

## Control operacional en medidores nucleares utilizados en minería

Mario Mallaupoma\*, Edgard Medina, Bruno Mendoza, Luis Huatay

Instituto Peruano de Energía Nuclear Av. Canadá 1470, San Borja Lima, Perú

### Resumen

Los medidores nucleares se instalan a menudo en los centros mineros debido a que resultan sumamente útiles para el control de los procesos de producción. A la vez debido al uso de radiaciones ionizantes resulta necesario implementar las medidas de protección radiológica establecidas en la normativa nacional. Los medidores nucleares se exponen al medio ambiente y a otras condiciones que podrían causar un deterioro de los mecanismos del obturador. Por ello es de particular importancia el mantenimiento regular de las partes móviles. Para estas operaciones resulta de sumo interés conocer los niveles de tasas de dosis que pudieran presentar los diferentes equipos considerando la actividad de las fuentes radiactivas presentes. En el presente trabajo se presentan los valores promedios de los niveles de tasa de dosis medidos en cuarenta equipos medidores nucleares, cuya actividad variaba de 185 MBq (5 mCi) hasta 185 GBq (5000 mCi) ubicados en un centro productivo de la gran minería.

### Abstract

Nuclear gauges are often installed in the mines because they are very useful for monitoring production processes. At the same time due to the use of ionizing radiation it is necessary to implement radiation protection measures based on national law. Nuclear gauges are exposed to the environment and other conditions that could cause deterioration of their operational mechanisms. Taking into account this aspect it is of particular importance a regular maintenance of moving parts. Another consideration is the importance of knowing the levels of dose rates in order to implement radiation protection preventive actions. The present report shows the measurement of dose rate in 40 nuclear gauges with activities varying from 185 MBq (5 mCi) to 185 GBq (5000 mCi) in different production process of the great mining.

### 1. Introducción

Las fuentes radiactivas que se utilizan en los medidores nucleares, en el caso de los emisores gamma, presentan diferentes características en cuanto a su geometría y actividad. La fuente generalmente está trabada dentro de su alojamiento, el cual usualmente es un contenedor blindado y sellado [1].

Los alojamientos de fuentes gamma incorporan normalmente blindaje de plomo diseñado para colimar la radiación en un haz primario y dirigido al material hacia la posición del detector.

El medidor nuclear cuenta con un obturador de manera que la fuente de radiación pueda estar completamente rodeada por el blindaje, cuando no está en uso. A menudo es posible hacer arreglos para que el obturador se cierre automáticamente cuando no haya material frente al medidor. También cuentan con una

indicación clara que muestre si el obturador está en posición cerrado o abierto.

Teniendo en cuenta los aspectos operacionales y de mantenimiento, resulta importante conocer los niveles de tasa de dosis de los respectivos medidores nucleares como parte de las medidas a adoptar y que conlleven a la optimización de las dosis que pudiera recibir el personal operador.

Durante la operación de los diferentes tipos de medidores nucleares se deben tomar precauciones adecuadas teniendo en cuenta los principios básicos de la protección radiológica. En este caso, a pesar que los niveles de tasas de dosis pudieran arrojar un valor bajo, no se debe dejar de considerar el principio de optimización a fin de reducir los niveles de dosis al valor más bajo posible de alcanzar [2].

\* Correspondencia autor: mmallaupoma@ipen.gob.pe

Por lo general, una de las preguntas que se suele realizar es a cerca del nivel de riesgo que presentan los diferentes medidores nucleares y cuáles son los riesgos a los que está expuesto el personal operador. A fin de dar respuesta a estas interrogantes es que se consideró por conveniente desarrollar un trabajo de control operacional para los diferentes medidores nucleares conteniendo fuentes radiactivas, de cesio-137 con diferentes niveles de actividad.

En el presente estudio se analizaron medidores nucleares fijos utilizados para control de procesos de producción en la industria minera.

## 2. Aspectos técnicos

Un aspecto medular lo constituye la necesidad de conocer los niveles de tasa de dosis que pudieran tener las fuentes radiactivas utilizadas en los medidores nucleares, en sus múltiples aplicaciones, a fin de establecer las correspondientes medidas de seguridad.



**Figura 1.** Operación de mantenimiento preventivo.

### 2.1 Consideraciones operacionales

Las operaciones de producción en los centros mineros, generalmente automatizados, requieren ser supervisados constantemente para comprobar la calidad de los productos y el control de los procesos de producción. Ese proceso de control es realizado a menudo utilizando medidores nucleares que utilizan la propiedad de las radiaciones ionizantes. Las ventajas que presentan estos equipos son que no requieren estar en contacto con el material examinado y por ello pueden ser utilizados como un monitor de la producción en procesos de alta velocidad, en materiales de

temperatura muy alta o que contengan propiedades químicas tóxicas. Sin embargo, el uso de las radiaciones ionizantes exige que se cumplan con normas nacionales de protección radiológica. Estos equipos requieren ser revisados periódicamente (Figura 1).

De igual manera, se requiere verificar los niveles de tasa de dosis que puedan tener considerando los niveles de tasa de dosis cuando fueron instalados (Figuras 2 y 3).



**Figura 2.** Verificación de tasa de dosis en contacto.



**Figura 3.** Verificación de tasa de dosis a 1 metro.

## 3. Metodología

La metodología empleada consideró los siguientes aspectos:

### 3.1 Equipos y material utilizado

Durante el control operacional se utilizaron monitores de radiación, con certificados de calibración vigentes: Un monitor de radiación marca Eurisys, modelo Radiogem Serie 1596; un monitor de radiación marca FAG modelo FH 40, serie 5829; 04 dosímetros marca Aloka, series 81637, 81645, 81632 y 81636.

3.2 Procedimiento utilizado

Se tuvo en cuenta las consideraciones de buenas prácticas de seguridad industrial y seguridad radiológica. Las prácticas de seguridad industrial resultan ser muy importantes, máxime teniendo en cuenta que los equipos medidores nucleares generalmente están ubicados a alturas muy variables, *in situ* donde se realizan los diferentes procesos productivos y que pueden alcanzar alturas de hasta 100 metros.

Los medidores nucleares están distribuidos en varios puntos de los procesos de producción y utilizan diferentes actividades según el tipo de proceso a realizar. En las figuras 4, 5 y 6 se indican estos procesos con la indicación de la actividad de las fuentes radiactivas.



Figura 4. Medidor nuclear ubicado en zona de rebose de ciclón (fuente: Cs-137 de 5 mCi).



Figura 5. Medidor nuclear ubicado en zona de Concentrado a granel (fuente: Cs-137 de 50 mCi).



Figura 6. Medidor nuclear en zona de espesamiento de minerales (fuente: Cs-137 de 5000 mCi).

4. Resultado y discusión

El estudio permite identificar los procesos de producción en centros mineros con las características propias de los medidores nucleares utilizados.

Considerando que el parámetro de medición está estrechamente relacionado con la densidad de los materiales, se puede observar que las fuentes de mayor actividad son utilizadas para los procesos donde la muestra a analizar presenta una mayor densidad.

Los resultados de las mediciones de tasas de dosis para los diferentes medidores nucleares, ubicados en los diferentes procesos de producción en instalaciones mineras, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Tasas de dosis de medidores nucleares.

Radioisótopo	Actividad		Tasa de dosis ( $\mu\text{Sv/h}$ )		
	mCi	GBq	Contacto	10 cm	30 cm
Cs-137	5 000	185	1100	60	19
Cs-137	50	1,850	530	45	--
Cs-137	20	0,740	220	39	8
Cs-137	10	0,370	120	21	5
Cs-137	5	0,185	50	10	2

Según los resultados obtenidos las mayores tasas de dosis se presentan en los casos de los equipos que contienen fuente de cesio-137 de mayor actividad. La mayor tasa de dosis en contacto con el medidor nuclear corresponde al equipo que tiene una fuente de cesio-137 de 185 GBq (5000 mCi) [3].

Considerando que buena parte de los medidores nucleares se encuentran ubicados a alturas mayores a los 3 metros de la superficie, no representan mayores riesgos para el personal que transita por debajo de ellas; sin embargo, deberá ponerse los mayores cuidados operacionales para las fuentes de mayor actividad que se encuentran a alturas de 1 metro.

## 5. Conclusiones

Los niveles de tasas de dosis obtenidos en contacto así como a diez centímetros, de los medidores nucleares, muestran que el respectivo trabajo de control operacional debe ser desarrollado por personal debidamente entrenado y calificado, puesto que podría conllevar a un incremento sustantivo de los riesgos de efectos estocásticos si no se aplican adecuadamente los parámetros de tiempo, distancia y blindaje, para reducir dosis por irradiación externa.

Las mediciones realizadas muestran información de campo sobre tasa de dosis promedio para más de 40 medidores nucleares de la marca OHMART, lo cual

constituye un primer trabajo de esta característica en nuestro país.

Las tasas de dosis medidas, para los diferentes tipos de medidores nucleares, han permitido definir las zonas controladas y supervisadas, mejorando las condiciones de seguridad y la aplicación del principio de optimización.

## 6. Bibliografía

- [1] Internacional Atomic Energy Agency. Identification of radioactive sources and devices. IAEA Nuclear Security Series No. 5. Technical Guidance, Reference manual. Vienna: Austria; 2007.
- [2] International Atomic Energy Agency. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. Safety Series No. 115. Vienna: Austria; 1996.
- [3] Medina Flores E. Instalación de medidores nucleares en centro minero. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Dirección General de Seguridad Radiológica. [Informe Interno]. Lima: Perú; 2008.