

## Análisis del control regulatorio de la radiografía industrial en el Perú

Miguel Ticllacuri

Oficina Técnica de la Autoridad Nacional, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470,  
Lima 41, Perú

### Resumen

En el presente trabajo se muestra la situación actual de la radiografía industrial en el Perú, la cantidad de entidades operadoras autorizadas, incidentes ocurridos y los principales aspectos de la reglamentación peruana en materia de seguridad radiológica y física en esta práctica que contribuye en la reducción de sus riesgos asociados.

### Abstract

This work will show the current status of industrial radiography in Peru, among other things, number of facilities, some incidents and the main aspects of the Peruvian regulation on radiation safety and security, in this practice, in order to reduce the associated risks.

### 1. Introducción

La radiografía industrial, basada principalmente en el uso de rayos X o fuentes radiactivas, son técnicas de ensayos no destructivos destinada al control de calidad de materiales o de procesos y es muy utilizada en la industria siderúrgica, naval, aeronáutica, nuclear y petrolera, principalmente empleada para la identificación y clasificación de los defectos de soldaduras.

Las altas tasas de dosis involucradas en esta práctica y los lamentables accidentes reportados en todo el mundo, hacen que las actividades y usos de radiaciones ionizantes deban estar sujetas al control y fiscalización a cargo de un organismo del Estado dedicado a su regulación, dotado de una infraestructura y competencias técnico-científicas apropiadas, con el fin de asegurar un nivel adecuado de protección de las personas contra los efectos nocivos de las radiaciones.

Típicamente, el equipamiento básico usado en la radiografía industrial consiste de un tubo de rayos X así como la unidad de comando desde donde se establecen los parámetros de disparo como el voltaje, amperaje y el tiempo de exposición. Por otro lado, la radiografía industrial con fuentes radiactivas requiere de un proyector y una fuente radiactiva. Ambas técnicas usan dispositivos de vigilancia radiológica como detectores y dosímetros. En la Figura 1 se muestra el equipamiento que debe tener una entidad operadora en radiografía industrial con fuente radiactiva.

En el Perú, el organismo que controla el uso de radiación ionizante es el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) a través de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN) facultada para emitir autorizaciones, realizar inspecciones y aplicar acciones de coerción de acuerdo con el marco legal amparado en los siguientes decretos:

- a. Decreto Ley No. 21875, Ley Orgánica del IPEN [1].
- b. Decreto Supremo No. 009-97-EM, aprueba el Reglamento de Seguridad Radiológica [2].
- c. Decreto Ley No. 27757, Ley de prohibición de la importación de bienes, maquinarias y equipos usados que utilicen fuentes radiactivas [3].
- d. Decreto Supremo No. 001-2004-EM, aprueba el Reglamento de la Ley No. 27757 [4].
- e. Decreto Ley No. 28028, Ley de regulación del uso de fuentes de radiación ionizante [5].
- f. Decreto Supremo No. 039-2008-EM, aprueba el Reglamento de la Ley No. 28028 [6].

Asimismo, basado en los resultados de la experiencia fiscalizadora, incidentes ocurridos en otros países, realidad de las entidades fiscalizadas y el desarrollo tecnológico, la OTAN hizo posible la aprobación de las siguientes normas en este campo:

---

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



**Figura 1:** Equipamiento de la práctica de radiografía industrial con  $^{192}\text{Ir}$ , (1) Proyector gammagráfico, (2) Cable portafuente, (3) Cable de control o telemando, (4) Tubo guía, (5) Dispositivos de detección de radiaciones, (6) Colimadores.

- Norma IR.001.2009, Requisitos de seguridad radiológica en radiografía industrial [7].
- Norma SF.001.2011, Requisitos de seguridad física de fuentes radiactivas [8].

Por último, el IPEN como entidad pública cuenta con un documento de gestión que compila los procedimientos administrativos y servicios exclusivos que regula y brinda y se denomina Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) [9]. En este documento se ordena de manera homogénea los requisitos que deben cumplir las entidades operadoras para poder obtener una licencia de operación u otra autorización específica.

## 2. Desarrollo

En el Perú, las entidades operadoras en la práctica de radiografía industrial requieren de una licencia de operación que es emitida por la OTAN. La licencia de operación se otorga luego de una rigurosa evaluación de la documentación presentada y la inspección al recinto de almacenamiento, siempre que se compruebe que la entidad operadora cumple con los requisitos establecidos en el TUPA y satisface los requerimientos mínimos que exigen las normas IR.001.2009 y SF.001.2011.

Como es usual en casi todos los países del mundo, el titular de la licencia es el responsable primario por la seguridad radiológica y física de la instalación y de todas las actividades que se desarrollan e

involucran el uso de fuentes radiactivas o equipos de rayos X. En cumplimiento de la norma, el titular de la licencia puede designar a un Oficial de Protección Radiológica (OPR), quien deberá ejecutar el programa de protección radiológica operacional de la entidad. Para ello, debe facilitar los recursos necesarios para el cumplimiento de las funciones asignadas y monitorear sus tareas. Entre las funciones más destacadas que debe cumplir el OPR se puede mencionar las siguientes:

- Supervisar el cumplimiento de las condiciones y límites de la licencia de operación y las normas aplicables.
- Controlar que solo los operadores autorizados o asistentes supervisados ejecuten exposiciones radiográficas.
- Elaborar, revisar y modificar los procedimientos así como velar por su cumplimiento.
- Supervisar en el emplazamiento de trabajo que el equipo de operadores sea el suficiente, además que tenga los dispositivos de detección de radiaciones y el kit de emergencia adecuado, también que se efectúen mediciones de tasas de dosis y elaboren los registros de operación.
- Preparar y supervisar el transporte de material radiactivo.
- Registrar las dosis mensuales del personal operador.
- Elaborar y mantener la documentación, procedimientos y registros, así como las

requeridas por la licencia.

### 2.1 *Status de la radiografía industrial*

La facultad que tiene la OTAN de controlar la gestión de fuentes de radiación ionizante alcanza a los procesos de importación, operación, transporte y gestión de fuentes agotadas. Este control, entre otras cosas, requiere la tenencia de bases de datos que se actualicen permanentemente a fin de que puedan ofrecer estadísticas y seguimiento de la gestión de las fuentes de radiación que hacen las entidades operadoras.

En la Tabla 1 se muestra la situación actual de esta práctica. En ella se observa el número de entidades operadoras, la cantidad de fuentes de radiación y el número de personas autorizadas entre OPR, operadores y personal de mantenimiento. Las cifras que se muestran han sido obtenidas de las bases de datos en la OTAN hasta el mes de diciembre del año 2011.

En los últimos años, la explotación de los yacimientos del gas de Camisea ha sido la razón principal de que se lleve a cabo esta actividad, incrementando la adquisición de equipos de rayos X, fuentes radiactivas y proyectores gammagráficos.

**Tabla 1.** Principales datos actuales de la radiografía industrial en el Perú.

Parámetro	Número
1. Entidades operadoras en radiografía industrial	35
- con $^{192}\text{Ir}$	27
- con $^{60}\text{Co}$	1
- con rayos X	7
- con $^{192}\text{Ir}$ y rayos X	2
- mantenimiento	1
2. Proyectores gammagráficos	129
3. Equipos de rayos X	15
4. Personas licenciadas	352
- operadores	305
- OPR	58
- OPR y operador	51
- mantenimiento de equipos	4

### 2.2 *Situaciones incidentales*

La radiografía industrial con  $^{192}\text{Ir}$  es la actividad que más riesgos potenciales de exposición tiene asociada. Los proyectores que alojan a la fuente radiactiva suelen transportarse hacia los emplazamientos donde se harán las radiografías y serán almacenados temporalmente *in situ*. En todos los

escenarios donde pueda estar presente un proyector con una fuente radiactiva debe considerarse una probabilidad latente que se produzca un incidente, tales como:

- Accidentes de tránsito o robo durante el transporte.
- Intrusión no autorizada y robo en los recintos de almacenamiento temporales.
- Desprendimiento de la fuente radiactiva del proyector o atascamiento de esta en el tubo guía.
- Sobreexposición de operadores y personas del público.
- Incendio o explosión en el almacenamiento o durante el transporte.

Como puede apreciarse, las causas de estos sucesos podrían asociarse al factor humano, falla de equipos e incluso el control regulatorio.

En el mundo, la lista de incidentes y accidentes en radiografía industrial con  $^{192}\text{Ir}$  es muy larga y muchas víctimas sufrieron las consecuencias severas de la radiación gamma que emite la fuente. El Perú no estuvo exento de estos hechos y como muestra de ello se describen los sucesos más significativos ocurridos.

#### **1977, Zona del Oleoducto [10]**

*Tipo de evento:* Exposición accidental a una fuente.

*Descripción:* La pobre supervisión de un proyector con una fuente de  $^{192}\text{Ir}$  permitió el uso no autorizado de trabajadores no entrenados. Tres personas resultaron heridas por sobreexposición con dosis por encima de 16400 rad en las manos, 90 rad en ojos y 200 rad de cuerpo entero. A dos de ellos se le amputaron varios dedos y el tercero sufrió lesiones en la mano izquierda.

*Consecuencias:* Tres personas con lesiones deterministas severas, dos de ellos con amputaciones en varios dedos de la mano.

#### **1999, Yanango [11]**

*Tipo de evento:* Fuente perdida.

*Descripción:* Un soldador que trabajaba en una planta hidroeléctrica recogió una fuente perdida de  $^{192}\text{Ir}$  y la puso en el bolsillo de la parte posterior de su muslo derecho. Después de seis horas, el soldador manifestó dolor en esa zona del cuerpo y se fue a casa provocando exposiciones menores a los

miembros de su familia. La dosis estimada de cuerpo entero que recibió el soldador fue de 150 rad mientras que la dosis localizada fue por encima de los 10000 rad lo que obligó la amputación de la pierna derecha.

*Consecuencias:* Una persona herida con lesiones deterministas severas y amputación de pierna.

#### **2009, Lima**

*Tipo de evento:* Dispersión de pellets.

*Descripción:* Una empresa licenciada realizaba trabajos de radiografía con  $^{192}\text{Ir}$  y se rompió la cápsula del cable portafuente provocando la dispersión de los pellets. La causa de este incidente pudo haberse debido a fallas en el proceso de fabricación.

*Consecuencias:* No hubo exposiciones por encima de los límites permisibles.

#### **2009, Cajamarca**

*Tipo de evento:* Hurto de proyector gammagráfico en recinto de almacenamiento temporal.

*Descripción:* Una empresa licenciada que realizaba trabajos de radiografía con  $^{192}\text{Ir}$  en un campamento minero tuvo su proyector almacenado en un recinto proporcionado por su contratista. Un grupo de personas manifestantes ingresó al emplazamiento, en especial al recinto y tomó posesión del proyector gammagráfico. La causa principal de este incidente se debió a la ausencia o deficiencia de seguridad física en el almacenamiento.

*Consecuencias:* Se recuperó el proyector sin consecuencias sanitarias.

#### **2009, Lima**

*Tipo de evento:* Accidente de transporte.

*Descripción:* Una empresa licenciada realizaba el transporte de un proyector gammagráfico en su propia unidad y sufrió la colisión con otro vehículo. Aunque el suceso resultó ser fortuito, en el lugar de los hechos se observó que el transporte del proyector no se realizaba con las medidas de seguridad física requeridas.

*Consecuencias:* No hubo consecuencias radiológicas en el incidente.

#### **2009, Trujillo**

*Tipo de evento:* Exposición inadvertida de persona del público.

*Descripción:* Una empresa licenciada realizaba operaciones radiográficas con  $^{192}\text{Ir}$  cuando, de manera inadvertida, una persona ajena a las operaciones – considerada miembro del público – ingresó al área controlada. La causa de este suceso se debió a fallas de procedimiento en el control de acceso a área controlada.

*Consecuencias:* No hubo consecuencias sanitarias en la persona expuesta y la dosis no habría superado los 2.8 mSv.

#### **2010, Lima**

*Tipo de evento:* Robo de un proyector gammagráfico durante el transporte.

*Descripción:* Una empresa licenciada se dirigía al emplazamiento donde iba a realizar sus operaciones. El desplazamiento lo hacía en un taxi y al llegar al destino, mientras se hacían gestiones para el acceso, sufrió el robo de sus equipos, entre ellos un proyector gammagráfico. Aun cuando se trató de un imprevisto, la unidad de transporte no era la adecuada.

*Consecuencias:* Se recuperó el proyector sin consecuencias sanitarias.

#### **2011, Lima**

*Tipo de evento:* Robo de un proyector gammagráfico durante el transporte.

*Descripción:* Una empresa licenciada se dirigía en su propia unidad a su sede luego de realizar trabajos de radiografía con  $^{192}\text{Ir}$ . En el trayecto la unidad sufrió desperfectos y deciden culminar la expedición en taxi y al llegar al destino, no se descarga el equipamiento completo y el taxi emprende la marcha llevándose el proyector que se encontraba en el piso del vehículo. La causa de este suceso sería por fallas procedimentales en el transporte y deficiencias en la seguridad física.

*Consecuencias:* Se recuperó el proyector sin consecuencias sanitarias.

### **3. Resultados y Discusión**

En el país hasta el año 2011 han ocurrido dos accidentes radiológicos con consecuencias determinísticas en personas; sin embargo, lo que llama la atención es la ocurrencia de incidentes relacionados con la falta o resquebrajamiento de la seguridad física durante el transporte y almacenamiento de los proyectores gammagráficos. Es posible

atribuir la ocurrencia de estos incidentes al desconocimiento de parte de las entidades operadoras del tema de seguridad física así como de los alcances de la norma SF.001.2011.

#### 4. Conclusiones

Las entidades operadoras en radiografía industrial, principalmente las de radiografía industrial portátil, necesitan comprometerse aún más con la seguridad y gestionarla con la seriedad que se merece.

La OTAN, a través de los mecanismos de fiscalización, debe recomendar que las gerencias y los trabajadores – OPRs y operadores – mejoren sus actitudes y valores en materia de seguridad.

La reducción de las tasas de incidentes por causas de factores humanos puede corregirse con un programa serio de capacitación y entrenamiento a los operadores de las entidades licenciadas, junto con una frecuente fiscalización. Por otro lado, aquellos incidentes con causas en fallas de los equipos se corrigen con la ejecución del correspondiente programa de mantenimiento. La disminución de los incidentes por estas causas pasa por el cumplimiento de los requerimientos para lograr un *estándar de seguridad* razonable aun cuando no se disminuya a cero la probabilidad de ocurrencia. Es por ello que es importante alcanzar ese estándar de seguridad y sostenerlo a lo largo del tiempo.

#### 5. Agradecimientos

Un agradecimiento especial a los colegas de la OTAN que, sin su colaboración, no habría sido posible el presente reporte.

#### 6. Bibliografía

- [1] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Ley Orgánica del IPEN. Decreto Ley No. 21875. Disponible en URL: [http://www.ipen.gob.pe/site/transparencia/transp\\_2012/d\\_generales/ley\\_organica\\_21875.pdf](http://www.ipen.gob.pe/site/transparencia/transp_2012/d_generales/ley_organica_21875.pdf)
- [2] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Reglamento de Seguridad Radiológica. D.S. No. 009-97-EM. Disponible en URL: [http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/leyes\\_normatividad.htm](http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/leyes_normatividad.htm)
- [3] Instituto Peruano de Energía Nuclear.

Ley N° 27757, Ley de prohibición de la importación de bienes, maquinarias y equipos usados que utilicen fuentes radiactivas. Disponible en URL: [http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/normatividad/ley\\_27757proh\\_import.pdf](http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/normatividad/ley_27757proh_import.pdf)

[4] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Decreto Supremo N° 001-2004-EM. Aprueban Reglamento de la Ley N° 27757, Disponible en URL:

[http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/normatividad/reglam\\_ley\\_27757.pdf](http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/normatividad/reglam_ley_27757.pdf)

[5] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Ley N° 28028. Ley de regulación del uso de fuentes de radiación ionizante. Disponible en URL:

[http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/normatividad/ley\\_27028.htm](http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/normatividad/ley_27028.htm)

[6] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Reglamento de autorizaciones, fiscalización, control, infracciones y sanciones de la Ley N° 28028 Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiaciones Ionizantes. 2008. Disponible en URL:

[http://www.ipen.gob.pe/site/publicaciones/ley\\_28028/reglamento\\_ley28028.pdf](http://www.ipen.gob.pe/site/publicaciones/ley_28028/reglamento_ley28028.pdf).

[7] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Requisitos de seguridad radiológica en radiografía industrial. Norma IR.001.2009. Disponible en URL:

[http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/leyes\\_normatividad.htm](http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/leyes_normatividad.htm)

[8] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Requisitos de Seguridad Física de Fuentes Radiactivas, Norma SF.001.2011. Disponible en URL:

[http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/leyes\\_normatividad.htm](http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/leyes_normatividad.htm)

[9] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Texto Único de Procedimientos Administrativos. D. S. N° 020-2005-MEM y modificado por R.M. No. 033-2008-MEM/DM. Disponible en URL: [http://www.ipen.gob.pe/site/transparencia/tupa\\_ipen.pdf?ent\\_nom=Instituto Peruano de Energía Nuclear \(IPEN\)&id\\_entidad=95](http://www.ipen.gob.pe/site/transparencia/tupa_ipen.pdf?ent_nom=Instituto%20Peruano%20de%20Energía%20Nuclear%20(IPEN)&id_entidad=95)

[10] Johnson Robert. Database of radiological incidents and related events. [serie en Internet]. Disponible en URL:

<http://www.johnstonsarchive.net/nuclear/radevents/index.html>

[11] International Atomic Energy Agency. The radiological accident in Yanango. Vienna: IAEA; 2000.