

# Caracterización de fuentes huérfanas radiactivas por espectrometría gamma

Walter Cruz [wacruz@ipen.gob.pe](mailto:wacruz@ipen.gob.pe), Genaro Rodríguez, Mario Mallaupoma, Alvaro Aguirre

Planta de Gestión de Residuos Radiactivos. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)  
Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

## Resumen

Las fuentes radiactivas selladas tienen un amplio uso en la industria. Deben tener un permanente control y estar registradas ante la Autoridad Nacional. Sin embargo, en algunas oportunidades se han identificado la presencia de fuentes selladas abandonadas sin conocerse al propietario. A estas fuentes se les denomina “fuentes huérfanas”. Desde luego, representan un alto riesgo potencial debido a que pueden desencadenar accidentes de funestas consecuencias dependiendo de su actividad y forma química. En el presente trabajo se describe el procedimiento y las acciones tomadas para caracterizar dos fuentes huérfanas radiactivas procedentes de una planta de fundición perteneciente a la Compañía de Aceros Arequipa. Se utilizó un sistema de espectrometría gamma utilizando un detector de NaI(Tl) 3" x 3" con un analizador Multicanal Nucleus PCA-II. El radioisótopo que se identificó fue cesio-137. Afortunadamente, las fuentes mantenían su integridad ya que de haberse dispersado hubiera generado una contaminación importante teniendo en cuenta la forma química del radioisótopo y su fácil dispersión.

## Abstract

The radioactive seal sources have multiple applications on industry. On this hand, they always have to be under control and its use must be licensed by Regulatory body. Even though, abandoned radioactive sources, that are calling orphan sources, are periodically found which does that these kinds of sources, depending on its activity and chemical characteristic, represent a high potential hazard due to the mortal consequences that can have these events. The present work describes the procedure and the actions taken for the not destructive characterization of two orphan radioactive sources from the Compañía de Aceros Arequipa smelting plant. It was used a gamma spectroscopy system with a 3" x 3" NaI(Tl) detector and an Nucleus PCA-II multichannel analyzer with its associate electronics. The radioisotope identified was Caesium-137 and no contamination was found.

**Palabras Claves :** Fuentes huérfanas, fuente gamma, fuente puntual, espectrometría gamma, tasa de dosis, cesio-137

## 1 Introducción

Las fuentes radiactivas en el campo industrial, son empleadas en diversas aplicaciones, como medidores nucleares de espesor, humedad, gramaje, nivel, perforaciones de pozos, gammagrafía, etc.

Algunos medidores industriales forman parte de estructuras metálicas las cuales al final de su vida útil ya sea por su decaimiento radiactivo o por no ser considerado útil para los fines que fueron adquiridos, pasan a ser considerados como fuentes en desuso, a pesar que estos aún mantiene sus propiedades radiactivas.

Los gobiernos a través del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) han acentuado el control de las fuentes conocidas a través de la elaboración de un inventario general con el fin de prevenir acciones terroristas que podrían tener un impacto grande en la población.

Algunas fuentes, en la mayoría de los casos no registrados, son abandonadas en forma irresponsable y podrían generar accidentes de funestas consecuencias debido a que esas fuentes no tienen control alguno. A este tipo de fuentes se les denomina “fuentes huérfanas”.

## 2 Metodología

### 2.1 Detección de fuentes huérfanas

En abril del 2006, el personal de Aceros Arequipa detecta por medio de un portal de detección presencia de material radiactivo. El equipo utilizado fue un equipo RAD/COM SYSTEM 4000. En la Fig.1 se puede observar un equipo de medición similar al utilizado en la empresa de chatarra.



**Figura 1.** Equipo de medición de radiación en empresa de chatarra.

La presencia de fuentes radiactivas fue comunicada por la empresa de chatarra a la Autoridad Nacional que luego de las evaluaciones correspondientes solicitó que las mencionadas fuentes radiactivas fueran enviadas a la planta de gestión de residuos radiactivos como fuentes no conocidas. En la Fig.2 se puede observar el estado en que se encontraron las fuentes huérfanas encontradas en la ciudad de Pisco.



**Figura 2.** Estado en que fueron encontradas las fuentes huérfanas.

Las fuentes huérfanas fueron traídas de la ciudad de Pisco y fueron colocadas en el almacén de la planta de gestión de residuos radiactivos, en el Centro nuclear RACSO, para su posterior caracterización.

### 2.2 Aspectos operacionales

Para realizar la caracterización de las "fuentes huérfanas" se utilizó la

espectrometría gamma y para la estimación de su actividad se le consideró como una fuente puntual. Previamente se hizo un sweep test a fin de verificar que no existía liberación del radioisótopo. Durante toda la operación se tuvo en cuenta la aplicación de las normas de seguridad radiológica habiéndose realizado el seguimiento de las dosis acumuladas por el personal operador que estuvo dentro de los valores reglamentarios.

### 2.3 Materiales y Equipos utilizados

Detector de NaI (TI) de 3 x 3".  
PreAmplificador - Tennelec (TC 154).  
Amplificador - Tennelec (TC 241).  
Fuente de Poder - Tennelec (TB 3).  
Suministro de Energía - Tennelec (TC 911).  
Fuente de alto voltaje - Tennelec (TC 948).  
Analizador Multicanal Nucleus PCA II  
Blindajes de plomo.  
Sistema de Computo con impresora  
Detector de Radiación con sonda (Marca GRAETZ, Modelo X50 DE).  
Dosímetros personales tipo película.  
Pinza metálica.  
Guantes descartable.  
Mandiles de protección.

En la Fig.3 se puede observar el equipo de espectrometría gamma utilizado.



**Figura 3.** Sistema de espectrometría gamma.

Las mediciones con el sistema de espectrometría gamma se hicieron considerando una distancia de 25 cm entre la fuente y el detector. La fuente fue ubicada dentro de un blindaje para facilitar la identificación. El tiempo de conteo fue de 100 segundos.

Las mediciones de tasa de dosis fueron realizadas en contacto con las fuentes y a una distancia de 1 metro (fig.4).



**Figura 4.** Medición de tasa de dosis.

#### 4 Resultados

Las mediciones de las tasas de dosis de las fuentes radiactivas fueron: en contacto de 100  $\mu\text{Sv/h}$  y a 1 metro de 0.055  $\mu\text{Sv/h}$

Para calcular la actividad de las fuentes se utilizó la ecuación simplificada de fuente puntual para emisores gamma

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

Donde :

X = Tasa de dosis en  $\text{mSv} / \text{h}$

A = Actividad de la fuente en GBq

$\Gamma$  = Constante de Especifica Gamma en :  
 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2 / \text{h}\cdot\text{GBq}$ ;

Para Cs-137 = 0,088

d = Distancia entre fuente y monitor en m.

Las actividades estimadas para las fuentes radiactivas de cesio-137 fueron de 0,63 y 0,57 Gbq respectivamente.

#### 5 Conclusiones

La utilización del sistema de espectrometría gamma permitió identificar que el radioisótopo presente en las fuentes huérfanas fue el cesio-137 debido a la energía característica de los fotones que emitía.

Las actividades encontradas fueron de 0.63 GBq (17 mCi) y de 0,57 GBq (16 mCi) respectivamente.

La consideración de que las fuentes radiactivas fueran consideradas como fuentes puntuales simplificó los correspondientes cálculos realizados.

#### 6 Referencias

- [1] International Atomic Energy Agency, Security of radioactive sources. TECDOC-1355, Vienna: Austria; 2003.
- [2] International Atomic Energy Agency. Draft revised Code of conduct on the safety and security of radioactive sources. Vienna, Austria; 2003.
- [3] Truppa WA, Cateriano MA. El accionar regulatorio en el problema de las fuentes radiactivas procesadas como chatarra. ARA. Buenos Aires: Argentina; 2003.
- [4] Ramirez R. Informe N° 090-06-CINS, Lima: Perú; 2006.