

# COLIMADOR DE NEUTRONES TIPO SOLLER

Munive M.<sup>(1)</sup> [mmunive@ipen.gob.pe](mailto:mmunive@ipen.gob.pe); Ravello Y.<sup>(1)</sup> [yavello@ipen.gob.pe](mailto:yavello@ipen.gob.pe); Picón R.<sup>(2)</sup>

(1) Departamento de Física – IPEN / Lima, Perú

(2) Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, UNFV

## RESUMEN

Un colimador tipo Soller es un gran canal vertical con placas paralelas reflectoras de neutrones, que es usada para la disminución de la divergencia del haz de neutrones que lo atraviesan. Los estudios de transmisión del colimador tipo Soller, construido en nuestro laboratorio, confirma la propiedad reflectora de neutrones que posee el bronce fosforoso, así se logró un ángulo de divergencia menor a los 9 minutos de grado, obteniendo un haz de neutrones cuasi paralelo.

## 1. INTRODUCCIÓN

Debido al comportamiento ondulatorio de los neutrones, al interactuar con la materia exhiben fenómenos análogos a la óptica de la radiación electromagnética, como la difracción, refracción y reflexión. En el caso de la luz se presenta la reflexión total interna, un fenómeno análogo en la óptica de neutrones es la reflexión total externa, debido a que el índice de refracción es menor que la unidad por lo que la reflexión total ocurrirá para ángulos de incidencia menores que el ángulo crítico ( $\theta_c$ ), [1], expresión 1.

$$\theta_c = \lambda \left( \frac{N * b}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots 1$$

donde,  $\lambda$  longitud de onda del neutrón, b amplitud o longitud de dispersión en el medio reflector, N número de núcleos por  $\text{cm}^3$ .

La divergencia angular de neutrones lograda para un colimador se ve afectada por fenómenos físicos tales como: transmisión a través de las paredes del colimador, reflexión de los neutrones térmicos desde las paredes del colimador. Un colimador Soller usa materiales reflectores de neutrones en forma de placa, ubicadas en forma paralela entre si (Figura 1) logrando disminuir en gran medida la divergencia del haz de neutrones que atraviesan el colimador, y provoca que los neutrones que logran emerger del colimador tengan direcciones paralelas, la intensidad del haz de neutrones se verá afectada por la presencia del colimador tipo Soller.

## 2. PROCESO EXPERIMENTAL

El colimador Soller se construyó con 4 placas de bronce fosforoso con las siguientes dimensiones: 6,7 cm x 49,0 cm con espesor de 0,7 mm, teniendo una separación entre placas de 1,2 mm, los extremos laterales del colimador tienen placas de cadmio con iguales dimensiones pero con espesor de 0,9 mm seguido de un perfil de aluminio de 9,1 mm de espesor, con tales dimensiones se logra una divergencia angular del orden 8,42' de grado valor mucho menor en comparación con la lograda con colimadores cilíndricos (51,89').

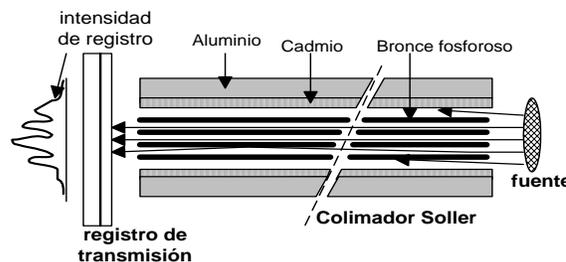


Figura 1. Esquema del colimador tipo Soller, se detalla en proceso de registro.

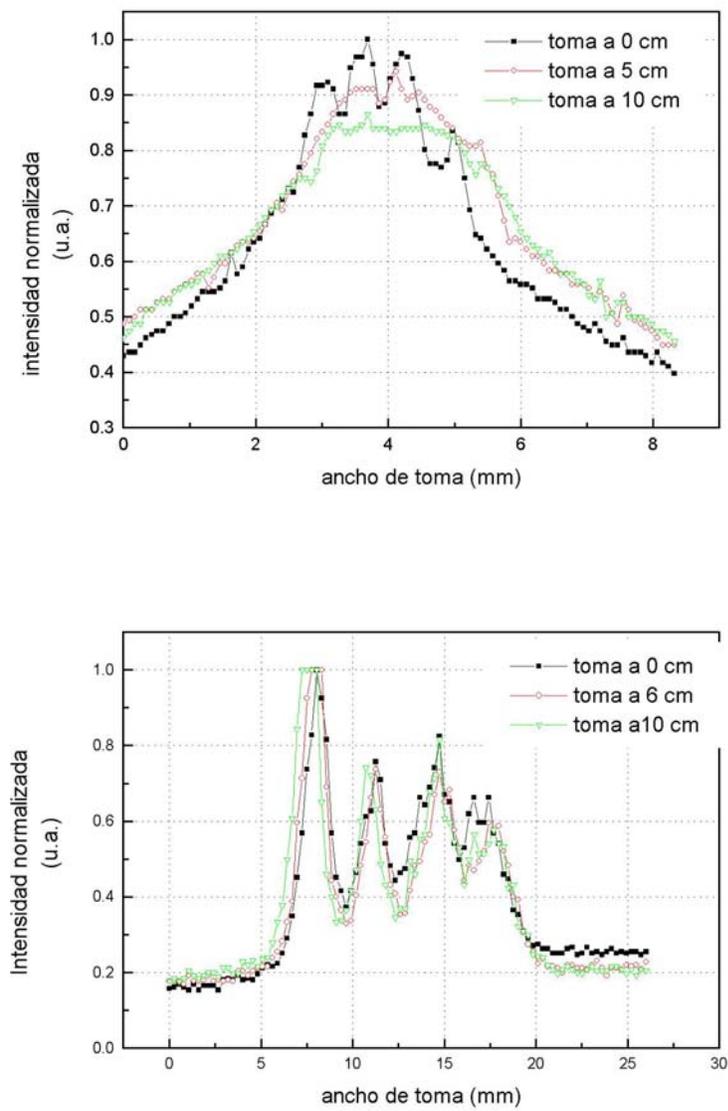
## 3. RESULTADOS

Para estudiar la divergencia de este colimador se realizaron estudios de reflexión y transmisión usando una fuente de luz y un haz de neutrones emergente del conducto de irradiación No. 2 del reactor RP-10. Para realizar el estudio de transmisión de haz neutrónico por el colimador tipo Soller, se usa técnica de neutrografía directa.

Los registros con luz y con neutrones reflejaron que el colimador, diseñado y construido en nuestro laboratorio, posee deficiencia en cuanto al paralelismo de las placas, pero se logró la disminución de divergencia deseada, ambos registros se presentan en la Figura 2.



**Figura 2.** Registros del haz transmitido por el Soller a 0 cm de la salida del colimador, derecha fuente de luz, a la izquierda haz de neutrones.



**Figura 3.** Intensidades de haz transmitido por el colimador Soller según distancia de registro; arriba) fuente de luz, abajo) fuente de neutrones.

#### 4. COMENTARIOS

- La Figura 3 se detallan el análisis de intensidad de los registros de transmisión, esto por medio de un estudio en escala de grises, usando como herramienta principal el software ImagenTools [2].
- La transmisión de luz en el colimador detalla una gran divergencia, lo que no pasa con la transmisión de neutrones, la divergencia mencionada se aprecia en cuanto mayor es la distancia de registro menos picos de intensidad de transmisión se registra en la Figura 3.

#### 5. RESULTADOS

Se logró comprobar la utilidad de los materiales reflectores de neutrones, es el caso del bronce fosforoso, que refleja mejor neutrones que fotones de luz, logrando con su uso disminuir la divergencia angular del haz de neutrones hasta en un 8,42' de grado.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] G. Squires. Thermal Neutron Scattering. Cambridge University Press, 1978.
- [2] D. Wilcox, B. Dove. ImagenTools. Version alfa, UTHSCA 1995-1996.