

ALGUNAS APLICACIONES DE LA TÉCNICA DE RADIOGRAFÍA NEUTRÓNICA EN EL HAZ DE NEUTROGRAFÍA DEL REACTOR RA-3 DEL CENTRO ATÓMICO EZEIZA.

C.A.  
Carlos A. Cannistraci (.) ; Guillermo Estryk (:)  
(.) Departamento Fuentes Intensas de Radiación (CNEA)  
(:) Departamento Ingeniería de Reactores (CNEA)

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 1	ARO 1985

## I-Introducción

El presente trabajo tiene por finalidad resaltar la utilidad de la neutrografía como técnica de ensayo no destructivo así como su carácter complementario con otras técnicas similares, por ejemplo radiografía con rayos X o gamma.

Se propone entonces comparar neutrografías y radiografías de modo de destacar los detalles observables especialmente con las primeras.

Se ha focalizado la atención en tres tipos de dispositivos:

- fuentes de Iridio 192 poco activas,
- portadores de fuentes radioactivas (porta-fuentes)
- cartucho con bala trazante-incendiaria y dispositivo de válvula de regulación.

Cabe destacar que se trata de trabajos en desarrollo, efectuados en colaboración entre el Depto. Fuentes Intensas de Radiación y el Depto. Ingeniería de Reactores.

## II-Reseña histórica

El desarrollo de la neutrografía presenta un paralelo con el avance de la radiografía.

En ambos casos existe un lapso de unos treinta años entre el descubrimiento de la radiación y la aplicación industrial sistemática.

Las ideas básicas de trabajo con neutrografía aparecen a fines de la década del cuarenta y comienzos del cincuenta (Kallmann y Kuhn (1 y 2), Thewlis y Derbyshire (3 y 4)).

Se pasa así de obtener haces de neutrones a partir de aceleradores a extraer haces de reactores nucleares.

El valor fundamental del trabajo de Thewlis son los cálculos y gráficos que comparan las atenuaciones relativas de rayos X y neutrones en función del número atómico del absorbedor (fig. 1). Se ve allí que los neutrones son más atenuados en elementos de bajo número atómico sucediendo a la inversa con rayos X en elementos de alto número atómico. Además señala la característica de la interacción de los neutrones que pueden variar su sección eficaz en forma brusca entre elementos vecinos y aun entre isótopos del mismo elemento. De dicho trabajo se deduce que, siendo el hidrógeno buen dispersor neutrónico y al no interactuar los rayos X con dicho elemento, la neutrografía es aplicable de modo especial a plásticos, goma, papel, madera, etc., elementos todos



con alto contenido de hidrógeno.

Por último la neutrografía resultó de utilidad inestimable en ensayos no destructivos de materiales con alto fondo propio de rayos X o gamma que hacen difícil o imposible la radiografía o gammagrafía, pues dicho fondo velaría la película. Ejemplos son el combustible nuclear irradiado y las fuentes radiactivas, resultando que el método de transferencia de neutrografía obvia dicho fondo.

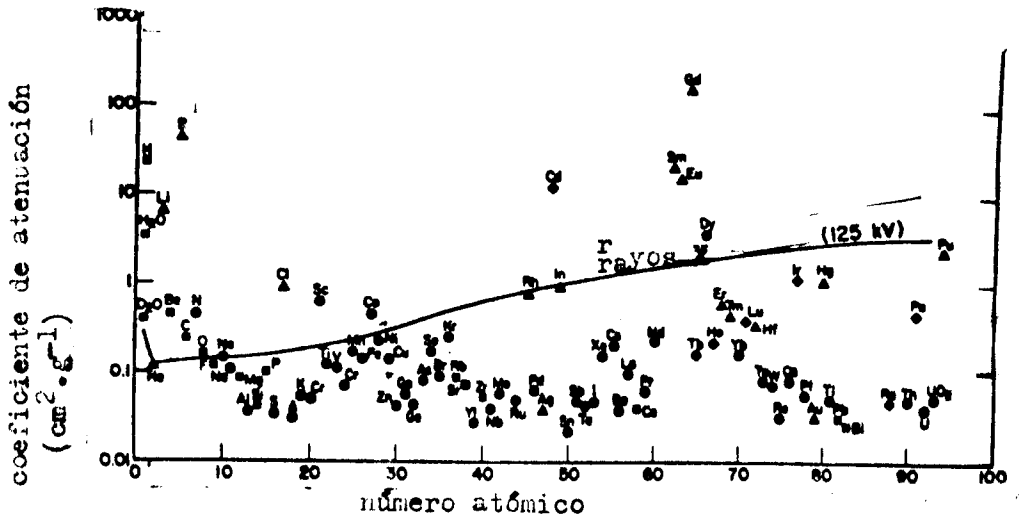


Fig. 1 Comparación de coeficientes máscicos de atenuación para rayos X (línea sólida) y para neutrones térmicos en función del número atómico del absorbedor.

### III-Método utilizado

El método de aplicación en el reactor RA-3 es el de transferencia, que consiste en someter al haz neutrónico a una folia de Indio 115 donde se forma la imagen del objeto interpuesto entre el haz y la folia de Indio.

Una vez efectuado esto, se retira la folia y se impresiona la película en el cuarto oscuro. Al momento utilizamos película Agfa Structurix D-7 y D-4

### IV-Aplicaciones

IV-1 Fuentes radioactivas. Con la intención de obtener experiencia en la aplicación de la neutrografía a fuentes muy activas para analizar su construcción, se comenzó con fuentes poco activas.

Se radiografiaron y neutrografieron tres fuentes de Iridio 192 de distinto origen (fig.2, 3 y 4). En ambas técnicas pueden observarse las masas activas pero la radiografía con rayos X es posible solo pues la actividad de las fuentes es baja; de otro modo se velarían las películas.

La neutrografía muestra cómo están armadas las masas activas. La fuente americana es de una sola pieza pero en las otras dos fuentes las masas activas son de tres discos.

La mancha de la fuente americana indicaría un material distinto al acero o iridio y que podría ser grafito de lubricantes.

Otro detalle observable con la neutrografía es el desplazamiento de la masa activa en la fuente americana de su posición sobre el eje vertical.

IV-2 a) Portafuentes de equipo de tipo Gamma-mat. De la radiografía y neutrografía de este objeto se destacan en la segunda los sectores que unen al cable flexible con los extremos de enganche al telecomando y a la zona de blindaje, en especial la zona de soldadura y la longitud de penetración del flexible para su fijación (fig 5 y 6). La rosca que une al flexible con la zona de tungsteno, que actúa como blindaje, solo es visible con la neutrografía así como también los pernos de fijación.

b) Portafuentes para equipo tipo Gamma-Volt. En la neutrografía de este equipo es destacable la forma en que está fijado el blindaje de uranio a los extremos del portafuente: por un lado al extremo de enganche y por el otro al que sujeta la fuente. Con la radiografía no es observable el hueco en donde se ubica la fuente, cosa posible con la neutrografía (fig. 7,8,9 y 10).

IV-Cartucho con bala trazante incendiaria. Con la neutrografía se observa la pólvora y el tamaño de los granulos; además se verifican los límites del alojamiento de la pólvora. En cambio la radiografía aporta elementos mostrando la sustancia trazante alojada en la parte media que es de acero. (Fig. 11 y 12).

IV-4 Dispositivo de válvula de regulación. Este caso es un claro ejemplo de complementación de radiografía y neutrografía. En ésta se observa un roscado no muy visible con radiografía y en ella se ve la disposición de los elementos internos del roscado. (Fig 13 y 14 ).

V- Conclusiones y perspectivas. A partir de la información obtenida del presente trabajo se desprenden las siguientes conclusiones: A) la complementación posible entre la neutrografía y los otros métodos de ensayo no destructivo; B) la utilidad de la neutrografía para la observación y estudio de material radioactivo.

Las posibilidades que se presentan son:

- A) Utilizar la neutrografía como método de control de calidad de las fuentes radioactivas fabricadas en el país y aun de las importadas (verificación de tamaño de masa activa y localización de ésta en la cápsula)
- B) Neutrografiar elementos combustibles irradiados.
- C) Obtención de patrones de calibración para calcular espesores de un dado material midiendo las densidades ópticas de las neutrografías, y recíprocamente conociendo las dimensiones identificar el material neutrografiado.
- D) Análisis de nivel de pureza de materiales.

VI-Bibliografía. (1) Kallmann, H. Research (London) 1 (1948) 254.  
(2) Kallmann, H. Kuhn, E, US Patent N°2, (1937) 186, 757.  
(3) Thewlis, J., Derbyshire, R.T. Rep AERE M/TN 37 (1956)  
(4) Thewlis, J., Br.J. Appl. Phys. 7 (1956) 345  
(5) Bang, M.T. Ricabarra, M.D. de, Ricabarra, G.H. : Estudio, diseño y montaje de un sistema de neutrografía en el reactor RA-3



Fig. 6 Radiografía de portafuente equipo Gamma-Volt

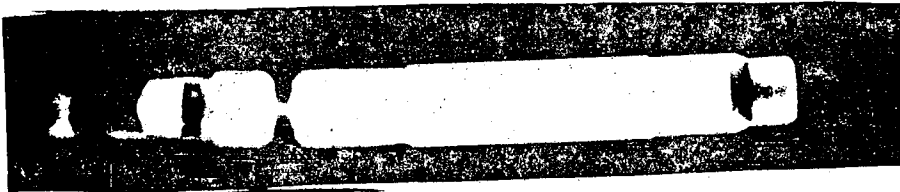


Fig. 7 Radiografía de portafuente equipo Gamma-Volt

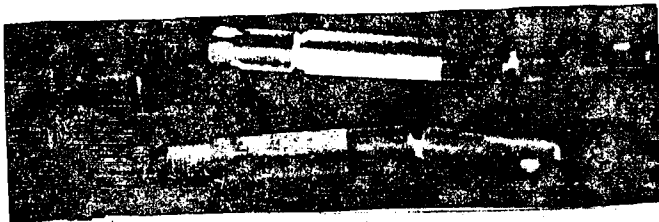


Fig. 8 Fotografía de portafuente de Fig. 7



Fig. 9 Radiografía de Cartucho de bala trazo incendiaria



Fig. 10 Neutrografía de cartucho de bala trazo incendiaria



Fig. 11 Radiografía

dispositivo  
de válvula  
de regulación

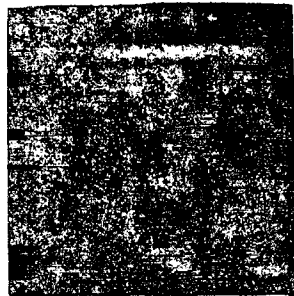


Fig. 12 Neutrografía

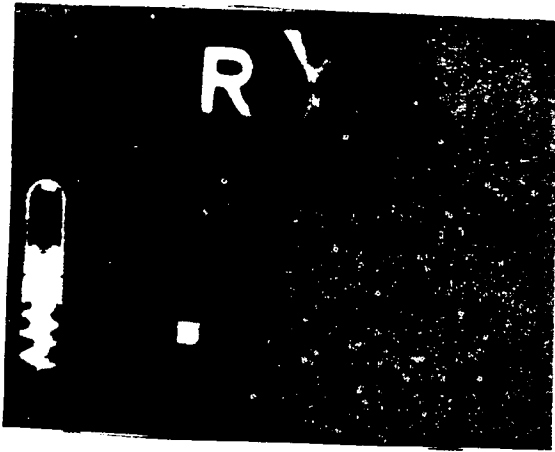


Fig.2 Radiografía de fuentes  
de Iridio 192

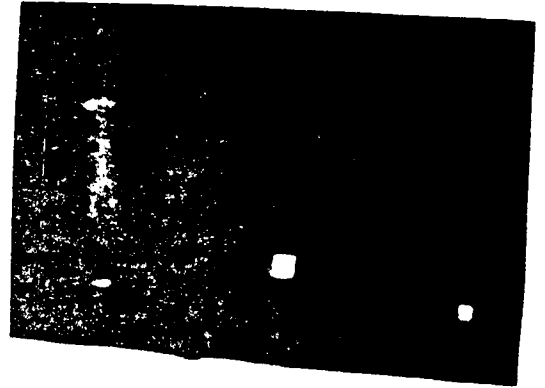


Fig.3 Neutrografía de fuentes  
de Iridio 192



Fig.4 Neutrografía de fuentes de Iridio 192

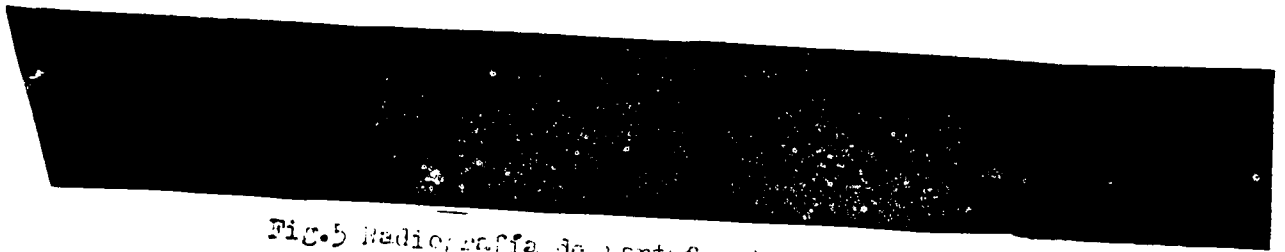


Fig.5 Radiografía de portafuente equipo Gamma/mat



Fig.6 Neutrografía de portafuente de fig. 5.