

Medición indirecta de la actividad de iridio-192 con un teledetector versátil de 12 metros

Luis Zapata*, Rolando Arrieta, Agustín Urcia, Fernando Ramos, Edgard Ovalle

Departamento de Operación de Reactores, Instituto Peruano de Energía Nuclear,
Avenida Canadá 1470, Lima 41, Perú

Resumen

Las tareas que se realizan en el recinto del reactor RP-10, son optimizadas constantemente con la finalidad de lograr la dosis más baja posible para el personal involucrado [1]. Una de las tareas es verificar que la actividad de las fuentes de Ir¹⁹² irradiadas en el RP-10 cumpla con lo solicitado por la Planta de Producción de Radioisótopos (PPR). Para tal efecto, se emplea un Teledetector FAG modificado y versátil, con el fin de ubicarnos al lado opuesto de la dirección del haz primario de radiación mediante una extensión flexible de 12 metros y obtener valores indirectos de la actividad de esas fuentes de radiación.

Abstract

The tasks are performed within the perimeter of the RP-10 reactor are continuously optimized in order to achieve the lowest possible dose for the personnel involved [1]. One of those tasks is to verify that the activity of the sources of Ir¹⁹² irradiated in the RP-10, to comply with the request of the Production of Radioisotopes Plant (PPR). To this end we use a Teledetector FAG, modified and versatile in order to locate the opposite direction of the primary beam of radiation through a flexible extension of 12 metres and get indirect values of the activity of these sources of radiation.

1. Introducción

El reactor RP-10 está activando hojuelas de iridio para producir fuentes de Ir¹⁹², muy utilizadas para ensayos no destructivos por gammagrafía. Antes de entregar la fuente de irradiación a la Planta de Producción de Radioisótopos (PPR), es necesario determinar la actividad alcanzada. Se conoce la relación directa que hay entre la tasa de dosis y la actividad de un material dado, para una distancia determinada [2]:

$$\dot{X} = \frac{A \cdot \Gamma}{d^2}$$

Donde:

\dot{X} = Tasa de dosis (rem / h)

A: Actividad del blanco de Iridio.

d: Distancia considerada al punto de medición (m).

Γ : Factor gamma (rem * m² / h * Ci).

Esta relación nos permite conocer las actividades que se van alcanzando, antes de su envío a la PPR y entregar una actividad razonable de acuerdo con el régimen de operación. El cumplimiento de esta tarea supone cumplir con 2 objetivos:

a) Inicialmente, en la fase de pruebas obtener el valor más exacto de tasa de dosis para transformarlo en actividad.

b) Al convertirse esta actividad en rutinaria se implementó la optimización para reducir la dosis que recibe el personal involucrado, en particular la del Oficial de Radioprotección, quien inicialmente realizaba la medición del haz principal de radiación a 3 metros. Actualmente, se cumple ambos objetivos en la entrega y la optimización de la dosis.

2. Materiales y Métodos

2.1 Infraestructura e implementos

- Celda caliente del RP-10 (concreto).
- Colimador del haz primario (plomo).
- Tablero para ubicar la sonda.
- Teledetector FAG FH40F3 hasta 1 Sv/h con calibración vigente[3].
- Extensión de 12 metros de cable.

2.2 Condiciones

- Encender la cadena de monitoreo de áreas en condición de medición.
- Enclavamiento de los sas de ingreso al recinto y control por circuito cerrado de cámaras de televisión.

* Correspondencia autor: lzapata@ipen.gob.pe

- Comunicación entre sala de control y recinto con radios portátiles.
- Participación exclusiva de personal de operación y oficial de radioprotección licenciado [4].

2.3 Desarrollo Experimental

2.3.1 Tareas Previas

- Señalizar punto de colocación del “can” en el interior de la “celda caliente”.
- Ubicar punto de medición verificando el alineamiento y la perpendicularidad entre la fuente y el detector (figura1).

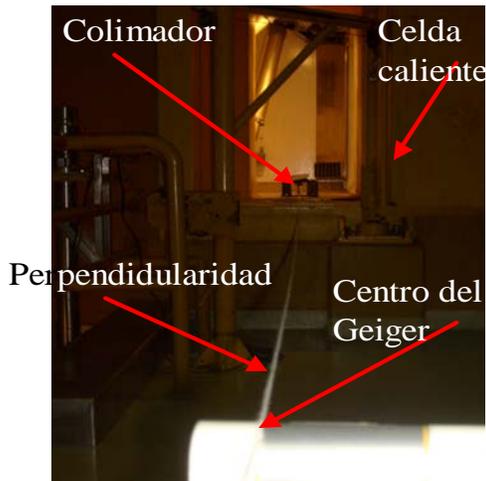


Figura 1: Proceso de acondicionamiento en la celda caliente, fuente, detector y alineamiento.

- Fijar el punto de medición a una altura apropiada (sobre una mesa), para garantizar la repetibilidad.
- Colocar ladrillos de plomo para colimar el haz primario de irradiación (figura 2).

2.3.2 Medición

- Acondicionar equipo de medición y protección (figura 3).
- Extraer caja de irradiación (con blanco) del núcleo hacia pileta auxiliar.
- Subir caja a celda caliente y extraer “can” a medir.
- Ubicar el “can” en el punto de medición.
- Bajar la caja de la celda caliente hacia la pileta auxiliar.
- Abrir el portón de la celda caliente.
- Realizar la medición de tasa de dosis.

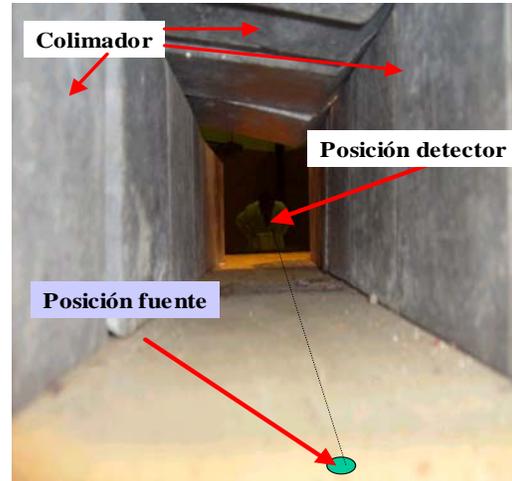


Figura 2: Sistema de colimación mostrando la posición de la fuente, el detector, línea de mira y el material de plomo.

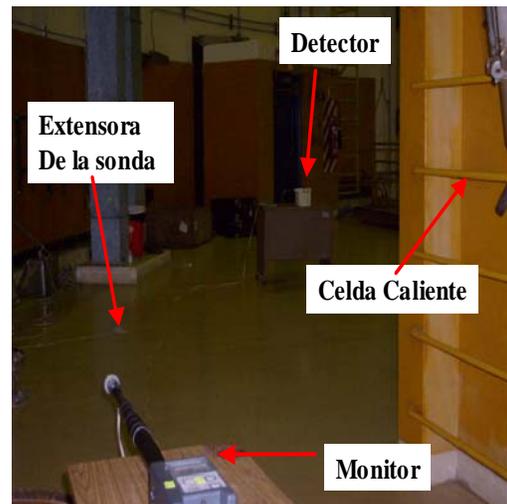


Figura 3: Sistema de medición indicando la posición del detector y el lugar de lectura.

2.3.3 Reporte de resultados

- Registrar valor de tasa de dosis.
- Hallar la actividad.
- Registrar el valor hallado.

3. Resultados y Discusión

De la relación presentada, se puede hallar las actividades de las muestras, según:

$$A = \frac{X^* d^2}{\Gamma}$$

Siendo Γ : conocido de $0.48 \text{ rem} \cdot \text{m}^2/\text{h} \cdot \text{Ci}$ para el iridio y manteniendo una distancia constante de 6 m Factor gamma, se halla un factor ($F = 0.075$) que transforma la tasa de dosis (mrem/h) en actividad (Ci).

Con esto tenemos los siguientes resultados:

Tabla 1: Valores hallados por medición indirecta.

Código "can"	Valores medidos [4]. (mrem/h)	Actividad Calculada (Ci)
IR-08	307	23
IR-10	280	21
IR-14	307	23
IR-15	320	24
IR-16	307	23

La medición correcta de la actividad de Ir^{-192} debe tener en cuenta los días transcurridos desde su activación en el núcleo del reactor. Dependiendo de este tiempo se aplica un factor de corrección que incluye la distorsión que origina la presencia de otros isótopos de Iridio.

Tabla 2: Comparación de actividad reportada por el RP-10 y PPR.

Código "can"	Reporte "RP-10" (Ci)	Reporte PPR [5]. (Ci)	% de error
IR-08	23	22	4.5
IR-10	21	20	5.0
IR-14	23	22	4.5
IR-15	24	25	4.0
IR-16	23	21	9.5

Estas mediciones nos permiten poder entregar los pedidos garantizando actividades con errores menores al 10 %.

Tabla 3: Relación de tasa de dosis entre el haz primario, la medición anterior y actual.

Haz primario	* \bar{X} anterior	* \bar{X} actual
40	2.2	0.55
Dosis evitada en operador		75 %

El cambio realizado en el detector FAG FH40F3, al colocarle una extensión de 12 metros de cable, es fundamental para reducir

la dosis del personal que realiza este tipo de mediciones.

4. Conclusiones

La medición indirecta de actividad de Iridio-192 realizada en el RP-10 es muy confiable y permite aprobar o no el pedido realizado por la PPR.

Es pertinente mencionar que en el mercado de los Teledetectores no hay aquellos que sean flexibles y versátiles y permitan que la lectura de la tasa de exposición sea tomada ubicándose al lado opuesto a la dirección del haz primario de radiación.

5. Referencias

- [1]. Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra las radiaciones ionizantes para la seguridad de las fuentes de radiación. Colección de Normas de Seguridad 115. Vienna: Austria; 1996.
- [2]. Universidad de Buenos Aires. Curso de postgrado en Protección Radiológica y Seguridad Nuclear- Separatas de clase. Buenos Aires: Argentina; 1996.
- [3]. FAG Kugelfischer Georg Schelfetr – Manual del Usuario de Detector FAG FH-40F1 –F6, enero, 1986.
- [4]. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Reglamento de Seguridad Radiológica. Lima: Perú; mayo 1997.
- [5]. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Departamento de Operación. Área de Seguridad Radiológica. Cuaderno de actividades diarias año 2007.
- [6]. Reporte de actividades de fuentes radiactivas medidas en la PPR (Comunicación escrita del Jefe de Producción).