

Biblioteca	
CENTRO PUBLIKACIONES	
1	AÑO 1982

PLAN DE INVESTIGACIONES EN COMBUSTIBLES NUCLEARES  
 J.Lolich y M.Sbaffoni  
 Centro Atómico Bariloche\* - Instituto Balseiro\*#

INTRODUCCION

Durante la VII Reunión de la AATN, se presentó el Plan de Investigaciones Neutrónicas en Combustibles Nucleares" a llevarse a cabo en la División Neutrónica y Reactores del CAB. En la VIII Reunión de la AATN, se presentó el estado de ejecución de dicho plan y fueron descriptas distintas determinaciones integrales realizadas a fin de posibilitar la determinación diferencial del espectro neutrónico en los sistemas en estudio.

El método de tiempo de vuelo, a utilizar para la determinación experimental del espectro neutrónico diferencial, requiere de la colocación en el medio en estudio de un tubo de extracción de neutrones, ya que mediante dicho método se realiza el análisis en función de energía, posición y ángulo, del espectro neutrónico emergente de dicho tubo. Dado que la señal correspondiente a neutrones provenientes del fondo del tubo de extracción no puede ser menor que el fondo neutrónico, y dadas las condiciones experimentales utilizadas en el CAB, el diámetro de dicho tubo debe ser mayor de 1. cm. La utilización de un tubo de extracción de dicho diámetro, no es posible en el presente estudio ya que el mismo es del orden del diámetro de las barras combustibles que conforman el elemento a estudiar (tipo Atucha), con lo cual el espectro neutrónico obtenido sería un promedio no evaluable por cálculo del espectro de neutrones en el moderador y en la barra combustible. A fin de determinar el espectro neutrónico en sistemas conteniendo combustible nuclear en barras similares a las de un reactor de potencia, se pensó en colocar en el sistema, en un punto de interés, un dispersor de neutrones. Dicho dispersor debía ser tal que permitiese la utilización de tubos de extracción sin perturbar fuertemente el espectro y que no modificase el campo neutrónico del medio, o sea que el espectro obtenido fuese fuertemente dependiente del medio en el cual estuviese colocado. Dicho dispersor debía para ello ser:

- levemente absorbente
- tener dispersión levemente dependiente de la energía neutrónica

La disposición geométrica del sistema adoptada, con el dispersor, se muestra en la fig. 1. La utilización de Zry-IV como material dispersor está basada en que dicho material cumple con las condiciones neutrónicas de dispersor, siendo además un material de gran interés nuclear dado que es el utilizado en las vainas combustibles de reactores de potencia.

Como diámetro de la barra de dispersor se eligió 4.8 cm, ya que éste

# Universidad Nacional de Cuyo

\* Comisión Nacional de Energía Atómica

es el diámetro ocupado por las 7 barras centrales de un elemento combustible tipo Atucha, y es el mínimo de los utilizables para el cual la perturbación del tubo de extracción se puede asumir a priori despreciable. A fin de verificar que la colocación en el sistema en estudio de la barra de Zircaloy no modificase el campo neutrónico del medio, y a fin de estudiar en detalle la ley de dispersión a utilizar para el Zry-IV en el cálculo, se estudió en primer lugar la geometría de la fig. 2. Los resultados obtenidos en dicho estudio se presentan en este informe.

#### DISPOSICION EXPERIMENTAL

En la Fig. 2, se muestra la disposición experimental utilizada. El blindaje de cadmio y parafina borada, tuvo por finalidad fijar las condiciones de contorno del sistema a fin de posibilitar el cálculo del mismo.

El tubo de extracción utilizado se colocó a  $z=25\text{cm}$  y fue construido en acero inoxidable, con 2.54 cm de diámetro interno y 0.7mm de espesor de pared.

A fin de determinar el fondo neutrónico, esto es el espectro de los neutrones que no provenían del fondo del tubo de extracción, se utilizó un tapón de Boro-10, el que se colocaba en el fondo de dicho tubo de extracción.

Como monitor de neutrones, y a fin de relacionar las determinaciones con tubo de extracción libre ("Corrida de señal"), y con el tapón de Boro ("Corrida de fondo"), se utilizaron dos cámaras de fisión miniatura de U235.

El disco de parafina de 1,8 cm de espesor, colocado entre la geometría en estudio y el blanco neutrónico, tuvo por finalidad establecer separabilidad de variables en espacio y energía en el punto de extracción del haz de neutrones.

Experimentalmente, se determinó el espectro neutrónico diferencial para dos posiciones,  $r=0\text{cm}$  y  $r=5\text{cm}$ . Las mismas fueron elegidas a partir de la distribución radial obtenida por activación de hojuelas (método de la diferencia de cadmio, con hojuelas de Indio); para  $r=0\text{cm}$ , se obtienen el espectro neutrónico correspondiente a la barra de Zircaloy, y para  $r=5\text{cm}$ , el espectro correspondiente al moderador (agua pesada). De la comparación de ambos es posible obtener conclusiones acerca de si el dispersor utilizado modifica el campo neutrónico en el medio.

#### CONDICIONES EXPERIMENTALES

Frecuencia de repetición pulso de  $e^-$ : 33pps

Corriente media de  $e^-$ :  $10\mu\text{A}$

Camino de vuelo: 17.26m para  $r=0\text{cm}$  .  
17.21m para  $r=5\text{cm}$

Cantidad total de pulsos de Linac:

Señal 1.234.084 para  $r=0\text{cm}$

953.814 para  $r=5\text{cm}$

Fondo 343.391 para  $r=0\text{cm}$  .

365.408 para  $r=5\text{cm}$

Fondo Ambiente:  $0.16 \times 10^{-5}$  ctas/ $\mu$ seg  
Analizador de tiempo de vuelo:  
 Cantidad de canales: 1024  
 Ancho de canal: 16 $\mu$ seg  
Cantidad de puntos de energía entre E=100eV a E=6x10<sup>-3</sup> eV:  
 (agrupamiento al 5%)  
 para r=0.cm                    150 puntos energéticos  
 para r=5.cm                    150 puntos energéticos

#### RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES

A partir de los espectros obtenidos experimentalmente, se deduce que, si bien el espectro dentro de la barra de Zry-IV (r=0.cm) es de menor magnitud absoluta que el obtenido en el moderador (r=5.cm), su forma relativa es similar, con lo cual se verificó la hipótesis de trabajo: la barra de Zry-IV, no modifica el campo neutrónico del sistema.

En la fig. 3, se muestra el espectro obtenido en esta experiencia dentro de la barra dispersora, y el obtenido en experiencias anteriores para el mismo sistema geométrico pero sin la barra de Zry-IV. La hipótesis asumida se ve nuevamente confirmada.

#### METODO DE CALCULO

A fin de evaluar el espectro neutrónico diferencial en los puntos de medición, se utilizó el código de transporte,  $P_n, S_1$ , DTF-IV, en 25 grupos de energía, 20 intervalos espaciales, aproximación  $P_0$  y cuadratura  $S_8$ . La matriz de dispersión para el agua pesada fue obtenida a partir del espectro de frecuencia de Haywood, que considera dispersión incoherente, con los códigos GASKET/FLANGE.

La bondad de este esquema de generación de la matriz de dispersión para agua pesada ha sido ampliamente verificada. Las secciones eficaces para Zry-IV, fueron obtenidas a partir de los datos básicos de los constituyentes, conjuntamente con la biblioteca de datos básicos GGC-3 (101 puntos térmicos). Su condensación a 25 grupos, se realizó utilizando como espectro de peso un espectro en agua pesada.

#### RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la Fig. 4, se muestra el espectro neutrónico diferencial obtenido por cálculo ( $P_0, S_8$ ), conjuntamente con el medido; dentro de la barra de Zry-IV (r=0.cm). Ambos espectros fueron normalizados a igual área entre 1.35eV y 0.065eV. A partir de la comparación entre ambos espectros, se obtienen diferencias relativas menores del 13%.

Del excelente acuerdo obtenido, se deduce que el modelo teórico utilizado para describir la dispersión en Zry-IV es el adecuado. Del presente trabajo, se ha obtenido como conclusión que el dispersor a utilizar en las geometrías conteniendo combustible nuclear no modifica las propiedades del medio, y que los datos nucleares básicos de la biblioteca de datos nucleares GGC-3, permite describir adecuadamente la dispersión en Zry-IV.

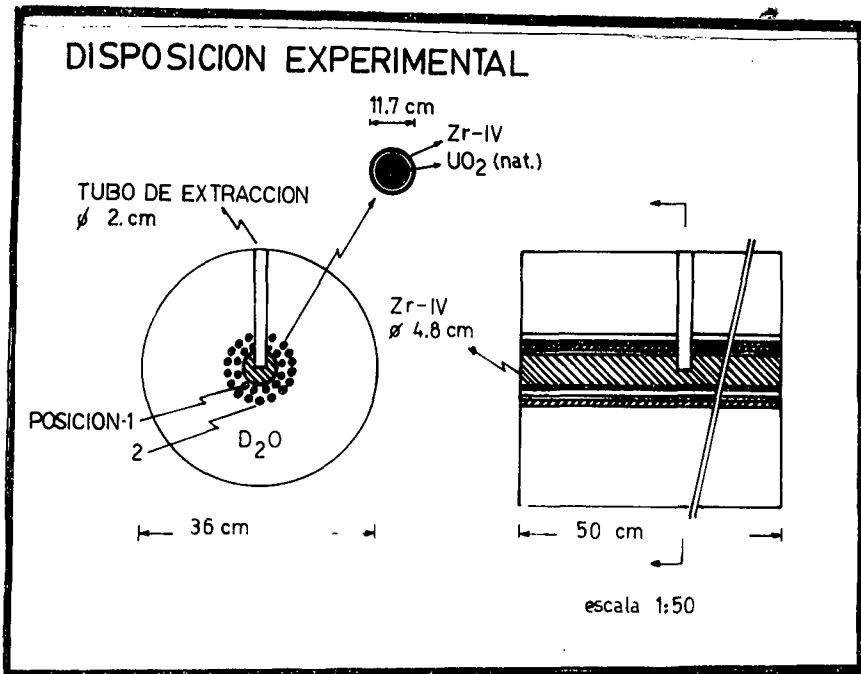


FIG. 1

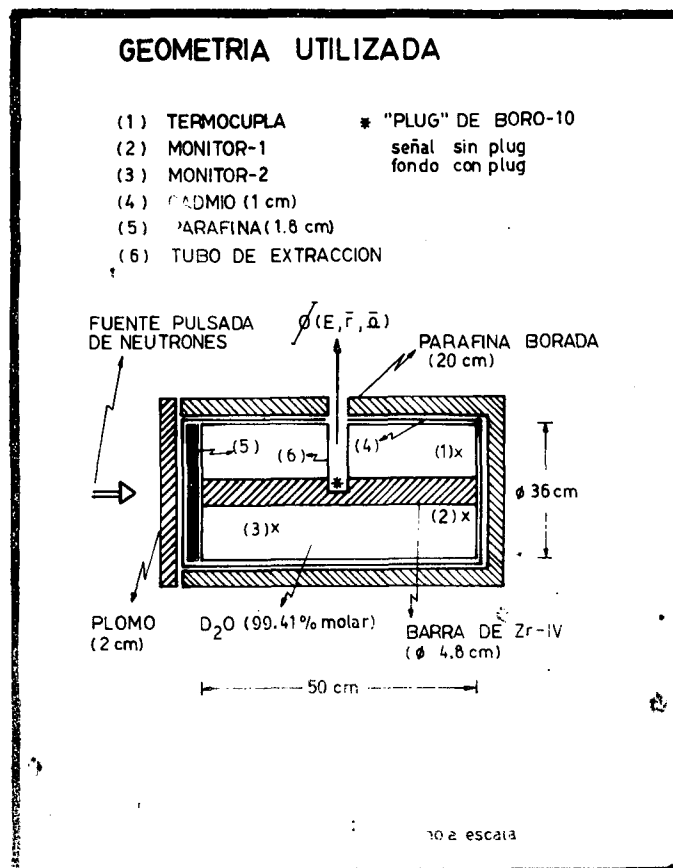


FIG. 2

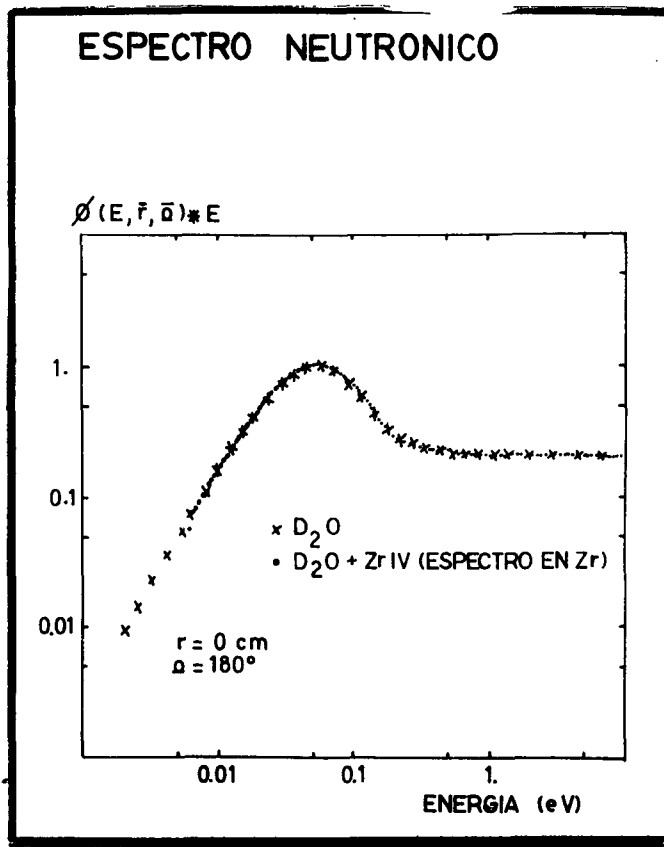


FIG. 3

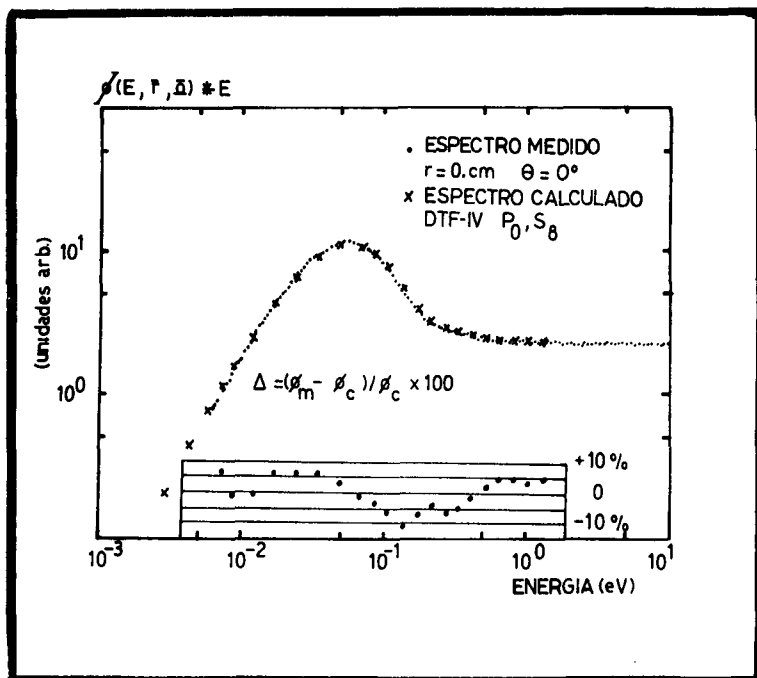


FIG. 4