

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1972

02.72.02

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE ENERGIA

UTILIZACION DEL Zr^{96} PARA LA DETERMINACION
DE LA DISTRIBUCION DE FLUJO EPITERMICO EN
UN REACTOR.

Lic. Dina WAISMAN

CNEA Re-57

DEPARTAMENTO DE REACTORES

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPARTAMENTO DE REACTORES.-

Junio 1972.-

UTILIZACION DEL Zr^{96} PARA LA DETERMINACION
DE LA DISTRIBUCION DE FLUJO EPITERMICO EN
UN REACTOR.

Lic. Dina WAISMAN

CNEA Re-57

INTRODUCCION:

En este trabajo se continuó el estudio de las propiedades del Zr^{96} con vistas a proponerlo como detector de resonancia (Beckurts) que no necesita ser irradiado bajo Cadmio.

Para ello se midieron distribuciones verticales en el núcleo del Reactor Argentino 1 (RA-1). Dichas medidas fueron comparadas con las obtenidas por un detector suficientemente conocido como lo es el Indio.

El interés que presentan estas mediciones es verificar experimentalmente que también en el caso del espectro del núcleo del RA-1, los valores de la Relación de Cadmio del Zr^{96} no difiere de la unidad sino en unos pocos porcientos (Ricabarra, 1970).

Esto hace posible demostrar que el Zr^{96} utilizado como detector epitérmico puede irradiarse desnudo, lo cual mejora la resolución espacial de las mediciones.

El error cometido es prácticamente despreciable, aunque de todas maneras puede calcularse y tratarse como corrección menor.

METODO EXPERIMENTAL.-

En este trabajo se midieron distribuciones verticales de flujo en el lugar de un elemento combustible en el RA-1. Para ello se utilizó una varilla hueca de Al de la misma forma pero un poco más alargada que las vainas de los elementos combustibles normales. Esto permitió medir la distribución fundamentalmente a lo largo de 3 regiones:

- a) Grafito + H_2O ,
- b) $U_{20\%}$,
- c) Grafito + H_2O .

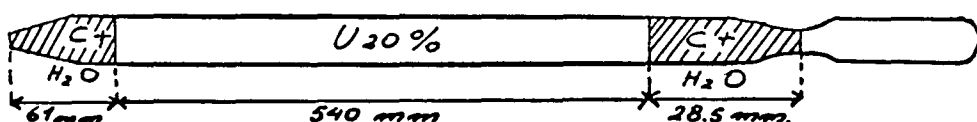
El RA-1 consta de un núcleo anular de 75 mm de espesor formado por 5 anillos concéntricos de varillas de Uranio enriquecido al 20%. El núcleo rodea un reflector central de grafito de 158 mm de diámetro. El moderador y refrigerante es H_2O .

Para medir las distribuciones se colocó la varilla en la posición del núcleo que se indica en el esquema de la fig.(1). Esta posición se eligió de manera que permitiese reproducir fácilmente las condiciones experimentales de irradiación.

La barra de control B_1 se mantuvo levantada a lo largo de todas las experiencias, evitando así que introdujera perturbaciones en el flujo a medir.

Un esquema de elemento combustible se muestra en la fig. (2)

FIG. 2



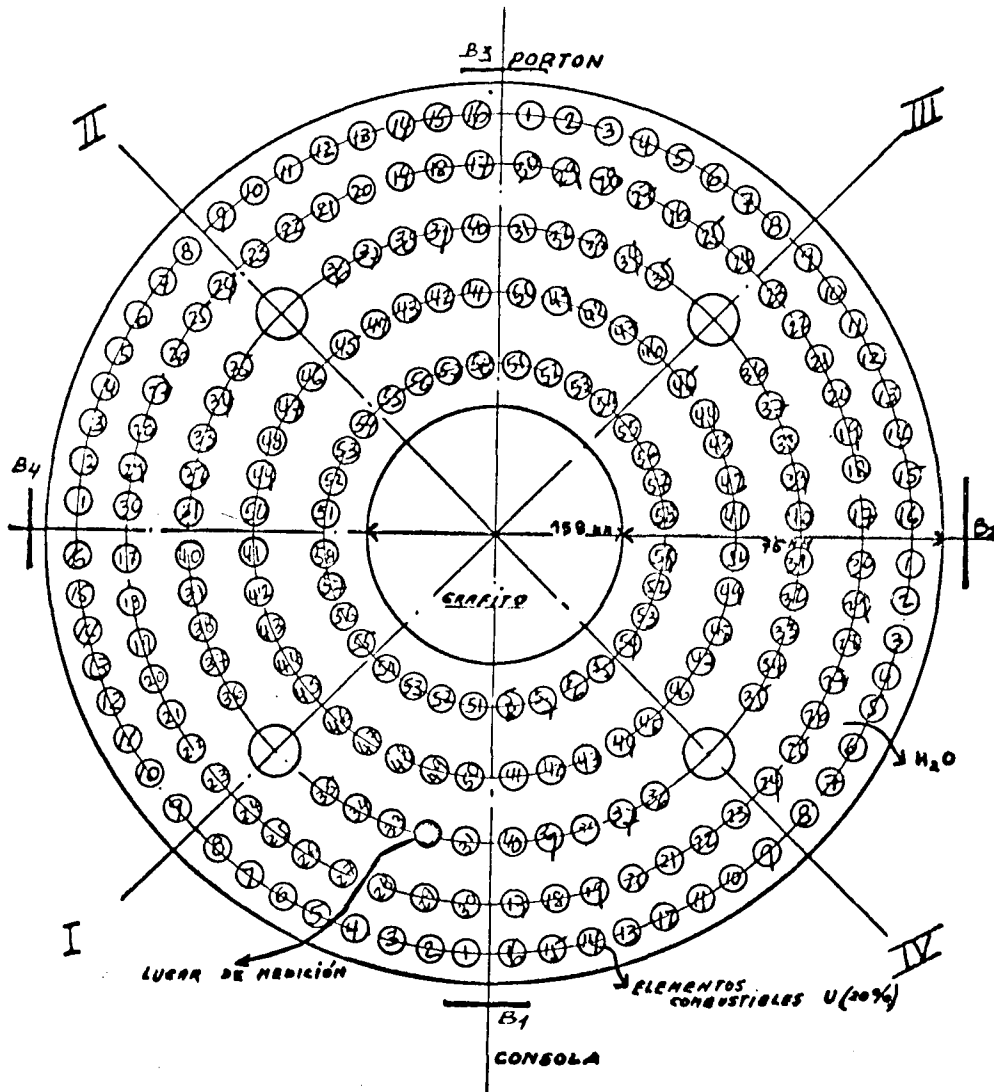


FIGURA 1

Las mediciones se realizaron con un detector de pozo de INa : Tl de 2" x 2" de superficie . El n° de pulsos se obtuvo con el espectrómetro Compumatic II.

Distribución vertical de flujo obtenida con In^{115} (54m)

Se utilizaron hojuelas de una aleación de In-Pb(2%) , cuyos diámetros eran $\varnothing = 5.5\text{mm}$ y espesores .13mm. Las mediciones se realizaron con intercambiador automático de muestras y las actividades se obtuvieron directamente extrapoladas al hacerse uso de un testigo que decaía simultaneamente y fijaba el tiempo de medición en el espectrómetro. Éste fue calibrado en energías; se utilizó un "bias" de 270 Kev y se trabajó a discriminador abierto.

En cada actividad se descontó el fondo natural correspondiente.

La fig. (3) muestra el resultado obtenido con 3 irradiaciones. El n° de cuentas acumuladas permiten asegurar una precisión $< 1\%$ en los puntos próximos a los extremos de la distribución y de menos de .3% en el resto.

En ordenadas se da el flujo en unidades normalizadas, mientras que las abcisas miden en cm las distancias verticales desde la grilla en que apoya el elemento combustible, hacia arriba. Estas distancias como se ve en la figura abarcan las tres; zonas mencionadas, $\text{H}_2\text{O} + \text{C}$, $\text{U}(20\%)$, $\text{H}_2\text{O} + \text{C}$, cuyos límites están demarcados por las líneas verticales en la misma figura.

En todas las irradiaciones se utilizó a 4 cm del origen la misma hojuela de detección. Esto permitió utilizarla como referencia en la comparación de las diferentes series.

En la figura pueden verse las distribuciones obtenidas por hojas "bare", la distribución epitérmica, dada por hojas bajo Cd y la térmica, diferencia entre ambas.

También está señalada la curva que representa la Relación de Cadmio ($RCd = \frac{AB}{ACd}$).

Distribución vertical de flujo obtenida con Zr^{96} (17 hs).

En este caso debido al valor de la $RCd=1.0118 \pm 0.0005$, (Ricabarra, 1970), se tuvieron especiales precauciones:

- a) Se estudió la forma del espectro obtenido con el cristal de I Na:Tl. Como se ve en la fig. (4) los picos de 658.1Kev y 743.3Kev se superponen parcialmente y además encubren los 2 picos más chicos del Zr^{94} (65ds).

Para tener un mínimo de fondo de estos picos de período largo, se decidió colocar una energía umbral de 576 Kev y se trabajó con una ventana que abarcaba 84 Kev (ver fig. (4)).

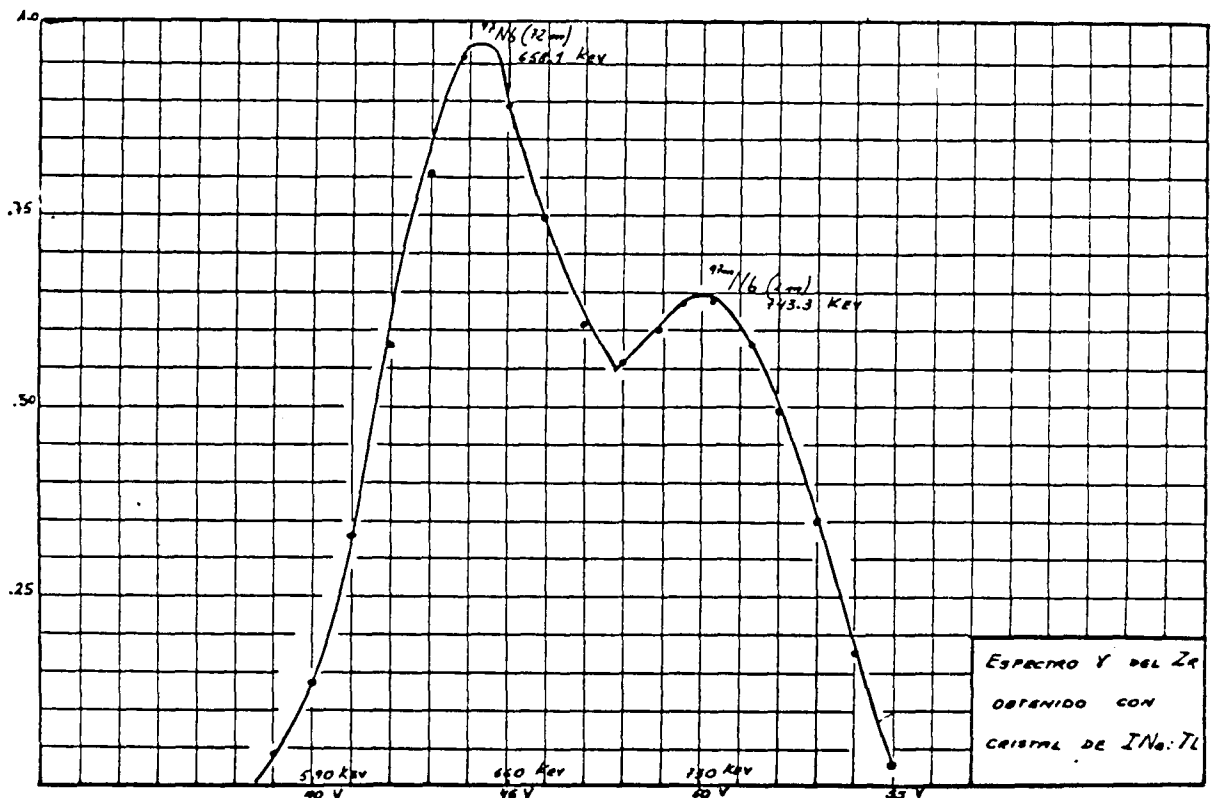


FIGURA 4

- b) Se aseguró que la estabilidad de la ventana fuera correcta o sea que sus fluctuaciones fueran menores que el error estadístico propio de las mediciones. Para ello se contrastaron siempre los datos obtenidos con la actividad de una fuente de Cs^{137} (661.6 Kev).
- c) Se siguió el período del Zr^{96} y pudo comprobarse que al cabo de 10ds de irradiada la muestra el fondo de 65 ds alcanzaba valores de .1% del valor de la actividad medida al día siguiente de su irradiación. Pero al cabo de varias irradiaciones semanales esta proporción desmejorada. Por esto se decidió descontar experimentalmente el valor del fondo de los picos de 65 ds. Para ello se realizaron mediciones de la actividad remanente a los 10 ds de irradiada la muestra y estos valores extrapolados con su λ correspondiente, se descontaron de la actividad del Zr^{96} .
- d) En el caso del Zr^{96} no se utilizó el intercambiador automático. Esto permitió eliminar gran parte del fondo natural en el conteo, ya sea por la cercanía de las otras muestras al detector o por la presencia de las bases de Pb de las casoletas. De todas formas el fondo natural fue en todos los casos descontado.

En la fig. (5) puede verse la distribución vertical obtenida con el detector de Zr^{96} desnudo y bajo Cd en varias series de irradiaciones.

La estadística acumulada permite asegurar un error $<.8\%$ para los valores cercanos a los extremos de la distribución y $<.3\%$ para el resto.

También está representada en la figura (5), el valor de la

Relación de Cadmio. Tal como se esperaba, dentro de los errores experimentales, los valores de la R_{Cd} del detector de Zr^{96} en la distribución dentro del núcleo del RA-1, difieren de la unidad en pocos porcientos.

Distribución vertical de flujo obtenida con Zr^{94} (65 ds)

Las mismas muestras usadas en la distribución anterior se dejaron decaer durante más de 20 días. Luego se midieron con el mismo umbral de energía y ancho de ventana en el espectrómetro, a fin de detectar la actividad del Zr^{94} (65 ds).

En este caso tampoco se usó el intercambiador automático. Dado que las medidas eran muy largas debido a la baja actividad, debió asegurarse buena estabilidad de ventana, contrastando contra una fuente de Cs^{137} . También en este caso se descontó el fondo natural.

Los resultados experimentales correspondiente a hojas "bare" pueden verse en la fig (6). La estadística acumulada permite asegurar un error del 2% en los extremos de la distribución y $< .6\%$ en el resto. El valor de la R_{Cd} del Zr^{94} es 2.527 ± 0.013 (Ricabarra, 1970).

DISTRIBUCION VERTICAL DE FLUJO EN EL R.A.1
Medido con detector de I_n

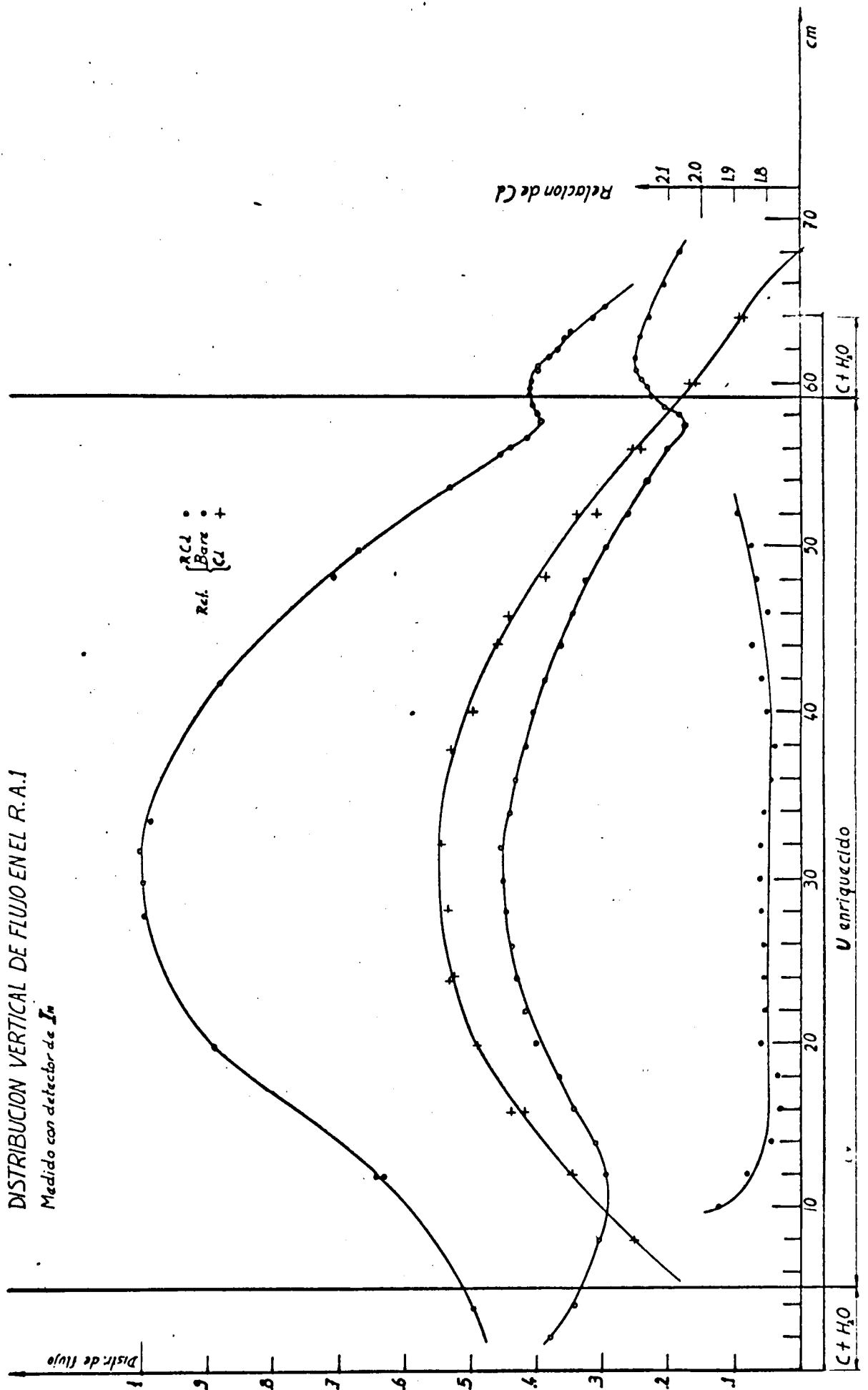


FIGURA 3

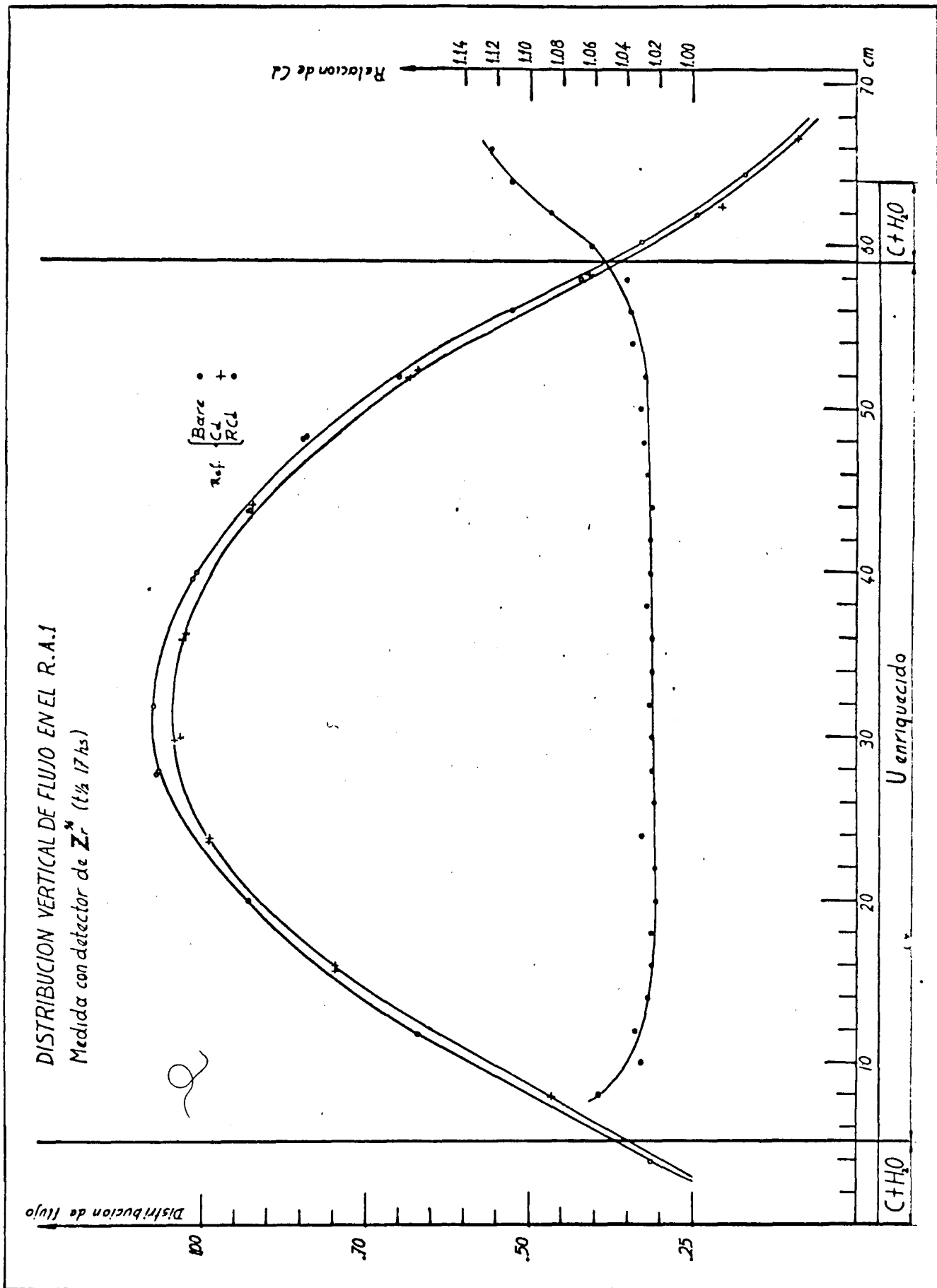
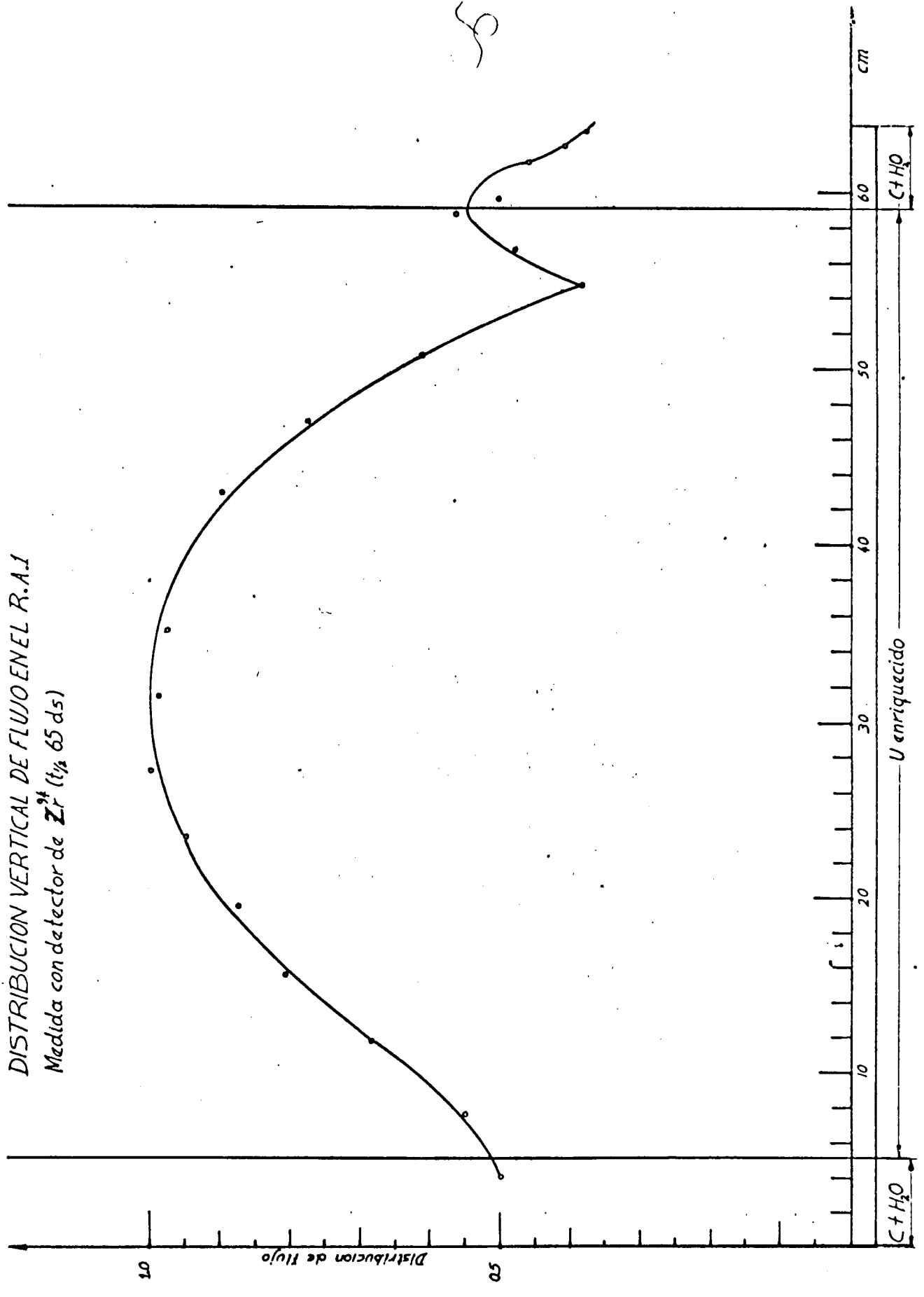


FIGURA 5

DISTRIBUCION VERTICAL DE FLUJO EN EL R.A.1
Medida con detector de Zr^{94} ($t_{1/2}$ 65 ds)



DISCUSION Y CONCLUSIONES.-

Comparando los gráficos de las fig. (3), (5) y (6) se pueden extraer algunas consideraciones:

En primer lugar se confirman en el espectro del núcleo del RA-1 las relaciones de Cd esperadas para el Zr^{96} y para el In^{115} .

Además como puede verse en las fig. (4) y (6) tanto el In^{115} ($R_{Cd} = 1.82$ en el máximo) como el Zr^{94} ($R_{Cd} = 2.53$) son capaces de detectar el pico de la distribución térmica. El máximo de esta distribución se presenta alrededor de los 60 cm donde el índice espectral vale .0424.

Como se observa en la fig. (5) para el Zr^{96} tal pico pasa desapercibido porque en este material la incidencia de la activación térmica sobre el total es muy pequeña.

Se puede concluir que efectivamente el Zr^{96} , como detector de resonancia, no necesita ser irradiado bajo Cd. Esto obviamente contribuye a mejorar la resolución espacial de las mediciones. El error cometido puede ser despreciado en muchos casos, en aquellos en que la precisión de las mediciones lo exijan, es posible tratar la activación por la parte térmica como corrección menor.

B I B L I O G R A F I A

- RICABARRA, M. D.; TURJANSKI, R.; RICABARRA, G. H.; 1970
Can. J. Phys. 48, 2362.
- BECKURTS, K. H.; WIRTZ, K.; 1964 - In Neutron Physics, Springer, 1964.
- LEDERER, C. M.; HOLLANDER, J. M.; PERLMAN, I.; 1968. Table of Isotopes.

RECONOCIMIENTO:

Al Sr. José GONZALES BIENES, por su cooperación en la preparación y desarmado de las varillas de irradiación, como asimismo en la medición de actividades.

A la Sta. Susana COUTO por su colaboración en la reducción de los datos y al Ing. PULICHINO y personal del RA-1, por su disposición en todas las series de irradiaciones.-