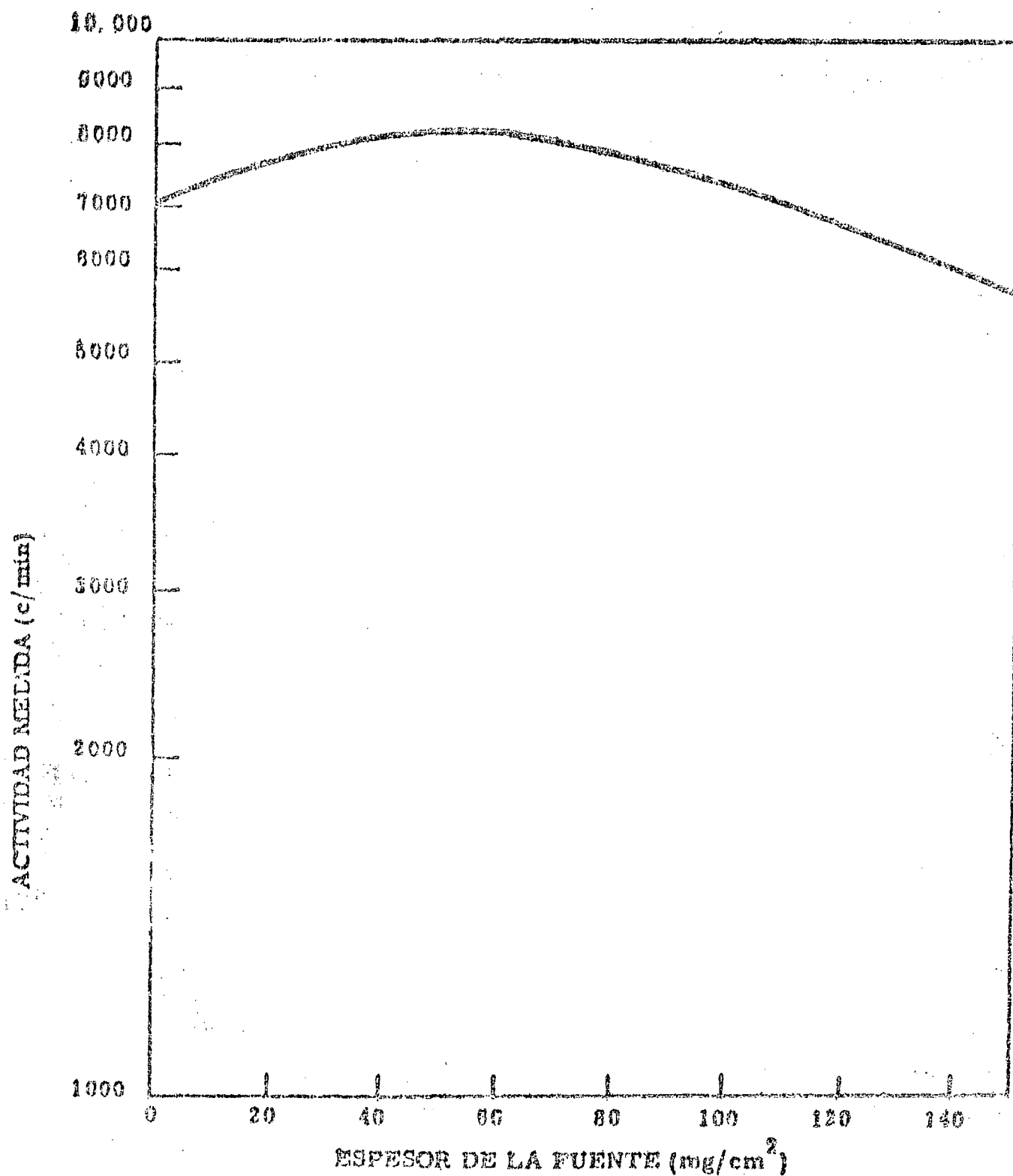


Fig. 5 Curva de auto-absorción con un máximo. Fuente activa ^{32}P , soporte aluminio

aparente total en todas las muestras, ésta decrece con el espesor como se ve en las figs.4 y 5. El aumento de la actividad aparente al comienzo, en la fig.5, se debe a que la magnitud de la autodispersión es mayor que la autoabsorción en el caso del ^{32}P .

Esta curva sirve en el caso de emisores de alta energía, para corregir las actividades medidas a distintos espesores, y para obtener valores de actividad absoluta. Para lograr esto último se compara la actividad medida de la fuente con la actividad medida de un patrón del mismo material y espesor.

Supongamos tener dos fuentes activas de ^{32}P bajo la forma de $(\text{PO}_4)_2\text{Ba}_3$, cuyas actividades aparentes o relativas deseamos conocer.

Una de las fuentes (F_1) tiene un espesor de 100 mg/cm^2 (peso de la fuente 400 mg, superficie de la misma 4 cm^2) y la otra (F_2) 120 mg/cm^2 (peso de la fuente 480 mg, superficie de la misma 4 cm^2).

Se construye experimentalmente una curva similar a la de la fig.5. Se halla un factor (B), relacionando la actividad indicada en el gráfico de la fig.5 para un espesor de 100 mg/cm^2 , y la indicada en el mismo gráfico para un espesor de 120 mg/cm^2 . Se mide la actividad de la fuente F_1 y resulta ser de C cuentas/min., la actividad de la fuente F_2 da D cuentas/min. De aquí que la actividad aparente de la fuente F_2 , si hubiera sido medida en las mismas condiciones que F_1 , sería: $D \times B$ cuentas/min; la actividad específica aparente de la fuente F_1 :

$\frac{C \text{ cuentas}}{400 \text{ min. mg}}$ y la actividad específica aparente de F_2 es $\frac{D \times B \text{ cuentas}}{480 \text{ min. mg}}$

PARTE EXPERIMENTAL

- 1.- Medir la actividad de varias fuentes de un mismo nucleído, con la misma actividad absoluta total pero teniendo distintos espesores. Graficar en papel milimetrado o semilogarítmico indicando en ordenadas, la actividad relativa medida, y en abscisas los espesores de la fuente.
- 2.- Teniendo en cuenta el gráfico anterior indicar la relación que existe entre las actividades absolutas de dos fuentes del mismo nucleído, que se entregarán para su medición.
- 3.- Medir varias fuentes de un mismo nucleído, teniendo todas la misma actividad específica absoluta pero distintos espesores, representando en papel milimetrado o semilogarítmico la actividad total relativa de las fuentes en función del espesor. Determinar el espesor infinito.
- 4.- Teniendo en cuenta el gráfico anterior, determinar la actividad específica absoluta de una nueva fuente del mismo nucleído mediante la comparación con un patrón.-

GEOMETRIA

DATOS EXPERIMENTALES

FECHA	
TUBO CONTADOR	ESCALIMETRO
TENSION DE ENTRADA	VOITIOS
TENSION DE TRABAJO	VOITIOS
FUENTE RADIATIVA	
PATRON DE URANIO	EFECTO CERO

[illegible]

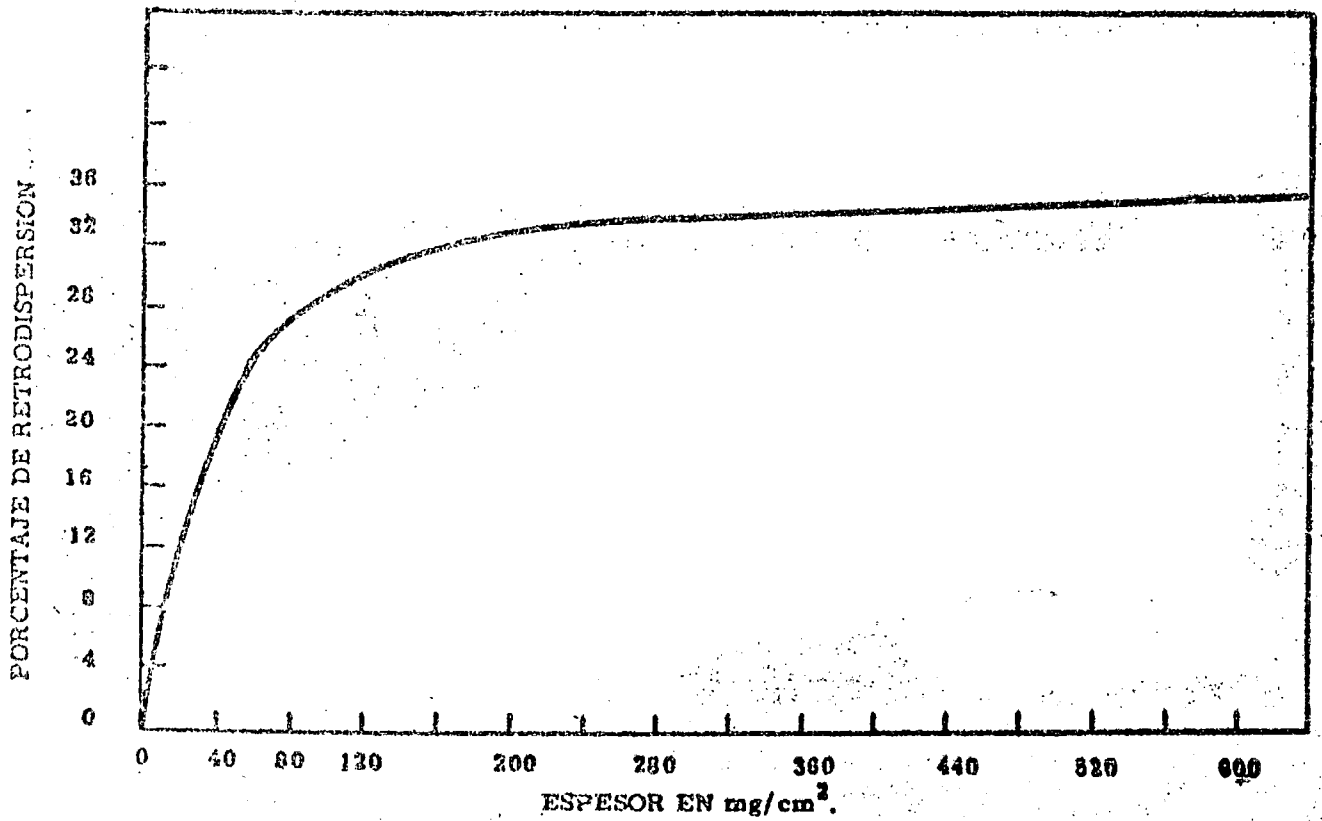


Fig. 1 Porcentaje de retrodispersión en función de los espesores de aluminio utilizado como dispersor. Fuente activa: ^{32}P

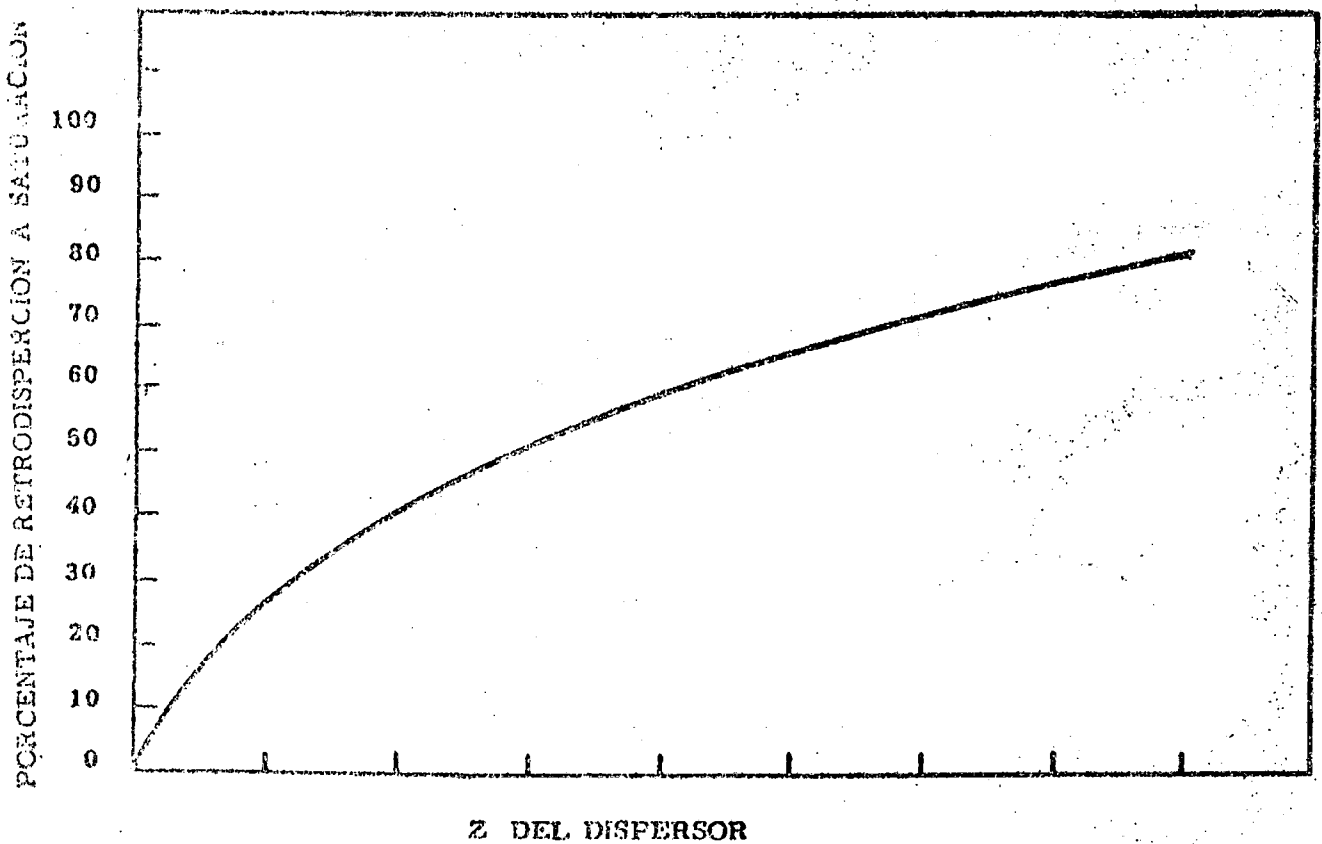


Fig. 2 Retrodispersión a saturación en función del número atómico del dispersor. Fuentes activas ^{90}Sr , E_{max} beta: 2,27 MeV.

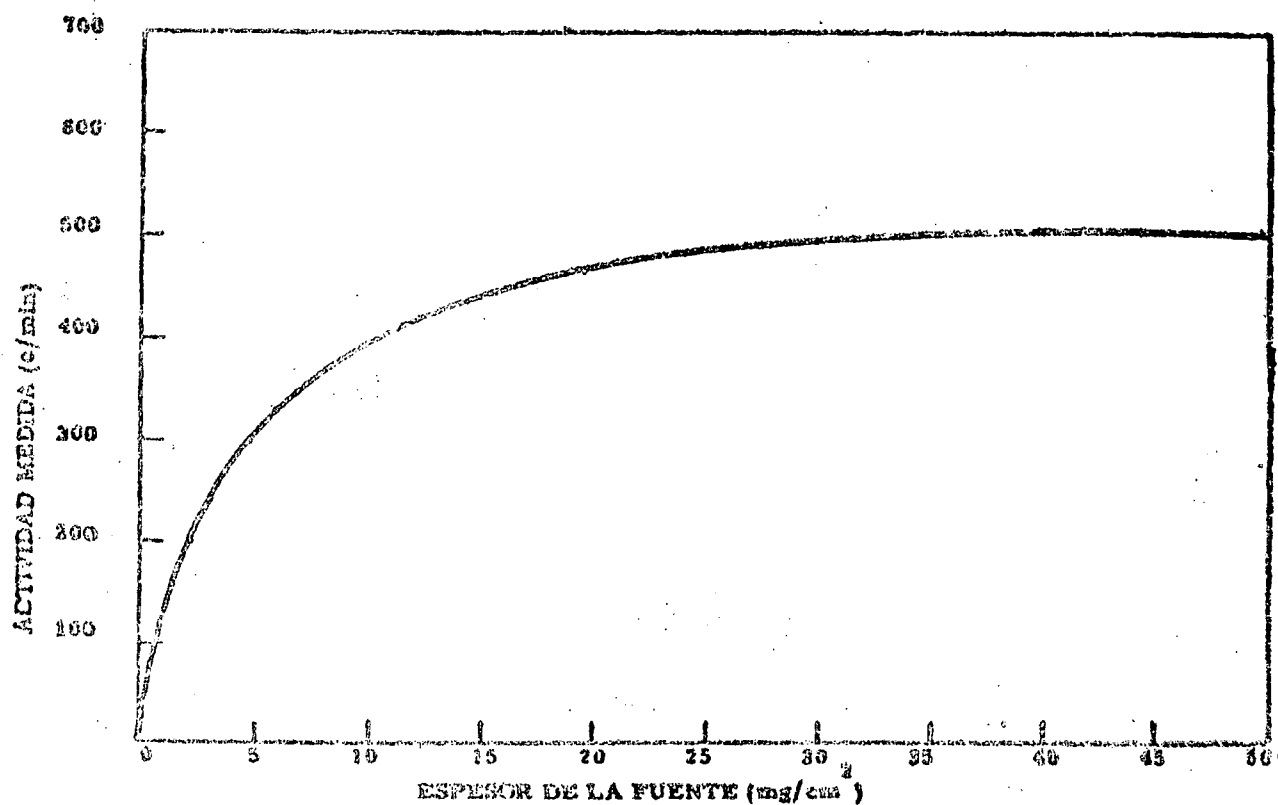


Fig. 3

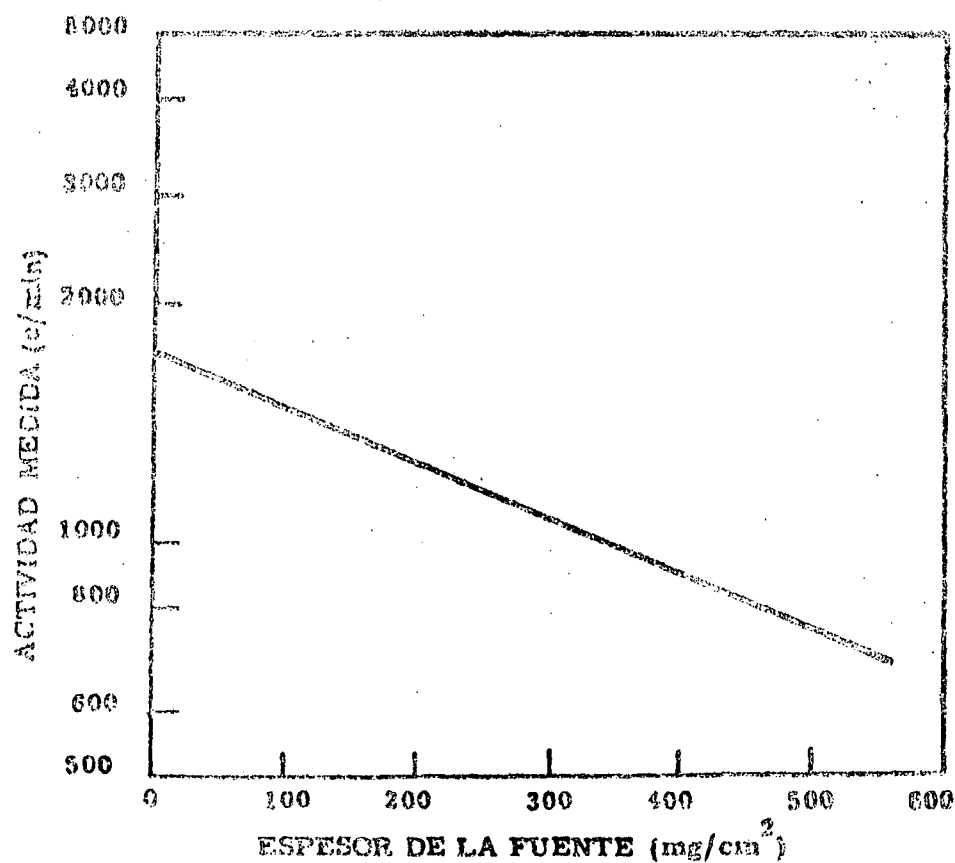


Fig. 4 Curva de auto-absorción de Meso-Torio.