

Análisis de Dosis en Locales de Trabajo en la Unidad Crítica IPEN/MB-01

C.R. Romero Filho; G.M.A.A. Sordi; A. Sahyun; S.M. Vaz;
F.L. Biazini Filho; D.L. Rodrigues

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares—Comissão Nacional de Energia Nuclear
CP 11049 - Pinheiros - CEP 05422-970 - São Paulo - SP - Brazil

Resumen

En el IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares) existe una Unidad Crítica de potencia cero (IPEN/MB-01), en explotación para ensayos no destructivos, con una potencia máxima de 100 W y posibilidad de cambios de configuración de su núcleo. En la configuración actual, evaluamos que los niveles de dosis gamma y de neutrones externamente a la contención son iguales a los de la radiación natural, lo que no ocurre en su interior con la Unidad Crítica en marcha. El trabajo evalúa las dosis de radiación gamma y de neutrones en la configuración actual, en el interior de la contención, y los resultados obtenidos demuestran que es imposible la permanencia de trabajadores en su interior con la Unidad Crítica en marcha. Por ajustes determinamos que las curvas que mejor representan las dosis de neutrones en función de la distancia, es una recta de 1 hasta 2 metros y una exponencial de 2 hasta 6,5 metros, mientras para las dosis gamma es una exponencial en su extensión total con un desvío mayor en el rango de 1 hasta 2 metros por la influencia del largo de la fuente.

1. Introducción

En el IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares) existe una Unidad Crítica de potencia cero (IPEN/MB-01), empleado para ensayos no destructivos, con una potencia máxima de 100 W y posibilidad de cambios de configuración de su núcleo.

En la configuración actual, evaluamos que los niveles de dosis gamma y de neutrones externamente a la contención son iguales a los de la radiación natural, lo que no ocurre en su interior con la Unidad Crítica en marcha.

El presente trabajo pretende evaluar las dosis de radiación gamma y de neutrones en la configuración

actual, en el interior de la contención, donde los trabajadores no tienen acceso, con la Unidad Crítica en operación.

Para su realización fueron empleados:

10 detectores tipo Geiger con una respuesta en el rango de 10^{-4} hasta 10^3 mGy/h fijados en posiciones determinadas.

1 detector de neutrones tipo BF₃, NRM MK7, Nuclear Enterprises con respuesta en el rango de 10^{-1} hasta 10^4 μ Sv/h para neutrones térmicos hasta 7 MeV.

6 dosímetros personales para neutrones térmicos con respuesta en el rango de 10^0 hasta 12×10^2 μ Sv/h.

Las medidas de dosis gamma y de neutrones fueran hechas a 1,5 m de altura, por ser la posición de mayor dosis, en virtud de la posición del núcleo del reactor. En la figura 1 se representa una planta del interior de la contención: en A se encuentra ubicado el núcleo, a lo largo de BC fueron seleccionados los locales donde ubicamos los detectores en las varias distancias.

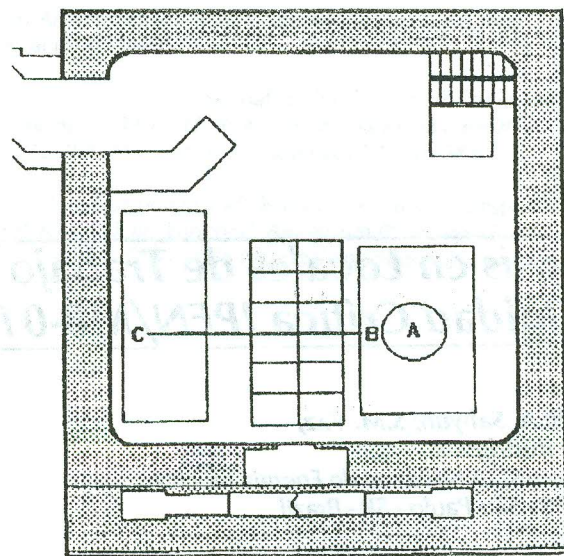


Figura 1. Planta del Interior de la Unidad Crítica

2. Análisis de los Resultados Obtenidos

Analizando los resultados obtenidos, que se muestran en la tabla 1, observamos que la dosis de neutrones térmicos fue muchas veces menor que aquella de neutrones rápidos, lo que ya era esperado, por las diferencias en los factores de calidad⁽¹⁾. Observamos también que con la Unidad Crítica en marcha, es imposible la permanencia de trabajadores dentro de la contención.

Como ejemplo la dosis a 1 m de distancia para el medidor de neutrones, fue de 1,418 mSv/h y a 6,5 m 0,073 mSv/h, mientras que en el medidor gamma fue sensiblemente mayor, 33,0 mSv/h a 1 m y 2,7 mSv/h a 6,5 m.

La dosis para neutrones térmicos obtenida en los dosímetros personales fue inferior, 1,07 mSv/h a 0,25 m, mientras que la radiación gamma en la misma posición fue de 140,0 mSv/h.

Los resultados de la Tabla 1 para las dosis de neutrones y de radiación gamma fueron llevados a un gráfico para ajuste de una curva que mejor pudiera representarla.

Tabla 1
Resultados obtenidos experimentalmente

Distancia (m)	Dosis Neutrones (mSv/h)	Dosis Gamma (mSv/h)	Dosim. Pers Térmicos (mSv/h)
1,0	1,418	33,0	---
1,5	0,928	22,0	0,150
2,0	0,316	15,0	---
2,5	0,242	11,0	0,070
3,0	0,189	8,9	---
3,5	0,175	7,1	0,057
4,0	0,123	6,6	---
4,5	0,116	5,1	0,045
5,0	0,094	4,1	8 ---
5,5	0,089	3,6	0,030
6,0	0,075	3,0	---
6,5	0,073	2,7	0,020

Para neutrones, fueron hechos ajustes, tanto lineales como exponenciales, para todo el rango de distancias de 1 hasta 6,5 metros. Utilizándose la correlación angular podemos verificar que de 1 hasta 2 metros el mejor ajuste se dio linealmente y de 2 hasta 6,5 metros se dio exponencialmente.

En la figura 2 se encuentra la curva de los resultados experimentales así como las dos curvas corregidas y sus factores de correlación.

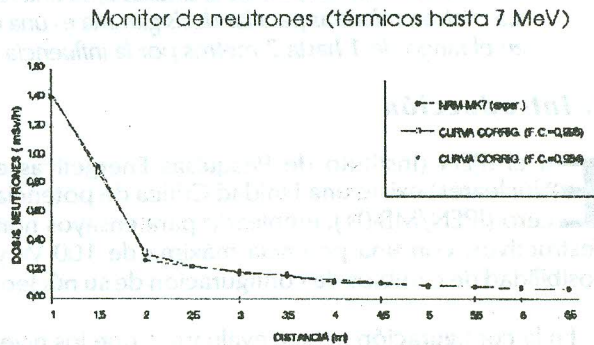


Figura 2. Gráfico Representando Dosis de Neutrones x Distancia

Las ecuaciones que mejor representan las porciones lineal y exponencial son:

$$y = 2,54 - 1,10 x$$

A ser empleada de 1 hasta 2 metros y:

$$y = 0,14 \cdot e^{-0,0034 x}$$

A ser empleada de 2 hasta 6,5 metros.

Para las dosis gamma, fueron hecho ajustes lineales e exponenciales para todo el rango de distancias de 1 hasta 6,5 metros, por la correlación lineal observase que el mejor ajuste es el exponencial para todo el rango de distancias (1 hasta 6,5 metros).

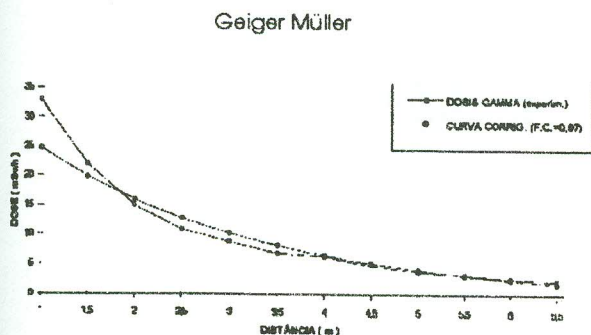


Figura 3. Gráfico Representando Dosis Gamma x Distancia

En la figura 3 se encuentra la curva de los resultados experimentales así como la curva mejorada y su factor de correlación.

De la figura 2 observamos que en el rango de 1 hasta 2 metros la curva mejorada se afasta del resultado experimental y esto ocurre por influencia del largo del núcleo de la Unidad Crítica que en este rango de distancia no puede ser visto como una fuente puntiforme, mientras en el rango de 2 hasta 4 metros la curva mejorada es conservadora y por lo tanto en favor de la seguridad. Después de los 4 metros el ajuste se da de manera más perfecta.

La ecuación que mejor representa la curva es:

$$y = 38,09 \cdot e^{-0,0043 x}$$

Pudiéndose así determinar la Capa Semi-Reductora (CSR) para el aire como siendo:

$$CSR_{(aire)} = 0,693 / \mu$$

$$CSR_{(aire)} = 0,693 / 0,0043$$

$$CSR_{(aire)} = 1,6 m$$

En un trabajo futuro observaremos las alteraciones de las dosis en función de los cambios de configuración del núcleo de la Unidad Crítica.

3. Referencias

(1) ICRU Publication 40. The Quality Factor in Radiation Protection. 1986