



**ARCAL**

**ARREGLOS REGIONALES COOPERATIVOS PARA LA  
PROMOCION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA NUCLEARES EN  
AMERICA LATINA**

**SEGUNDA REUNION DE EXPERTOS PARA LA  
PREPARACION DE**

**GUIAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA  
PRACTICA DE RADIOGRAFIA  
INDUSTRIAL**

**PROYECTO ARCAL XX**

**RIO DE JANEIRO  
9-13 FEBRERO DE 1998**

**ARCAL XX  
RLA/9/028  
REVISADO**





**GUIAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA  
PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 02/98  
Fecha: 13/02/98**

**CONTENIDO**

Introducción	1
Guía para la Elaboración del Código de Prácticas de Protección Radiológica para Radiografía Industrial	3
Guía para Solicitar Autorización para la Práctica de Radiografía Industrial	25
Procedimiento para Otorgar Autorizaciones para la Práctica de Radiografía Industrial	38
Procedimiento para la Realización de Inspecciones en la Práctica de Radiografía Industrial	50





**GUIAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA  
PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL  
INTRODUCCION**

**Version 02**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 1/2**

### 1. OBJETIVOS

101 Armonización de criterios de licenciamiento e inspección a ser adoptados por las Autoridades Reguladoras de la región para optimizar la Seguridad Radiológica en la práctica de radiografía industrial, a fin de garantizar un efectivo control de las fuentes de radiación para evitar exposiciones innecesarias y limitar las posibilidades de accidentes, adoptando las nuevas orientaciones de las Normas Básicas Internacionales de Seguridad Radiológica [1]

102. Armonización de criterios técnicos a ser adoptados por los usuarios para trabajar en forma segura en las prácticas de radiografía industrial.

### 2. ANTECEDENTES

201 La presente guía recoge las nuevas recomendaciones internacionales que en materia de protección radiológica han elaborado de conjunto la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Nuclear de la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (AEN), la Organización Panamericana de la Salud (OPAS), y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estas recomendaciones están recogidas en la Serie de Seguridad 115 del OIEA "Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección Contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación"[1].

202. El Reglamento Genérico de Protección Radiológica contra las Radiaciones Ionizantes, elaborado en el marco del Proyecto ARCAL XVII, ha sido utilizado como referencia para este documento[4].

203. Dentro del concepto de garantía de calidad, las guías y procedimientos constituyen elementos que aseguran que las actividades se realicen en forma uniforme y controlada, de acuerdo con los reglamentos específicos y tienen por objetivo principal disminuir los riesgos inherentes a toda práctica con fuentes de radiación ionizante.

### 3. ALCANCE

301. Este documento describe los principales aspectos que se relacionan con la documentación necesaria para el proceso de autorización de las instalaciones de radiografía industrial[5].

### 4. PRESENTACIÓN DE LOS DOCUMENTOS

401. Este documento se divide en cuatro partes:

a) Guía para la Elaboración del Código de Prácticas de Protección Radiológica para Radiografía Industrial;

(i) La orientación ofrecida en esta guía aplicase a la utilización de fuentes de radiación en la industria, en las actividades que se desarrollan con equipos de radiografía industrial.

(ii) La guía incluye procedimientos administrativos que impactan en la seguridad de la instalación y actividades particulares que dependen del uso del material radiactivo y del tipo de instalaciones, como también los procedimientos de organización y documentación.

b) Guía para Solicitar Autorización para Radiografía Industrial;

(i) Esta guía es aplicable a las instalaciones de radiografía industrial que utilizan fuentes radiactivas selladas y equipos generadores de radiaciones ionizantes y también es aplicable a las personas que intervienen en la práctica de Radiografía Industrial.

c) Procedimiento para Otorgar Autorizaciones en Radiografía Industrial;

(i) Este procedimiento es aplicable a las tareas de evaluación que efectúa la Autoridad Reguladora, tendientes a otorgar autorizaciones para la práctica de Radiografía Industrial.

(ii) Los criterios de evaluación que se indican en el procedimiento podrán ser complementados, en caso necesario, de acuerdo a las normativas vigentes en cada país.

d) Procedimiento para la Realización de Inspecciones en Radiografía Industrial.

(i) Este procedimiento esta dirigido a las inspecciones en la práctica de radiografía industrial.



ARCAL/OIEA

# GUIAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL INTRODUCCION

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 2/2

## 5. INSTRUCCIONES GENERALES SOBRE LA ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS

501. La información que se solicita debe presentarse en el orden y con el formato que se señala en estas Guías y Procedimientos, sin omitir ningún punto. Si algún punto no es pertinente o no se aplica al caso particular de que se trate se indicará lo anterior y se explicarán las razones. Cuando así convenga se puede proporcionar la información haciendo referencia a otros trabajos, pero se indicará la fuente bibliográfica y se anexarán los textos de interés, copias o transcripciones claramente legibles de los mismos. En el caso de trabajos inéditos, se anexarán los textos y se indicará en forma clara y completa la fuente de la información.

502. La información solicitada seguirá, en términos generales, el estilo y la forma de presentación normalmente usados para los informes técnicos. Tendrá un índice y se indicará claramente la fecha de su preparación. Puede presentarse en varios volúmenes si es necesario, pero en este caso, cada volumen tendrá el índice de materias completo que indique el contenido de todo el documento. Todas las hojas, tablas, figuras y fotografías deben estar numeradas, pero pueden numerarse por secciones si se desea. Las tablas, figuras y fotografías se identificarán con los títulos que correspondan. El material anexo (textos, documentos, mapas, planos, fotografías, etc) a que se haga referencia en el documento, estará debidamente numerado e identificado y se incluirá en el propio informe una lista completa de todo este material.

503. Se usará en todos los casos el Sistema Internacional de Unidades (SI), sus símbolos y sus prefijos. Si se desea usar, además, otro sistema de unidades, se incluirán las equivalencias en el sistema internacional.

## 6. PERÍODO DE ADECUACIÓN

601. Las Autoridades Reguladoras podrán establecer plazos para que los titulares de autorización adecuen las instalaciones, los equipos, el personal y los procedimientos a las recomendaciones de las guías y procedimientos.

## 7. REFERENCIAS GENERALES

- [1] Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación. Edición Seguridad No 115, OIEA, Viena (1997).
- [2] International Atomic Energy Agency. Recommendations for the Safe Use and Regulation

of Radiation Sources in Industry. Medicine, Research and Teaching. Safety Series No. 102, IAEA, Vienna (1990).

- [3] International Atomic Energy Agency. Emergency Planning and Preparedness for Accidents Involving Radiactive Materials Used in Medicine, Industry, Research and Teaching. Safety Series No.91, IAEA, Vienna (1989).
- [4] ARCAL XVII Reglamento Genérico de Protección Radiológica, 1996.
- [5] International Atomic Energy Agency. Plans for Authorization and Inspection of Radiation Sources. Draft. Vienna, 1996.
- [6] International Atomic Energy Agency. Safety of Radiation Sources Including Security and Storage Requirements. Draft. Vienna, 1996
- [7] International Atomic Energy Agency. Organization and Operation of a National Regulatory Infrastructure Governing Radiation Protection and Safety of Radiation of Sources. Draft. Vienna, 1996.
- [8] International Atomic Energy Agency. Safety Practice on Industrial Radiography. Draft Vienna, 1996.
- [9] International Atomic Energy Agency. Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography. Draft. Vienna, 1996.
- [10] Organismo Internacional de Energía Atómica. Colección Seguridad No. 6. Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos, Edición de 1985 (enmendada en 1990). Vienna, 1991.



# GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 1/12

## 1. OBJETIVO

101 La presente guía tiene por objetivo orientar al solicitante sobre los documentos técnicos que deben presentarse junto con las solicitudes de Autorización para Construcción, Autorización de Operación y su Renovación, Autorización para Importación, Adquisición o Transferencia y Autorización de Clausura de las instalaciones radiactivas destinadas a radiografía industrial

102 La presente guía establece además los procedimientos para solicitar autorización de manejo de equipos de radiografía industrial a través de la emisión de permisos individuales.

## 2. ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS TECNICOS

201 Los documentos técnicos que deben presentarse junto con las solicitudes de Autorización para: Construcción, Operación y su Renovación, Importación, Adquisición o Transferencia y Clausura de las instalaciones radiactivas destinadas a radiografía industrial, incluyendo la autorización para el manejo de equipos para dicha práctica, son los siguientes:

- a) Autorización para Construcción: Proyecto de la Instalación Fija;
- b) Autorización de Operación: Informe Final de la Construcción de la Instalación Fija e Informe de Análisis de Seguridad;
- c) Renovación de la Autorización de Operación: Informe para la Renovación de la Autorización de Operación;
- d) Autorización para Importación, Adquisición o Transferencia. Informe para la Autorización de Importación, Adquisición o Transferencia;
- e) Autorización de Clausura: Plan de Cese de las Operaciones;
- f) Permisos Individuales para Operadores de Equipos de Radiografía Industrial: Certificados de Aprobación.

202. En aquellos casos en que se pretenda una ampliación o modificación de la instalación de radiografía industrial, se debe presentar una justificación de la solicitud y las modificaciones correspondientes a la documentación contenida en los apartados para construcción y operación, según corresponda

203. Los documentos técnicos pueden elaborarse

siguiendo las recomendaciones que se indican en esta guía, complementados con la información que estime conveniente el solicitante y la que determine la Autoridad Reguladora.

## 3. AUTORIZACIÓN DE CONSTRUCCIÓN

301. El Proyecto de la Instalación Fija se corresponderá básicamente, con el de la memoria descriptiva de la instalación previo a la fase de operación, adaptándolo al carácter de proyecto que tiene este documento en fase de construcción [8].

302. Este documento debe incluir:

- a) descripción general de la instalación, los documentos legales de la empresa y el nombre y calificación del responsable de la construcción;
- b) descripción de los equipos radiográficos y accesorios que se utilizarán;
- c) planos a escala, entre los que se incluya el conjunto completo de la instalación y cuantos planos individuales sean necesarios para identificar con claridad los componentes de la instalación, las distancias y las colindancias, indicando el uso de las áreas adyacentes;
- d) planos y esquemas constructivos de los sistemas generales (sistema eléctrico, sistema contra incendios, etc);
- e) descripción del uso al que está destinado cada uno de los recintos. Deben ser indicados con claridad los factores de ocupación y factores de uso de las áreas, despachos, pasillos, etc. de la instalación y de las zonas circundantes, que puedan verse afectadas por las radiaciones de la instalación en cuestión;
- f) descripción y clasificación de las distintas áreas de la instalación;
- g) carga de trabajo de la instalación;
- h) memoria de los cálculos de blindaje. Se deberá tomar como base la metodología y recomendaciones nacionales e internacionales en la materia, considerando todas las alternativas de movimiento y uso con que cuenta el equipo. Esta memoria debe contener los datos y la firma de las personas que la elaboraron;
- i) caracterización de los suelos, tipo de material de techos y paredes, indicando los conductos y posibles penetraciones de los muros que puedan



## GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 2/12

afectar al blindaje;

- j) descripción de los blindajes, tanto permanentes como móviles, indicando espesores de los materiales empleados, sus densidades, formas geométricas, y en su caso, procedimientos de construcción o fabricación;
- k) métodos para garantizar el control de calidad durante la construcción;
- l) procedimiento seguido para optimizar los blindajes, a fin de que la magnitud de las dosis individuales se reduzcan al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse;
- m) descripción de los dispositivos técnicos disponibles para controlar el acceso a la instalación, tales como cerraduras, enclavamientos y dispositivos de alarma, indicando su ubicación.

#### 4. AUTORIZACIÓN DE OPERACIÓN

401. Los documentos técnicos solicitados para la obtención de esta autorización están encaminados a que el solicitante demuestre que contará con equipos acordes a la práctica, una organización y procedimientos adecuados junto con personal técnicamente competente y en número suficiente para desarrollar en la práctica propuesta en forma segura.

402. Por lo tanto, el solicitante debe indicar sus datos generales (persona física o jurídica que pretende utilizar las fuentes emisoras de radiaciones ionizantes), el tipo de actividad a desarrollar y la categoría de la instalación radiactiva, anexando los documentos técnicos. [2]

403. La documentación solicitada para autorizar la clausura de una instalación de radiografía industrial, está orientada a que el solicitante demuestre que ha completado la remoción de todas las fuentes de radiación ionizante en poder la instalación, ya sea trasladándolas a otra instalación autorizada o gestionándolas como residuo radiactivo. Es de interés del solicitante y de la Autoridad Reguladora, que en el momento de adquirir las fuentes radiactivas se hagan los arreglos necesarios con el proveedor para el retorno de las mismas a pedido del propietario.

##### 4.1 INFORME FINAL DE LA CONSTRUCCIÓN

404 Para el caso de radiografía en recintos blindados se debe presentar las modificaciones que haya tenido el Proyecto de la Instalación Fija presentado para la obtención de la autorización de construcción

405. Para radiografía fuera de recintos blindados debe presentarse la siguiente información relativa al almacén o depósito.

- a) descripción del local incluyendo la clasificación de áreas y señalización,
- b) plano a escala indicando los materiales y espesores;
- c) descripción de la seguridad física del almacén o depósito.

##### 4.2 INFORME DE ANÁLISIS DE SEGURIDAD

406. La introducción del informe de análisis de seguridad debe contener.

- a) descripción del tipo de operación que se llevará a cabo en las instalaciones de radiografía industrial, indicando si la radiografía se realizará en recintos blindados o fuera de ellos así como el tipo de equipo que será utilizado;
- b) descripción de los dispositivos de seguridad incorporados a los equipos. En este apartado se detallarán los sistemas de seguridad asociados al equipo que impiden saltar maniobras, obligando a seguir una secuencia sin olvidar ninguna operación. Se detallarán, también, las señalizaciones y enclavamientos asociados al equipo, destinados a proteger al personal de operación;
- c) descripción de los dispositivos de seguridad asociados a la instalación, es este apartado se describirán las señalizaciones ópticas y alarmas acústicas, así como los interruptores de seguridad. Se detallarán las condiciones en que actuarán las señalizaciones ópticas y alarmas acústicas, anexando el esquema de conexión, si se estima necesario para su explicación. También se describirán los monitores de radiación fijos;
- d) a partir de las tareas asignadas a los trabajadores expuestos, se estimarán las dosis susceptibles de recibirse en cada puesto de trabajo, durante el funcionamiento normal de la instalación. En este apartado debe demostrarse que el blindaje esta optimizado;
- e) justificación de los medios empleados para reducir cuanto sea posible los riesgos derivados del funcionamiento normal de la instalación, demostrando entre otros, que los blindajes permanentes y móviles son adecuados. Se



## GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 3/12

detallarán los cálculos o verificaciones experimentales

407 Debe presentarse la descripción de las características técnicas de los equipos y las fuentes, en este apartado se asentarán al menos los siguientes datos

a) para Fuentes Selladas debe presentarse:

- (i) tipo de radioisotopo,
- (ii) fabricante y nº de série;
- (iii) actividad nominal y fecha de calibración;
- (iv) certificación ISO u otra reconocida por la Autoridad Reguladora del país de origen

b) para Contenedores debe presentarse:

- (i) fabricante, marca, modelo, capacidad y nº de série,
- (ii) categoría del contenedor (en relación a la exposición de la fuente);
- (iii) tipo del contenedor (en relación a su movilidad);
- (iv) tipo de bulto;
- (v) accesorios especificando el tipo de acoplamiento;
- (vi) certificación del contenedor.

c) para Rayos X debe presentarse las especificaciones técnicas de los tubos de rayos X:

- (i) fabricante, marca, modelo y nº de série;
- (ii) característica de la fuente y señal de alimentación (continua, monofásica, trifásica, etc.),
- (iii) tensión nominal máxima y corriente máxima;
- (iv) rendimiento nominal;
- (v) blanco utilizado por el tubo (material);
- (vi) filtración del haz (materiales y espesores),
- (vii) accesorios de limitación del haz utilizables con el tubo, tales como conos, colimadores, diafragmas (especificando geometría, materiales y dimensiones);
- (viii) radiación de fuga nominal a plena carga;
- (ix) ángulo de apertura del haz,
- (x) descripción en detalle del enfriamiento del blanco

d) Para Rayos X debe presentarse la descripción

de la(s) Unidad(es) o Consola(s) de Control:

- (i) modos de operación del tubo;
- (ii) tiempos de exposición preseleccionables;
- (iii) controles para la selección de tensión y corriente;
- (iv) descripción de la lógica de los dispositivos para accionar los disparos del haz (incluyendo enclavamientos);
- (v) condiciones de interrupción automática del haz en la consola de control;
- (vi) descripción de los dispositivos de advertencia en la unidad de control (luces y alarmas audibles);
- (vii) descripción del panel especificando si es analógico y/o digital;
- (viii) número de tubos soportables por cada unidad.

408. La Organización Solicitante debe presentar la siguiente información:

- a) estructura organizacional: debe incluirse el organigrama del solicitante, destacando las áreas o departamentos relacionados con la aplicación del Código de Prácticas de Protección Radiológica y con la seguridad física de la instalación, indicando los responsables de estas áreas, también deberá incluirse aquellos sectores que eventualmente pudieran estar relacionados tales como la Unidad Administrativa, Servicio Médico, Departamento de Mantenimiento, etc., anexando una descripción detallada;
- b) Oficial de Protección Radiológica: debe demostrarse que el oficial de protección radiológica está administrativamente vinculado al Representante Legal designado por la organización sin estar vinculado a grupos de mantenimiento u operación de la Instalación y que posee independencia y autoridad y que cuenta con mecanismos que le permitan tomar decisiones e imponer medidas de seguridad necesarias para la protección del trabajador, público y medio ambiente;
- c) operadores: relación del personal indicando el puesto y la calificación (nivel de estudios requeridos, entrenamiento teórico y práctico en protección radiológica y aptitud psicofísica) y función. Debe demostrarse que se tiene el número suficiente de operadores para el número de fuentes en uso,



# GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 4/12

d) responsabilidades: deben describirse las responsabilidades y obligaciones básicas del Representante Legal, del Oficial de Protección Radiológica y de los operadores de tal manera que cumplan con la normativa del país.

409 Para Entrenamiento del Personal debe presentarse la siguiente información:

- a) descripción y programa del entrenamiento básico, el cual debe incluir conocimientos de protección radiológica y de la normativa general y específica de la práctica, así como del empleo de los procedimientos (rutina y emergencia). También debe indicarse la duración del entrenamiento;
- b) programa de reentrenamiento y su periodicidad;
- c) descripción de los medios adoptados para evaluar el entrenamiento;
- d) relación de los instructores, quienes deben poseer la calificación de Oficial de Protección Radiológica o ser un experto calificado.

410. Con relación a la instrumentación de Protección Radiológica debe presentarse la siguiente información:

- a) equipos de protección radiológica: debe especificarse los medios que tiene el oficial de protección radiológica a su disposición para hacer el monitoreo de áreas e individual, para lo cual debe incluirse una relación de los equipos e instrumentos de detección disponibles incluyendo como mínimo los siguientes datos:
  - (i) tipos de instrumentos (Geiger-Müller, cámara de ionización, centelleo, alarmas sonoras individuales, etc);
  - (ii) cantidad disponible de cada tipo de instrumento;
  - (iii) marca, modelo y número de serie;
  - (iv) tipo de radiación que detecta, dependencia de energía y eficiencia;
  - (v) rango de medición;
  - (vi) datos de la última calibración indicando el nombre de la empresa que la efectuó.
- b) la compatibilidad de los instrumentos de detección con los equipos generadores de radiación ionizante que utilizará la instalación;
- c) los catálogos y manuales de mantenimiento y de operación de los equipos;
- d) los dosímetros personales detallando los de

lectura directa e indirecta disponibles, especificando tipo y cantidad.

411. Debe presentarse procedimientos con respecto a los sistemas de control radiológico los cuales deben asegurar:

a) control de los trabajadores:

- (i) procedimiento para el monitoreo individual, que asegure un seguimiento adecuado del trabajador,
- (ii) procedimiento para la evaluación de la dosis, estableciendo niveles de referencia;
- (iii) procedimiento para la investigación de los casos que se sobrepasen los límites para garantizar que se aplicarán medidas correctivas;
- (iv) procedimiento para el control médico, incluyendo los casos de accidentes. Se indicará como se llevará a cabo la vigilancia médica de los trabajadores expuestos y el servicio médico especializado que lo efectuará;
- (v) procedimiento para el seguimiento del entrenamiento del personal;
- (vi) procedimientos para mantener los registros de exposición de cada trabajador conservados durante la vida laboral del mismo y posteriormente, como mínimo hasta que el trabajador alcance o hubiera alcanzado la edad de 75 años, y durante 30 años, por lo menos, después de terminado el trabajo que implicaba la exposición ocupacional.

b) control de área:

- (i) procedimientos para determinación de las áreas ( controlada, supervisada y libre);
- (ii) para radiografía en recintos blindados deberá describirse el método para controlar el acceso al recinto y describir las señalizaciones y el procedimiento para su mantenimiento; cuando la práctica se realice fuera de recintos blindados deberá establecerse los procedimientos para la delimitación, señalización, control de acceso y monitoreo del área.
- (iii)

c) control de fuentes de radiación:

- (i) procedimiento para el control de las fuentes, indicando el responsable de



## GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 5/12

su ejecución (inventario, localización, pruebas de fuga, etc).

- (ii) procedimiento para la gestión de las fuentes y equipos en desuso (registro, notificaciones, etc )

d) control del equipo para radiografía y accesorios

- (i) procedimiento para la verificación del correcto funcionamiento del equipo.
- (ii) procedimiento para la verificación de las condiciones de los accesorios.
- (iii) procedimiento para registrar el mantenimiento (preventivo y correctivo).

e) control de equipos de monitoreo incluyendo un programa para mantener actualizados el inventario, calibración y mantenimiento (preventivo y correctivo) de los equipos de monitoreo,

f) control de la documentación, incluyendo descripción de la metodología utilizada por el oficial de Protección Radiológica de manera que se garantice el mantenimiento de los registros generados como consecuencia de la implementación del programa de protección radiológica, indicando los datos que serán registrados y el formato para su registro, así como los informes que deberán generarse y su periodicidad;

g) optimización de la protección radiológica.

412. El solicitante debe demostrar la metodología adoptada para garantizar que las dosis (colectivas e individuales), resultantes de las actividades de mantenimiento, operación, transporte y almacenamiento, se reduzcan al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse [1];

413. Para el transporte de fuentes debe presentarse un plan en el que se incluyan los siguientes procedimientos, los cuales deben ser acordes con la normativa nacional vigente o en su ausencia, con las recomendaciones internacionales [10]:

- a) seguridad física del vehículo durante el transporte y estacionamiento (diurno y nocturno);
- b) seguridad física del contenedor;
- c) situaciones de emergencia durante el transporte.

414. En relación a la Seguridad Física debe describirse un programa que incluya como mínimo la

siguiente información:

- a) definición clara de las responsabilidades;
- b) determinación de los problemas potenciales;
- c) descripción de los medios con que se cuenta para evitar que los equipos de radiografía industrial sean removidos o utilizados sin autorización.

415. Respecto al Programa de Garantía de Calidad debe presentarse un programa que permita verificar la correcta aplicación de los procedimientos incluidos en el Código de Prácticas de Protección Radiológica así como la revisión, actualización y distribución de los procedimientos al personal.

416. Con relación al Código de Prácticas de Protección Radiológica debe presentarse un conjunto de procedimientos de operación, de control administrativo y de emergencias, incluyendo como mínimo, los siguientes procedimientos: recepción de fuentes, almacenamiento, monitoreos, pruebas de fuga, señalización de áreas, monitoreo del personal, evaluación de la dosimetría del personal, operación del equipo irradiador, verificación de los sistemas de seguridad asociados al equipo, verificación y mantenimiento del equipo y/o dispositivo de irradiación, mantenimiento de registros y su periodicidad, disposición final de las fuentes, inspecciones y auditorías internas, calibración de equipos de monitoreo, atención a emergencias, notificaciones de una emergencia, generación del informe de una emergencia, etc.

417. Para el Análisis de Accidentes deben identificarse los accidentes radiológicos previsible durante el funcionamiento normal de los equipos generadores de radiación ionizante, estimando sus consecuencias radiológicas. El análisis debe incluir todos los accidentes radiológicos posibles originados por errores humanos, por el transporte del material radioactivo, fallas del equipo y fenómenos naturales, realizando una estimación de las consecuencias en cada uno de ellos. El análisis de los accidentes debe tener en cuenta la experiencia obtenida de los accidentes ocurridos en radiografía industrial [9]. Además debe presentarse un procedimiento para identificar las causas que dieron origen al accidente y las medidas adoptadas para evitar su reincidencia.

418. En relación al Plan de Emergencias debe elaborarse un plan de respuesta a accidentes en el cual deben ser consideradas todas las situaciones postuladas en el análisis de accidentes [3]. El plan debe contener:



## GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 6/12

a) las medidas que serán tomadas en respuesta a accidentes incluyendo aquellas conducentes a mitigar sus consecuencias;

b) el programa para la realización de simulacros;

c) relación del equipo que se dispone para la respuesta a accidentes, indicando sus características

419 En relación a las auditorías internas, debe presentarse un plan de auditoría sobre el uso apropiado de los procedimientos del Código de Práctica de Protección Radiológica, indicando las previsiones de periodicidad.

### 5. RENOVACIÓN DE LA AUTORIZACIÓN DE OPERACIÓN

501 El Informe para la Renovación de la Autorización de Operación debe incluir:

- a) actualización de los datos generales ( dirección, razón social, representantes legales, etc);
- b) relación actualizada del personal ocupacionalmente expuesto;
- c) relación actualizada de los equipos generadores de radiación ionizante y de sus accesorios;
- d) inventario de material radiactivo ( si procede);
- e) relación actualizada de los equipos de monitoreo radiológico;
- f) relación actualizada de los equipos de respuesta a emergencias radiológicas;
- g) modificaciones a los procedimientos (si procede)

502. El solicitante debe presentar la documentación que demuestre que se mantienen las condiciones bajo las cuales fue otorgada la Autorización de Operación.

### 6. AUTORIZACIÓN DE IMPORTACIÓN, ADQUISICIÓN O TRANSFERENCIA

601. El Informe para la Autorización de Importación, Adquisición o Transferencia debe incluir:

- a) descripción del equipo y fuentes que serán adquiridos o transferidos, especificando el tipo de conector de las fuentes,

b) en el caso de sustitución de fuentes debe anexarse la información relativa al destino de las fuentes en desuso. Es recomendable que estas fuentes sean regresadas al proveedor de origen,

c) indicación del número de la Autorización de Operación del solicitante;

d) para el caso de transferencia, debe indicarse el nombre del destinatario y el número de su Autorización de Operación.

### 7. AUTORIZACIÓN DE CLAUSURA

701. El Plan de Cese de las Operaciones debe incluir

a) el registro del inventario de fuentes radiactivas incluyendo para cada una el siguiente detalle

- (i) Radioisótopo,
- (ii) N° de serie de la fuente,
- (iii) Actividad nominal de la fuente y fecha de calibración.

b) informar el destino propuesto para las fuentes radiactivas:

- (i) las transferencias de titularidad o la reexportación de las fuentes deben ser autorizada previamente por la Autoridad Reguladora;
- (ii) la gestión de las fuentes como desechos radioactivos debe ser informada a la Autoridad Reguladora.

c) la clausura de la instalación consiste en la efectiva transferencia de todas las fuentes a los destinos propuestos y autorizados. Hasta tanto se realice la clausura de la instalación, deben mantenerse las mismas condiciones de seguridad radiológica y de protección física previstas en la Autorización de Operación;

d) Informar cómo y dónde serán mantenidos los registros de exposición de cada trabajador durante la vida laboral del mismo y posteriormente, como mínimo hasta que el trabajador alcance o hubiera alcanzado la edad de 75 años, y durante 30 años, por lo menos, después de terminado el trabajo que implicaba la exposición ocupacional;

e) comunicar a la Autoridad Reguladora, con antelación suficiente, la fecha en que se completará el retiro de todas las fuentes radiactivas en la instalación, a fin de que la



## GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 7/12

Autoridad Reguladora pueda verificarlo

### 8. PERMISOS INDIVIDUALES PARA OPERADORES DE EQUIPOS DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

801. La solicitud para tramitar un permiso individual para operadores de equipos de radiografía industrial debe incluir:

- a) Documento probatorio de mayoría de edad (18 años);
- b) Acreditar como mínimo estudios secundarios completos, o acreditar formación equivalente,
- c) Acreditar el haber realizado un curso teórico práctico sobre radiografía industrial, de una duración no menor a 55 horas, impartido por un Oficial de Protección Radiológica o un experto calificado, cuyo temario mínimo de protección radiológica, se acompaña como Anexo 1,
- d) Acreditar que posee una experiencia práctica no menor a 6 meses con un tiempo mínimo de 400 horas en el manejo de equipos de radiografía industrial, bajo la supervisión de un operador con permiso individual;
- e) Haber aprobado un examen teórico-práctico de acuerdo al temario del Anexo 1, ante una mesa examinadora conformada por personal de la Autoridad Reguladora y por personal que posea permiso individual para la operación de equipos de radiografía industrial con reconocida trayectoria en la materia.

802. La certificación de aprobación del curso debe ser utilizada para la gestión del permiso individual dentro de los 2 años de otorgada. Pasado ese lapso carecerá de validez.

803. El entrenamiento podrá iniciarse con antelación al inicio del curso indicado en 801(c) siempre y cuando no exceda de 6 meses previo al inicio del mismo y no represente más del 40% del total de experiencia práctica indicada en 801(d). El resto debe realizarse a posteriori de la aprobación del curso.

804. Acreditar ante la Autoridad Reguladora el haber aprobado un examen de aptitud psicofísica mediante certificado extendido por un médico examinador. En el Anexo 2 se propone un contenido para dicho examen de Aptitud Psicofísica.

805. Los permisos individuales otorgados para operadores de equipos de radiografía industrial tendrán una validez de 3 a 5 años

806. Para la renovación de un permiso individual, su titular deberá presentar ante la Autoridad Reguladora, con 60 días de anticipación a su vencimiento, la correspondiente solicitud. Asimismo deberá acreditar:

- a) haber aprobado un examen de aptitud psicofísica mediante certificado extendido por un médico examinador;
- b) haber participado, como mínimo, de un curso de actualización en radiografía industrial con una duración no inferior a 20 horas, En el Anexo III se propone un contenido para dicho Curso de Actualización;
- c) haber aprobado un examen teórico-práctico de acuerdo al temario del Anexo III, ante una mesa examinadora conformada por personal de la Autoridad Reguladora y por personal que posea permiso individual para la operación de equipos de radiografía industrial con reconocida trayectoria en la materia;
- d) haber realizado trabajos de radiografía industrial durante los 6 meses previos al vencimiento del permiso. En caso contrario el solicitante deberá efectuar un entrenamiento práctico de 30 días efectivos de trabajo bajo la supervisión de un operador con permiso individual.

### 9. REFERENCIAS ESPECÍFICAS

- [1] Comisión Chilena de Energía Nuclear. Autorizaciones Relacionadas con la Utilización de Equipos Portátiles para Gammagrafía Industrial. Santiago.
- [2] Comissão Nacional de Energia Nuclear. Norma CNEN-NN-6.04. Funcionamento de Serviços de Radiografia Industrial. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro, 1988.
- [3] Centro de Protección y Higiene de las Radiaciones. Guía para la Elaboración de Instrucciones de Protección Radiológica para la Realización de Trabajos de Radiografía Industrial. Centro de Información de la Energía Nuclear. La Habana, 1992.
- [4] Comissão Nacional de Energia Nuclear. Norma CNEN-NE-3.02. Serviços de Radioproteção. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro, 1988
- [5] Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas Guía y Procedimientos para la



ARCAL/IAEA

## GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 8/12

Obtención de Licencia de Importación de Material Radioactivo. Oficina de Reglamentación y Licenciamiento Santafé de Bogotá.

- [6] Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas Guía y Procedimientos para la Obtención de Licencia de Manejo de Material Radioactivo Santafé de Bogotá.
- [7] Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias Guía para la Preparación del Informe de Seguridad que debe entregar el Solicitante de una Licencia. Radiografía Industrial en Unidades Móviles. México, 1993.
- [8] Autoridad Regulatoria Nuclear. Permisos Individuales para Operadores de Equipos de gammagrafía Industrial Norma AR - 7.11.1. Autorizaciones Específicas del Personal de Instalaciones Relevantes Buenos Aires, 1995
- [9] Autoridad Regulatoria Nuclear. Permisos Individuales para Operadores de Equipos de gammagrafía Industrial. Norma AR - 7.11.2. Requerimientos de Aptitud Psicofísica para Autorizaciones Específicas. Buenos Aires, 1995.



ARCAL/OIEA

## GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 9/12

### Anexo 1

Temario de Protección Radiológica contenido en el curso teórico práctico sobre radiografía industrial.

#### I - Estructura atómica:

- a) Materia; sustancia; átomo; molécula, peso atómico, masa atómica
- b) Estructura del átomo; características; número atómico y número de masa; nucleidos; isótopos; Tabla de nucleidos.

#### II - Elementos de radiactividad:

- a) Desintegración nuclear y energías de desintegración Constante de desintegración. Período de semidesintegración.
- b) Emisión alfa; beta positiva y negativa, neutrinos; captura electrónica, rayos x, transición isométrica; emisión gamma
- c) Actividad; unidades; leyes de desintegración, actividad específica, esquema de desintegración. Radiactividad natural. Series de decaimiento.

#### III - Interacción de la radiación con la materia:

- a) Conceptos generales; ionización; excitación; ionización específica; frenamiento, transferencia lineal de energía
- b) Interacción de la radiación directamente ionizante.
- c) Interacción de ondas electromagnéticas: efectos fotoeléctricos; Compton y formación de pares; coeficientes de atenuación; hemiespesor y deciespesor; coeficiente másico de absorción, factor de "build-up".

#### IV - Principios de detección de la radiación:

- a) Detectores por ionización; detectores gaseosos; cámara de ionización; contador proporcional; tubo Geiger Müller.
- b) Detectores inmediatos: fotomultiplicadores.
- c) Detectores: de emulsión fotográfica y termoluminescentes

#### V- Fundamentos de dosimetría de las radiaciones:

- a) Definiciones: flujo y densidad de flujo de partículas
- b) Flujo de energía; kerma; dosis; dosis equivalente ambiental, dosis equivalente, dosis efectiva, dosis colectiva; unidades. Factor de calidad; transferencia de energía de un haz de radiación al medio irradiado. Unidades.
- c) Dosimetría de fuentes externas. Nociones elementales de dosimetría de fuentes internas.
- d) Fuentes gamma; fuentes puntuales. Equilibrio electrónico; constante gamma de radiación; cálculo de la dosis y de la dosis equivalente ambiental.

#### VI- Efectos biológicos de las radiaciones:

- a) Efectos en las células; características, radiosensibilidad, teorías que explican el daño
- b) Efectos en los tejidos. Variación de la respuesta con la dosis y la intensidad de la dosis
- c) Efectos en el hombre. Definición de riesgo y comparación de radiación con los otros riesgos de la vida. Efectos somáticos y genéticos. Probabilidad de incidencia con distintos efectos (cáncer, leucemia, etc)



## GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 10/12

d) Atención médica, control médico radiosanitario y conducta médica en caso de accidente radiológico.

### VII- Criterios y normas de protección radiológica:

- a) Criterios de protección radiológica Justificación y optimización de la práctica. Límites de dosis para los trabajadores y miembros individuales del público
- b) Situaciones anormales y actuación en emergencias en radiografía industrial.
- c) Radioprotección en gammagrafía Criterios operacionales vinculados con el diseño del equipo.
- d) Transporte y almacenamiento de equipos y fuentes.

### VIII- Fundamentos de cálculo de blindajes:

Blindaje para radiación gamma; niveles aceptables de la intensidad de exposición en diferentes casos; influencia del tiempo y la distancia, concepto de factor de multiplicación; cálculo de espesores de blindajes para fuentes puntuales.

### IX- Evaluación de accidentes:

- a) Reconstrucción de accidentes, evaluación dosimétrica; informes.
- b) Descripción de diversos accidentes ocurridos en el mundo con equipos de radiografía industrial, sus causas, consecuencias, cómo prevenir recurrencia, etc.

### X - Aspectos Prácticos:

- a) Empleo de los conceptos de distancia y tiempo.
- b) Utilización de blindajes.
- c) Uso y calibración de monitores portátiles.
- d) Radiación dispersa y efecto "cielo"
- e) Técnicas de exposición radiográfica.
- f) Verificación de fugas de material radiactivo - contaminación.
- g) Procedimientos operativos ( zonificación, balizamiento, señalización, etc.)
- h) Verificación de condiciones de seguridad del equipo
- i) Mantenimiento de equipos, accesorios e instrumental Inspección periódica.
- j) Procedimientos de emergencia (sobree xposiciones, mal funcionamiento de equipos y accesorios, daño de fuentes, pérdida y robo de fuentes, recuperación de fuentes, etc.).
- k) Transporte y almacenamiento de equipos.
- l) Confección de Registros del movimiento de fuentes y equipos.



# GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 11/12

## Anexo 2

### Examen de Aptitud Psicofísica

1- Para la evaluación de la aptitud psicofísica de los examinados deberán considerarse no sólo las tareas asignadas a la persona examinada en situaciones operacionales sino también las tareas potenciales en situaciones accidentales.

2- La frecuencia de los exámenes psicofísicos dependerá de los cambios de tareas o del estado de salud y se harán siempre a posteriori de toda enfermedad prolongada.

3- Los resultados del examen médico deberán registrar datos útiles para la interpretación de situaciones accidentales (valores hematológicos, estado de la piel, ojos, diuresis, catarsis, antecedentes familiares, etc )

4- Los resultados del examen de aptitud psicofísica deberá poder asegurar una adecuada compatibilidad entre las condiciones de trabajo y el estado de salud. Se deberán evaluar las siguientes condiciones:

- i) Estabilidad emocional, psíquica y capacidad de reacción y de atención
- ii) Agudeza de los sentidos que permita una capacidad normal de recepción de la información hablada y escrita, y de toda otra información audible, visible o palpable en la forma en que la proporcionen los equipos o dispositivos previstos para ello, así como una capacidad de expresión que permita una comunicación rápida y segura;
- iii) Capacidad física, de potencia motora, de campo de movimientos y de destreza de movimientos, tal que le permitan ejecutar adecuadamente las tareas asignadas en situaciones normales y anormales.

5- Las condiciones inhabilitantes son:

5.1 Padecer o tener antecedentes de enfermedades que puedan predisponer a súbita incapacidad psicofísica, tales como enfermedades neurológicas: epilepsia, diabetes labil o severa, hipertensiones graves, patología sensorial, patología psiquiátrica tales como psicosis, psicopatías y adicciones (tales como alcoholismo, drogadicción o uso de estimulantes), etc., que puedan constituir un riesgo para su propia seguridad y la de otras personas.

5.2 Padecer o estar convaleciente de enfermedades que puedan agravarse en situaciones anormales (enfermedades de la piel, de la sangre, etc.).

5.3 Padecer enfermedades o estar sometidos a tratamientos que perturben el estado de alerta, vigilia, juicio, los reflejos naturales y condicionados, la capacidad de respuesta sensorial; de realizar esfuerzos físicos, de cumplir las tareas en condiciones inusuales, tales como fobias (por ejemplo, oscuridad, encierro) y vértigo



**GUIA PARA SOLICITAR AUTORIZACION PARA LA  
PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 02**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 12/12**

**Anexo 3**

**Programa del curso de actualización**

**Programa Teórico**

1. Revisión de conceptos de protección radiológica
  - a) Efectos biológicos de las radiaciones
  - b) Criterios y normas de protección radiológica
  - c) Fundamentos del cálculo de blindajes
  - d) Evaluación de accidentes con consecuencias radiológicas ocurridos durante la operación y el transporte de equipos de radiografía industrial.
2. Revisión de procedimientos operativos
3. Revisión de procedimientos de emergencia
4. Nuevas técnicas y equipos de radiografía
5. Mantenimiento - Inspección periódica
6. Transporte y almacenamiento.
7. Registro del movimiento de fuentes.
8. Discusión de situaciones anormales ocurridas.

**Guía de Trabajos Prácticos**

1. Empleo de los conceptos de distancia y tiempo.
2. Utilización de blindajes.
3. Uso y calibración de monitores portátiles.
5. Radiación dispersa y efecto "cielo".
6. Técnicas de exposición radiográfica.
7. Verificación de fugas de material radiactivo - contaminación
8. Procedimientos operativos ( zonificación, balizamiento, señalización, etc )
9. Verificación de condiciones de seguridad del equipo
10. Mantenimiento de equipos, accesorios e instrumental Inspección periódica
11. Procedimientos de emergencia (sobreexposiciones, mal funcionamiento de equipos y accesorios, daño de fuentes, pérdida y robo de fuentes, recuperación de fuentes, etc ).
12. Transporte y almacenamiento de equipos
13. Confección de Registros del movimiento de fuentes y equipos



ARCAL/OIEA

# GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 03

Fecha: 13/02/98

Página: 1/22

## 1. OBJETIVO

101. La Guía tiene como objetivo proporcionar un conjunto de orientaciones para la elaboración de los procedimientos aplicables a las operaciones rutinarias de protección radiológica y de emergencias en un lenguaje claro y accesible, para cada una de las actividades que se realicen en las operaciones de radiografía industrial, así como para afrontar situaciones de accidentes que puedan presentarse e indicar las obligaciones que el personal ocupacionalmente expuesto pueda adquirir en el desempeño de sus labores en las instalaciones radiactivas.

## 2. CONTENIDO DEL CÓDIGO DE PRÁCTICA

201. En el Código de Prácticas deben constar los procedimientos específicos para cada uso de la fuente de radiación ionizante

202. En el Código de Práctica deben quedar normadas y documentadas todas las acciones que tienen relación con la seguridad de la práctica a desarrollar, a fin de disponer de instrucciones escritas para los trabajadores.

203. El Código de Práctica debe constituir un elemento fundamental en el logro del principio ALARA. Para que esto sea posible, los procedimientos deben estar concebidos en un lenguaje claro y accesible al personal que interviene en las acciones normadas en los mismos.

204. Los procedimientos que forman el Código de Práctica deberán contener información que se aplique específicamente a los controles operacionales, a los controles administrativos y a tales controles de emergencia. Deben prepararse instrucciones escritas referentes a tales controles, a fin de establecer un mínimo de requisitos uniformes que abarquen al menos los siguientes puntos.

- (a) personal [8];
- (b) instalaciones y equipos;
- (c) mantenimiento y calibración de sistemas de medición;
- (d) almacenamiento [6];
- (e) transporte de material radiactivo,

(f) registro;

(g) emergencias radiológicas [8], [6].

205. Los procedimientos de operación deben indicar de manera secuencial, los pasos que deben seguirse para lograr que las actividades que se realicen con las fuentes de radiación se lleven a cabo de una manera segura. Los siguientes tópicos deben ser incluidos en los procedimientos de operación:

- (a) recepción de las fuentes de radiación ionizante: control de inventario y ubicación; prueba de fuga a las fuentes selladas; cambio o reemplazo de las fuentes de radiación;
- (b) almacenamiento de las fuentes de radiación ionizante: mantenimiento de señalizaciones; vigilancia de los blindajes y de los contenedores; verificaciones de sistemas y dispositivos de bloqueo y de alarma [6];
- (c) operación del equipo emisor de radiación ionizante: verificaciones previas al uso y periódicas; verificación de los sistemas de seguridad incorporados al equipo; manejo de los equipos [8];
- (d) mantenimientos preventivos y correctivos [8];
- (e) dosimetría personal para el control oficial de las dosis y para el control operativo;
- (f) verificación y chequeo de los equipos detectores de radiación ionizante; medidores de radiación y monitores de alarma;
- (g) monitoreos;
- (h) gestión de las fuentes en desuso o de los desechos radiactivos generados;
- (i) transporte de material radiactivo.

206. La siguiente lista de procedimientos administrativos deben ser establecidos para obtener un nivel adecuado de seguridad radiológica durante el desarrollo de las actividades que involucran el uso de las fuentes de radiaciones ionizantes:

- (a) elaboración, revisión y aprobación de los procedimientos;
- (b) determinación de las zonas controladas y supervisadas; balizamiento; determinación de



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 2/22**

las dosis niveles de referencia, etc;

- (c) seguridad física en la zona de almacenamiento y uso de las fuentes de radiación ionizante;
- (d) inspecciones y auditorías internas [5];
- (e) mantenimiento de los registros;
- (f) entrenamiento y reentrenamiento periódico de los trabajadores;
- (g) control médico.

207 Los procedimientos de emergencia deben elaborarse para responder a un accidente que involucre a los equipos emisores de radiación ionizante. Se deben desarrollar procedimientos que correspondan a cada uno de los posibles accidentes postulados. En términos generales, se deben considerar los siguientes procedimientos [8]

- (a) procedimientos para activar el plan de emergencia: considerar robo del equipo o fuente; trabamamiento, caída, pérdida del control sobre la fuente radiactiva, sobreexposición de personas, etc;
- (b) notificación al oficial de protección radiológica;
- (c) notificación a la autoridad reguladora;
- (d) reportes del accidente.

208. Para los equipos de rayos x y aceleradores de electrones utilizados en radiografía industrial deben establecerse los procedimientos indicados en (205) a (207), considerando las diferencias entre las fuentes radiactivas y los equipos generadores de radiaciones ionizantes.

209. El contenido del Código de Práctica debe ser presentado de acuerdo a las características propias de cada instalación y se recomienda que cada procedimiento específico contenga las siguientes secciones:

- (a) OBJETIVO - indicar el objetivo específico del procedimiento.
- (b) ALCANCE - indicar las actividades para las cuales es aplicable el procedimiento.
- (c) REQUISITOS PREVIOS - en caso de ser aplicable, indicar los documentos, actividades o

condiciones previas para la aplicación del procedimiento.

- (d) DEFINICIONES - definir todos los términos y conceptos aplicables al procedimiento. Estas definiciones deben estar redactadas en un lenguaje claro y accesible.
- (e) RESPONSABILIDADES - establecer las responsabilidades y atribuciones asignadas al personal.
- (f) MATERIAL Y EQUIPO - si las actividades descritas en el procedimiento requieren el uso de materiales o equipos, se debe indicar en esta sección el tipo de material y la cantidad de equipos que serán utilizados.
- (g) INSTRUCCIONES, PRECAUCIONES Y DOCUMENTOS GENERADOS el procedimiento debe indicar, en una forma lógica y detallada, los pasos a seguir para realizar la actividad que se desarrollará, incluyendo las condiciones y medidas de seguridad que deberá aplicar el personal que lo ejecutará. Las precauciones indicadas deben ser descritas en forma clara y precisa.
- (h) REVISIÓN, APROBACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y CONTROL - identificar al personal encargado de la revisión y aprobación del procedimiento.
- (i) REFERENCIAS - indicar la bibliografía empleada para el desarrollo del procedimiento.
- (j) ANEXOS - en caso de requerirse, deben listarse los anexos al procedimiento, y estar incluidos al final del mismo.

210. Los trabajadores deben ensayar los procedimientos y utilizar únicamente equipo fabricado específicamente para radiografía industrial. El operador debe estar familiarizado con todo el equipo, su forma de utilización y los problemas posibles. Es especialmente importante conocer adecuadamente la fuente, su aspecto y la forma en que se expone. [item 3.3 de [8]]

211. Los procedimientos contenidos en el Código de Prácticas de Protección Radiológica son una parte esencial del sistema de garantía de la calidad y, por tanto, deben estar relacionadas con todos los aspectos de seguridad en la práctica de la radiografía industrial. El contenido de los procedimientos debe estar libre de expresiones ambiguas: deben expresarse claramente el título, la naturaleza y el propósito

 <p>ARCAL/OIEA</p>	<p><b>GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA RADIOGRAFIA INDUSTRIAL</b></p>	<p><b>Version 03</b> <b>Fecha: 13/02/98</b> <b>Página: 3/22</b></p>
---	--	---

212. Un ejemplo de Código de Prácticas de Protección Radiológica para Radiografía Industrial es presentado en el Anexo 1.

### 3. REFERENCIAS ESPECÍFICAS

- [1] Organismo Internacional de Energía Atómica  
Manual Practico de Seguridad Radiologica  
Manual sobre Gammagrafia Industrial Vienna,  
1994.
  
- [2] Organismo Internacional de Energía Atómica.  
Manual Practico de Seguridad Radiologica.  
Manual sobre Recintos Blindados. Vienna, 1994
  
- [3] Autoridad Regulatoria Nuclear. Seguridad  
Radiológica para la Operación de Equipos de  
Gammagrafia Industrial Buenos Aires, 1992



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 4/22**

**ANEXO 1**

**EJEMPLO DEL CONTENIDO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

301 Este Anexo presenta un ejemplo de los procedimientos de seguridad radiológica aplicables a la radiografía industrial. Los procedimientos indicados no corresponden a todos los procedimientos que se espera en la operación de radiografía industrial y deben ser complementados con los procedimientos que sean necesarios para garantizar una operación segura. Los procedimientos mencionados podrán integrar el Código de Prácticas, pero podrán también ser empleados en forma separada.

**302. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN**

(a) recepción de las fuentes de radiación ionizante: control de inventario y ubicación; prueba de fuga a las fuentes selladas; cambio o reemplazo de las fuentes de radiación:

(i) establezca instrucciones de operación y registros normalizadas para la recepción de las fuentes de radiación ionizante. Los registros de recepción deben incluir:

- el radioisótopo contenido en la fuente;
- el código dado a la fuente en el lugar de recepción;
- la fecha de recepción,
- el nombre del proveedor y del fabricante;
- el número de lote o referencia usado por el fabricante;
- la actividad nominal recibida, fecha de calibración y el número de fuentes recibidas;
- la condición en que se encuentran los contenedores.

(ii) las pruebas de fuga deben realizarse de acuerdo con los intervalos requeridos por el Autoridad Reguladora o los recomendados por el fabricante de la fuente o después de cualquier incidente en que la fuente pueda haber sido dañada. En el caso de fuentes de Co-60 se recomienda realizar la prueba de fuga cada seis meses y el ensayo es considerado negativo cuando la actividad medida en el material absorbente excede los 20 Bq [8]. Siga las siguientes instrucciones para efectuar la prueba de fuga en fuentes radiactivas:

- verifique que la fuente está completamente retraída en el contenedor, utilice un medidor de tasa de dosis;
- remueva las mangueras delanteras o el tapón de tránsito;
- fije un material absorbente a un trozo de alambre y humedézcalo con solución humectante no corrosiva, retire el exceso y posicione en el canal de irradiación del contenedor;
- limpie el interior del canal, girando el alambre;
- retire el material absorbente y colóquelo en un sobre plástico;
- verifique la tasa de dosis en el alambre y en el sobre plástico conteniendo el material



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 5/22**

absorbente, haga uso de un medidor de tasa de dosis.

- no habiendo indicación en el detector, o si la dosis fuera inferior al límite aceptado para envío por correo (ya descontado el valor de radiación de fondo), envíe el material a un laboratorio acreditado para hacer la evaluación de la contaminación radiactiva. Verifique que el material tenga su identificación;
  - los frotis que presenten dosis superiores al límite aceptado para envío por correo, no deben ser enviados por correo;
  - el laboratorio acreditado emitirá un certificado con resultado de la evaluación.
- (iii) para hacer un cambio de fuente el operador deberá seguir todos los cuidados utilizados en la exposición radiográfica. El operador deberá portar dosímetros individuales de alerta y reglamentario, deberá usar un medidor de tasa de dosis y deberá balizar el área. Las instrucciones para un procedimiento de cambio de fuente son las siguientes
- la operación debe estar justificada y debe ser realizada por personal calificado y autorizado;
  - lleve la fuente a ser cambiada y el contenedor a un área aislada donde la fuente pueda ser expuesta;
  - prepare el contenedor como si fuera a realizar una radiografía;
  - abra el embalaje que contenga la fuente a ser substituída y conecte la rosca de la manguera en la rosca del blindaje de transferencia vacía;
  - cierre y apriete los protectores laterales;
  - mueva la fuente hacia el blindaje de transferencia girando la manivela en sentido de exposición;
  - asegúrese, con un medidor de tasa de dosis, que la fuente fue transferida desde el contenedor al blindaje de transferencia;
  - abra los protectores, desenrosque la manguera y desconecte el cable flexible con cuidado para no mover la fuente;
  - para desenganchar los conectores use una herramienta adecuada, mueva el seguro hacia abajo soltándolo y desenganche el cable flexible;
  - desconecte el tubo guía del blindaje de transferencia;
  - fije la placa que identifica la fuente de radiación en el blindaje de transferencia;
  - conecte la rosca de la manguera en la rosca del orificio del blindaje de transporte donde se encuentra la fuente nueva;
  - gire el control para exponer la punta del cable flexible hasta el conector de la fuente;
  - enganche los conectores y proceda a la prueba de conexión;
  - cierre y una los protectores laterales,



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 6/22**

- mueva la fuente hasta que esté posicionada en el contenedor;
- asegúrese con un medidor de tasa de dosis que la fuente fue transferida al contenedor;
- desenrosque la manguera del blindaje de transferencia, y desenganche los conectores;
- transfiera la placa que identifica la fuente al contenedor.

(b) almacenamiento de las fuentes de radiación ionizante: mantenimiento de señalizaciones; vigilancia de los blindajes y de los contenedores, verificaciones de sistemas y dispositivos de bloqueo y de alarma:

- (i) los lugares de almacenamiento deben ser señalizados adecuadamente y presentar una indicación del riesgo, que sean visibles a una distancia del orden de 3 metros;
- (ii) restricciones en el uso de la instalación: solo se pueden almacenar fuentes radiactivas en los lugares autorizados para tales efectos. Estos lugares estarán destinados al almacenamiento de fuentes radiactivas, así como de equipos y accesorios necesarios para el manejo de las mismas;
- (iii) condiciones de seguridad y resguardo. Los lugares de almacenamiento deben contar con blindaje adecuado, con bloqueos que imposibiliten la entrada de personas no autorizadas y deben estar ubicados en lugares donde el riesgo de incendio sea el menor posible. Deben contar con salida de emergencia, que permita la apertura desde el interior del recinto. Es recomendable la instalación de un monitor fijo de tasas de exposición y alarma. Deben ser inspeccionados periódicamente en relación a niveles de radiación y de contaminación;
- (iv) para ingresar al lugar de almacenamiento, se debe portar el dosímetro reglamentario y un monitor de tasa de dosis.

(c) operación del equipo emisor de radiación ionizante: verificaciones previas al uso y periódicas; verificación de los sistemas de seguridad incorporados al equipo; manejo del equipo:

- (i) verificaciones previas al uso del equipo y periódicas: siempre antes de realizar su trabajo el operador debe efectuar una serie de comprobaciones para asegurar que el equipo funciona correctamente.
  - realizar un control en todas las superficies del contenedor con la ayuda de un monitor de tasa de dosis;
  - los valores medidos deben ser concordantes con los previstos;
  - comprobar que el contenedor no muestra daño alguno apreciable a simple vista;
  - inspeccionar el estado del cable portafuente;
  - comprobar que el tubo guía se encuentre libre de defectos tales como deformaciones, roturas, zonas deshilachadas o suciedad.
- (ii) realice inspecciones diarias a los contenedores, para detectar:
  - cualquier daño en el dispositivo de bloqueo;
  - cualquier defecto físico del equipamiento que pueda afectar su operación;



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 7/22**

- cualquier impureza o rebaba en los conectores,
  - cualquier daño del conector de la fuente o conector del cable flexible,
  - suciedad en el tapón;
  - nivel de radiación anormal a través del contenedor.
- (iii) realice inspecciones diarias de los comandos, para detectar.
- cualquier defecto físico ocasionado por la manipulación del indicador de movimiento, impidiendo la operación;
  - cualquier defecto físico del cable flexible que impida su libre movimiento;
  - operación inadecuada de la manivela y del mecanismo indicador de posición;
  - cualquier daño físico en el conector o en el tubo guía;
  - cualquier impureza que impida la operación,
  - cualquier deformación del conector.
- (iv) realice inspecciones diarias del tubo guía, para detectar:
- cualquier daño físico que pueda impedir el libre movimiento de la fuente a través del tubo;
  - cualquier daño físico en el ajuste de la tapa de protección del conector;
  - cualquier impureza o saliente que pueda afectar el libre movimiento de la fuente a través del tubo.
- (v) realice inspecciones mensuales de los contenedores y equipamientos:
- verifique el ajuste de la apertura del conector del tubo guía;
  - extraiga la fuente del contenedor. Verifique si la esfera de acero inoxidable pasa libremente a través de todo lo largo del tubo guía;
  - verifique cualquier daño físico del contenedor y su equipamiento, que impida la operación normal;
  - verifique si la lubricación del cable flexible es la adecuada.
- (vi) utilice y conserve el recinto blindado para los fines a que se destinó:
- examine el recinto y observe sus características principales, como por ejemplo, las barreras primarias y secundarias;
  - lea los parámetros de diseño del recinto en caso que se disponga de ellos, y compare la fuente de radiación en uso con la originalmente prevista;



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 8/22**

- compruebe que la intensidad máxima de la fuente en uso y su colimación cumplan con las especificaciones,
  - examine los obstáculos que existen en la dirección del haz y averigüe la carga de trabajo típica del último tiempo en las direcciones del haz que se utilizan normalmente;
  - es prudente mostrar gráficamente los parámetros de diseño dentro del recinto;
  - examine periódicamente las señales de alarma de preexposición y exposición. Compruebe que funcionen y que toda persona que se encuentre dentro del recinto siempre reciba el aviso cuando haya comenzado una secuencia de exposiciones;
  - de ser necesario, deben instalarse dos señales de exposición para que al menos una siempre funcione. Cerciórese de que las señales sonoras puedan distinguirse del resto de las señales y del ruido de fondo y que las señales visuales estén bien a la vista;
  - asegúrese de que en las señales se hayan colocado rótulos con indicaciones claras, de modo que tanto las personas autorizadas como las no autorizadas que se encuentren dentro y fuera del recinto, puedan comprender su significado y las medidas que deberán tomar al emitirse las señales;
  - examine los mecanismos de seguridad instalados, incluidos los medios con que se cuenta para que cualquier persona que eventualmente quede encerrada en el recinto, pueda interrumpir una exposición y establecer contacto con el exterior;
  - compruebe que los enclavamientos funcionen de modo que impidan la entrada inadvertida al recinto y que produzcan la detención inmediata de una exposición que tenga lugar cuando la puerta sea abierta;
  - informe de cualquier falla al oficial de protección radiológica.
- (vii) inspeccione el recinto con suficiente frecuencia, como por ejemplo, cada tres meses, para determinar posibles daños de las puertas, las cajas blindadas de tubos y cables, u otros defectos de blindaje:
- mida las tasas de dosis accesibles durante las exposiciones normales. Tenga presente que si no se irradia todo el detector, por ejemplo, cuando se realizan mediciones cerca de los intersticios de las puertas, la lectura puede indicar tasas de dosis inferiores a las reales. Además, tenga en cuenta que la radiación dispersa sobre un muro puede sumarse a la radiación transmitida, de fuga y primaria, dando una lectura máxima a varios metros de distancia de las superficies externas del recinto;
  - las mediciones de la tasa de dosis deben efectuarse por encima del nivel del suelo y a alguna distancia del recinto;
  - efectue las mediciones siempre que se utilice un haz útil en situaciones anormales o se haga funcionar en el límite de los parámetros de diseño.
- (viii) prepare cada toma de radiografía por adelantado:
- considere la posibilidad de desplazar el objeto a un lugar apartado y hacer las radiografías donde sea más fácil impedir el acceso o sea posible tomar las radiografías sin perturbar otros trabajos;
  - calcule la actividad actual de la fuente y los tiempos de exposición necesarios;



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 9/22**

- si es posible, elija tomas que utilicen un haz colimado y determine las direcciones con menos posibilidades de estar ocupadas;
  - examine si es posible utilizar un blindaje local;
  - calcule donde será necesario ubicar las barreras para marcar el área controlada y converse con la dirección de la obra sobre cuándo y por cuánto tiempo el área podrá quedar libre de otros trabajadores;
  - comuníquese a la dirección de la obra de manera precisa cuándo y dónde se realizarán las radiografías. Solicite todos los permisos necesarios y recoja los documentos;
  - lleve el equipo auxiliar al lugar con anticipación;
  - coloque las barreras antes del tiempo programado, especialmente si solo se reserva un período breve de tiempo para la realización de las radiografías;
  - recoja la llave del depósito de la fuente y firme la constancia de salida de la misma;
  - compruebe que el contenedor esté bloqueado y use un medidor de tasa de dosis para confirmar que la fuente esté blindada. Esto sirve también para comprobar el funcionamiento del medidor de tasa de dosis mediante la comparación del resultado con los obtenidos anteriormente.
- (ix) tome una radiografía únicamente cuando esté disponible y en condiciones de uso todo el equipo necesario:
- una fuente guardada adecuadamente en un contenedor apropiado;
  - tubos guía, cables de telemando y otras herramientas de manipulación de la fuente;
  - colimadores;
  - dispositivos para barreras, letreros y señales de advertencia;
  - medidor de tasa de dosis;
  - juego de elementos para emergencias.
- (x) en el emplazamiento, en el momento previsto, instruya al personal para que coloquen primero las barreras y los letreros de advertencia y luego revisen la zona con el fin de confirmar de que no haya trabajadores en ella. Entre tanto, coloque firmemente el colimador en posición y extienda el tubo guía por completo, comprobando que no se haya dañado en el traslado:
- encienda el detector de radiaciones ionizantes;
  - verifique el estado del contenedor midiendo la tasa de dosis en contacto con el equipo;
  - retire el tapón de tránsito del contenedor, manténgalo limpio y seguro, y conecte el tubo guía;
  - coloque la manivela de control cerca del contenedor, desenrolle el cable de control y



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 10/22**

extiéndalo formando un amplio bucle, comprobando de nuevo que no se haya dañado durante el desplazamiento;

- abra el cierre del contenedor y retire la cubierta del cable portafuente. Haga girar la manivela de control para dejar al descubierto el cable y conecte el cable telemando al cable portafuente;
- compruebe que la conexión esté bien hecha antes de acercar la manguera del cable telemando para ser fijada al contenedor;
- extienda el cable telemando lo más derecho posible y coloque la manivela de control, de preferencia fuera del área controlada, detrás de cualquier blindaje disponible;
- coloque una luz o un letrero de advertencia grande cerca del colimador para señalar la posición de la fuente expuesta.

(xi) prepare el sistema para fijar las barreras y realice la primera exposición:

- ajuste la lectura del odómetro de la unidad de telemando hasta obtener la lectura cero;
- cuando el personal haya comprobado que la zona está despejada y hayan ocupado sus posiciones en la barrera para evitar todo acceso no autorizado, emita una señal sonora convenida con anterioridad para advertir a todas las personas que estén cerca del área controlada que la fuente está a punto de ser expuesta;
- desbloquee el desplazamiento de la fuente, girando el anillo selector hasta la posición de operación;
- gire la manivela rápidamente contando a la vez las revoluciones para asegurarse de que la fuente se desplace a todo lo largo del tubo guía y dentro del colimador;
- retírese del área controlada por el camino más corto y seguro,
- mientras la fuente se desplace a lo largo del tubo guía, en las barreras se producirán brevemente tasas de dosis elevadas, pero cuando la fuente esté en el colimador la barrera debe delimitar un nivel adecuado, coherente con los niveles observables para el área controlada;
- use el medidor de tasa de dosis para comprobar que la barrera esté ubicada en el lugar correcto, especialmente a lo largo de la dirección del haz;
- cambie las posiciones de la barrera si es necesario;
- regrese rápidamente al puesto de control y haga girar la manivela contando las revoluciones para asegurarse de que la fuente regrese por completo al interior del contenedor;
- verifique que el odómetro marque cero;
- use el medidor de tasa de dosis para monitorear el contenedor a fin de confirmar que la fuente esté blindada de manera segura. Además, verificar la ausencia de tasa de dosis en el tubo guía monitoreándolo desde el contenedor hasta el colimador.

(xii) exponga la fuente en la forma descrita anteriormente y fije el tiempo de exposición para producir las siguientes radiografías



ARCAL/OIEA

**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 11/22**

- cuando los tiempos de exposición sean cortos, es posible que no se pueda abandonar completamente el área controlada. Debe escogerse un punto en que la tasa de dosis medida sea lo más baja posible;
  - después de cada exposición use el medidor de tasa de dosis para monitorear el contenedor a fin de confirmar que la fuente esté blindada de manera segura. Además, verificar la ausencia de tasa de dosis en el tubo guía monitoreándolo desde el contenedor hasta el colimador;
  - en este momento es posible manipular y reubicar en forma segura el tubo guía y el colimador, junto con la próxima película y los nuevos marcadores de identificación;
  - durante cada exposición permanezca alerta y utilice el medidor de tasa de dosis para confirmar que la exposición se realice normalmente;
  - si sucede algo inesperado, como por ejemplo si alguien entra en el área controlada o se produce una emergencia en el emplazamiento, regrese rápidamente al puesto de control y retraiga la fuente a su posición segura.
- (xiii) desmonte el equipo después de la exposición final o cuando sea necesario trasladar el equipo de radiografía a otra zona:
- utilice el medidor de tasa de dosis para hacer un control del tubo guía desde el contenedor hasta el colimador y mida finalmente las tasas de dosis en el contenedor para confirmar que la fuente esté blindada en forma segura;
  - coloque el cable de control de manera que forme un amplio bucle, manteniendo la manivela cerca del contenedor;
  - mantenga el medidor de tasa de dosis en funcionamiento a su lado y desconecte del contenedor la manguera del cable, para lo cual si es necesario haga girar la manivela ligeramente;
  - bloquee el cable portafuente dentro del contenedor y haga girar la manivela para hacer aparecer la conexión entre el cable telemando y el cable portafuente;
  - desconecte el cable telemando y ajuste la cubierta del cable portafuente;
  - enrolle el cable telemando y póngalo a un lado;
  - desconecte el tubo guía del contenedor y encaje en su lugar el tapón de tránsito;
  - deje la fuente bloqueada dentro del contenedor;
  - compruebe que el contenedor siga exhibiendo dos etiquetas de transporte legibles;
  - lleve el contenedor de vuelta en condiciones de seguridad al depósito de la fuente. Si se utiliza un vehículo, se debe seguir las instrucciones indicadas en el procedimiento anterior;
  - limpie el contenedor antes de alojarlo en el depósito y deje constancia en el libro de registro de su devolución en condiciones de seguridad;
  - vuelva a depositar la llave en un lugar seguro y mantenga la seguridad del depósito en forma permanente.



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 12/22**

(d) Mantenimiento preventivo y correctivos:

- (i) en el caso de equipos que utilizan fuentes selladas, utilice un detector de radiaciones ionizantes para comprobar que la fuente haya quedado blindada en condiciones de seguridad antes de llevar a cabo el mantenimiento rutinario en el contenedor de la fuente. Lleve un registro para demostrar la realización de los servicios de mantenimiento periódico.
- limpieza del contenedor, eliminando cualquier suciedad o humedad;
  - utilización de los lubricantes recomendados para limpiar y dar mantenimiento a las piezas móviles;
  - comprobación de que estén bien apretados los tornillos y tuercas, y verificación del buen estado de las roscas y los resortes;
  - confirmación de que funcione el mecanismo de bloqueo de la fuente;
  - comprobación que el contenedor exhiba el símbolo internacional de radiaciones ionizantes y un aviso adecuado; el nombre del radioisótopo que contenga; la actividad y fecha de referencia de las fuentes selladas; y los números de identificación del contenedor y las fuentes,
  - realización, en los intervalos recomendados y solo cuando se esté calificado y autorizado para hacerlo, de diversas pruebas para determinar la posible fuga de sustancias radiactivas de la manera que exige la autoridad reguladora o recomienda el fabricante de las fuentes selladas que se estén utilizando;
  - informe de cualquier falla a su oficial de protección radiológica.
- (ii) realice un mantenimiento semanal al contenedor, como por ejemplo:
- limpie el contenedor, retirando la suciedad y humedad;
  - para la limpieza y el mantenimiento de las partes móviles, use únicamente los productos y lubricantes recomendados por el fabricante;
  - compruebe el apriete de tornillos y tuercas y que no estén dañadas las roscas y arandelas;
  - confirme que funcione el mecanismo de bloqueo de la fuente;
  - retire la cubierta para examinar la punta del cable portafuente con el fin de observar si está sucio, gastado o dañado. Debe usarse un medidor de desgaste;
  - conecte el cable de control al cable portafuente y, tirándolo o torciéndolo suavemente, compruebe que no se desconecte accidentalmente;
  - con el tapón de tránsito todavía en su lugar, conecte el tubo guía al anillo de fijación y asegure una conexión firme;
  - desconecte el tubo guía y el cable, vuelva a fijar el cable portafuente y retire entonces el tapón de tránsito de la entrada del tubo guía;
  - conecte el tubo guía comprobando que las roscas no estén dañadas y que la conexión sea



ARCAL/OIEA

**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 13/22**

firme.

- retire el tubo guía y reemplace el tapón de tránsito;
- compruebe que las placas de advertencia y los datos de la fuente sean legibles;
- mida las tasas de dosis cerca de la superficie del contenedor;
- informe de cualquier falla al oficial de protección radiológica.

(iii) realice el mantenimiento semanal del equipo auxiliar:

- revise la manivela del cable de control y el anillo de conexión del contenedor y las demás herramientas de manipulación de la fuente para comprobar que no haya guarniciones sueltas;
- en una zona limpia, desenrolle un poco el cable para comprobar que no tenga torceduras y que el movimiento del brazo sea suave;
- utilice únicamente lubricantes recomendados por el fabricante del equipo, para limpiar y realizar el mantenimiento de las partes móviles;
- examine la punta del cable para comprobar que no esté dañada ni desgastada. Debe utilizarse un medidor de desgaste;
- examine el cable de control para comprobar que no tenga desgarraduras u otros daños que puedan afectar el movimiento del cable;
- examine el tubo guía y los tubos de extensión para comprobar que no tengan las roscas del conector aplastadas o partículas que puedan afectar el movimiento de la fuente;

(iv) para efectivizar el mantenimiento de los contenedores es imperativo que todos los componentes del equipamiento sean mantenidos limpios:

- instrucciones para el mantenimiento de cables de control: evite torcer o forzar excesivamente el cable, nunca arrastre el cable por el piso o por la tierra, coloque la cobertura protectora sobre el conector cuando no esté usando el cable;
- instrucciones para el mantenimiento de las mangueras del telemando y tubo guía: evite torcer o forzar las mangueras excesivamente, enróllelas cuidadosamente cuando va a almacenarlas, nunca arrastre las mangueras, ponga las coberturas protectoras en las conexiones cuando no se encuentren en uso;
- instrucciones para la limpieza y lubricación de los cables, siempre que la manivela de la unidad de control presente dificultades para girar: desconecte el conector de la manguera del contenedor, gire la manivela en sentido antihorario hasta que el cable flexible desenganche del control, tire el cable para fuera del control, enrolle y colóquelo en un recipiente que contenga solvente para limpieza, déjelo en este recipiente por un tiempo suficiente para facilitar la remoción de la suciedad, remueva la manguera de la unidad de control soltando los dos conectores, coloque solvente en el mecanismo de telemando de la unidad de control, muévela hasta que se encuentre libre de impurezas, use aire comprimido seco para secar el mecanismo de telemando y el cable, engrase ligeramente el cable con grasa adecuada, haga que el cable retorne al encaje de la unidad de control, cuando el cable alcance la conexión de la unidad de control asegúrelo al mecanismo de telemando, gire la manivela en sentido horario hasta que el cable se fije a la manivela, reconecte los dos conectores de la unidad y



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Versión 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 14/22**

del cable flexible, gire la manivela en sentido horario hasta que el cable esté completamente recogido;

- instrucciones para ajuste del odómetro: el odómetro posee un control de ajuste, con la manivela totalmente girada en sentido horario éste debe indicar lectura cero, si esto no ocurre, ajuste lentamente el control de modo que la lectura sea cero.
- los equipos defectuosos deben marcarse inmediatamente con etiquetas alusivas y repararse o retirarse lo más pronto posible. Las operaciones de mantenimiento técnico y reparación deben documentarse debidamente.

(e) dosimetría personal para el control oficial de las dosis y para el control operativo, incluyendo:

- (i) uso de los dosímetros personales;
- (ii) reemplazo al término del período de control;
- (iii) control de las dosis acumuladas del personal;
- (iv) toma de conocimiento de la información de dosis por parte de cada persona ocupacionalmente expuesta;
- (v) extravío o daño del dosímetro.

(f) verificación y chequeo de los equipos detectores de radiación ionizante; medidores de radiación y monitores de alarma;

- (i) calibre los equipos destinados a la medición y control y verifique *la calibración* a intervalos regulares empleando métodos adecuados. Deben mantenerse registros adecuados de estas operaciones;
- (ii) marque inmediatamente con etiquetas alusivas y repare o retire los equipos defectuosos lo más pronto posible. Las operaciones de mantenimiento técnico y reparación deben documentarse debidamente.

(g) monitoreo:

- (i) tiene como objeto verificar la integridad de un contenedor o equipo;
- (ii) la verificación es hecha por medio de la medida de tasa de dosis con un detector compatible con el propósito de la medida;
- (iii) para el monitoreo:
  - seleccione los lugares más críticos en relación a todos los tipos de equipos emisores de radiación;
  - seleccione y demarque los puntos de referencia para realizar la medición de las tasas de dosis;
  - seleccione puntos accesibles a la instrumentación portátil de medición;
  - seleccione puntos representativos para la detección previa de irregularidades o accidentes;
  - seleccione puntos representativos con respecto a la permanencia de personal a efectos de la



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 15/22**

evaluación de dosis e indicación de alarmas;

- seleccione puntos pocos sujetos a modificaciones en las condiciones normales de trabajo;
- haga las medidas de manera de cubrir toda el área de influencia del equipo.

(h) gestión de las fuentes en desuso o de los desechos radiactivos generados. Tan pronto deje de utilizarse la fuente radiactiva o el equipo que la contiene, es conveniente devolverla al fabricante o proveedor.

- (i) si se utiliza un método de eliminación definitiva, éste debe ajustarse a las normas legales del gobierno del país en relación con ese método en particular;
- (ii) embale y transporte adecuadamente, conforme a lo dispuesto en el reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos, las sustancias radiactivas que se envíen para su eliminación final.

(i) transporte de material radiactivo, designación; verificaciones; mantenimientos; medios requeridos:

Para el transporte de material radiactivo al sitio de trabajo el operador revisará los siguientes puntos:

- (i) que los contenedores cargados con la fuente radioactiva sean transportados con trabas mecánicas que impidan el desplazamiento de los contenedores;
- (ii) que el portacontenedor sea debidamente señalizado;
- (iii) que se prevea el uso de un monitor de tasas de dosis durante el transporte, así como el monitoreo del exterior del vehículo y que la exposición en la cabina del vehículo sea inferior a  $0,02 \text{ mSv/h}^{-1}$ ;
- (iv) que el conductor lleve consigo toda la documentación exigida para el transporte, incluyendo formularios para monitoreo del vehículo, instrucciones para situaciones de emergencia, etc.;
- (v) que el vehículo de transporte lleve conductor y acompañante y que se prohíba el acceso al vehículo de personas no vinculadas con el trabajo;
- (vi) que se prevea la colocación de etiquetas de transporte en el contenedor y carteles de advertencia en el vehículo de acuerdo a lo dispuesto en la norma nacional o en su ausencia, en el Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos [10];
- (vii) que se prevea vigilancia diurnas y nocturnas al vehículo.

### 303. PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

(a) elaboración, revisión y aprobación de los procedimientos:

- (i) todos los procedimientos deben ser elaborados, revisados y distribuidos cuidadosamente. Deben cumplir también con eventuales exigencias particulares enunciadas en las autorizaciones. Deben redactarse en forma ordenada y ser fáciles de verificar. Las copias de los mismos deben ser legibles y controladas;
- (ii) los procedimientos deben ser aprobados, firmados y fechados por las personas autorizadas. Ningún procedimiento debe modificarse sin autorización. Deben ser revisados regularmente y mantenerse actualizados



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 16/22**

(b) determinación de las zonas controladas y supervisadas: balizamiento; determinación de los límites y niveles de referencia:

(i) balizamiento:

- la distancia de balizamiento puede ser estimada teóricamente;
- aisle el área de acuerdo con la actividad de la fuente, en base a los valores calculados.
- señalice el área a una distancia igual a la encontrada en el cálculo, suponiendo esta distancia como el radio de una circunferencia;
- confirme la distancia prevista con un medidor de tasa de dosis, a partir de la distancia señalizada;
- corrija la ubicación de los cordones, formando un círculo y coloque los símbolos de manera visible;
- use señales luminosas si la tarea fuera ejecutada por la noche.

(ii) determinación de las dosis niveles de referencia:

- acate los límites y restricciones de dosis establecidos en la normativa vigente para trabajadores ocupacionalmente expuestos e individuos del público;
- en instalaciones fijas el criterio de balizamiento no debe exceder al valor de dosis establecido para público, y se debe considerar los criterios de optimización;
- para el caso de fuentes móviles, los límites del área controlada deben fijarse de acuerdo a criterios de irradiación aceptados por la Autoridad Reguladora, teniendo en cuenta el uso y factores ocupacionales en el contorno de la zona controlada, para asegurar que no se exceden los límites de dosis para público en general. Con la fuente en el colimador, los valores de tasas de dosis típicos en el contorno del área controlada se ubican en el rango de  $7,5$  a  $20 \mu\text{Sv/h}^{-1}$ , con breves transitorios cuando la fuente se desplaza a lo largo del tubo guía lo que da lugar a tasas de dosis de hasta  $7,5 \text{ mSv/h}^{-1}$ .

(c) seguridad física en la zona de almacenamiento y uso de las fuentes de radiación ionizante [8]:

(i) acciones destinadas a impedir la extracción no autorizada de equipos de radiografía industrial en la zona de almacenamiento:

- se proveerá de dispositivos y accesorios que impidan el acceso de personal no autorizado, tales como cerradura o candado en la puerta de acceso, etc;
- será exclusivo para guardar fuentes radiactivas y sus accesorios o equipamiento;
- se colocarán en la parte externa del almacén, además de los señalamientos que indiquen la presencia de radiación, otros letreros que adviertan del riesgo a individuos no relacionados con la práctica.

(ii) acciones para impedir el acceso de personal no autorizado durante la operación:

- En los lugares de uso del equipo de radiografía industrial se colocarán barreras y letreros siendo estos lo suficientemente grandes para ser vistos por las personas que se llegasen a acercar al área;



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 17/22**

- se colocarán señalamientos audibles y luminosos para prevenir a las personas que se está realizando una exposición,
- se contará con personal suficiente para vigilar el area cuando se realizar la exposicion.

(iii) medidas para evitar la ocurrencia de incendios, explosiones y atos de sabotaje:

- el almacén no estará cerca de areas en donde se manejen materiales explosivos o químicos que puedan ocasionar incendios o explosiones que afecten al local;
- el grupo encargado de la seguridad fisica debe prever acciones y contar con las instrucciones necesarias para minimizar la posibilidad de que se comentan robo o actos de sabotaje.

(d) inspecciones y auditorías internas [5].

(i) las inspecciones y auditorias internas se realizarán a las siguientes zonas de trabajo:

a) almacén:

- verificar que se cuenta con la seguridad fisica requerida y que los señalamientos continúan en el lugar que fueron colocados y se mantienen claramente visibles;
- verificar que los sistemas de bloqueo para el acceso al almacén funcionan correctamente;
- verificar la integridad del blindaje a través de la medición de tasas de dosis en el exterior del almacén;
- verificar que dentro del almacén se guardan solo las fuentes radiactivas y sus accesorios;
- verificar que el inventario radiactivo está actualizado.

b) fuentes móviles:

- verificar que las mediciones obtenidas en el monitoreo de la superficie del contenedor sean concordantes con los valores esperados;
- verificar que los contenedores cuenten con los letreros y señalamientos requeridos se encuentren en buenas condiciones;
- verificar que los dispositivos de bloqueo ( cerradura, seguro) de los contenedores funcionen adecuadamente;
- verificar que todos los operadores cuenten con permiso individual vigentes;
- verificar que cada equipo de radiografía industrial cuente con un monitor de tasa de dosis, los dosímetros reglamentarios y los equipos de alarma sonora y los elementos necesarios para el balizamiento;
- verificar que el tubo guía, el cable flexible, el odómetro, etc. se encuentren en condiciones adecuadas para su uso;
- verificarse que el equipamiento para emergencias se encuentra disponible y en buenas condiciones.

c) fuentes fijas:

- verificar que el recinto cuenta con los señalamientos y letreros de aviso de riesgo radiológico.
- verificar que los dispositivos de bloqueo del recinto funcionan en forma correcta (cerradura de la puerta, interlocks, etc.);
- verificar la integridad del blindaje a través de la medición de tasas de dosis en el exterior del recinto;
- verificar los sistemas sonoros y luminosos se encuentran funcionando correctamente;
- verificar que el recinto cuenta con medidor de tasa de dosis fijo y que funciona y que está



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 18/22**

- calibrado;
  - verificar que todos los accesorios del equipo de radiografía industrial se encuentra en buenas condiciones.
- (ii) las inspecciones y auditorias internas serán realizadas por el Oficial de Protección Radiológica,
- (iii) todas las deficiencias o carencias encontradas deben ser informadas al representante legal, quien deberá tomar las medidas necesarias para la inmediata corrección. El Oficial de Protección Radiológica es responsable de regularizar la situación observada;
- (e) mantenimiento de los registros:
- (i) emita, procese y archive la documentación, a fin de asegurar que las operaciones y eventos que ella registra sean auditables. Mantenga los siguientes:
- resultados de la comprobación de los dispositivos de seguridad del equipo y de la instalación;
  - dosis personales;
  - calibración de los equipos de monitoreo;
  - evaluación del entrenamiento y experiencia de los operadores;
  - resultados de las pruebas de fuga de la fuente;
  - instrucción del personal de incorporación reciente y reentrenamiento;
  - informes de mediciones de tasas de dosis;
  - recepción y conservación de las fuentes radiactivas;
  - mantenimiento de equipos;
  - desechos radiactivos;
  - transporte de material radioactivo;
  - accidentes radiológicos;
  - auditorias internas.
- (f) entrenamiento y reentrenamiento periódico de los trabajadores:
- (i) describa el programa de entrenamiento teórico práctico en protección radiológica, presentando el estudio de los aspectos seguridad radiológica y de la normativa general y específica de aplicación a la práctica, así como de los procedimientos que constituyen el Código de Prácticas de Protección Radiológica;
- (ii) describa el programa de reentrenamiento de operadores indicando el temario del curso, su duración y frecuencia;
- (iii) efectúe la relación de los equipos de radioprotección disponibles para el entrenamiento y reentrenamiento de operadores, tanto para condiciones rutinarias como para situaciones de emergencia,



ARCAL/OIEA

**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 19/22**

(iv) efectúe una relación del personal encargado del dictado de los cursos de entrenamiento y reentrenamiento indicando si es Oficial de Protección Radiológica o experto calificado.

(g) control médico:

- (i) debe tenerse registrado as fechas de los exámenes medicos, laboratoriales rutinarios y psicofísicos realizados por los operadores asi como de el parecer medico;
- (ii) en exámenes rutinarios deben realizarse una periodicidad no mais de 1 año.

#### 304. PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

(a) procedimientos para activar el plan de emergencia:

- (i) si la fuente de radiación, o el recinto, presenta una falla o se hace evidente un accidente mientras alguien se encuentra dentro del recinto, mantenga la calma:
  - haga que la persona abandone el recinto de inmediato;
  - de ser posible, utilice los controles para devolver la fuente a su posición blindada. Si esto no puede hacerse, mida la tasa de dosis en las inmediaciones del recinto e instale barreras para marcar el alcance de las áreas controladas;
  - selle la puerta del recinto si es posible hacerlo sin recibir dosis innecesarias y manténgase cerca de la zona para impedir la entrada de personal;
  - envíe a alguien para que comunique la situación a oficial de protección radiológica;
  - analice detenidamente la situación antes de aplicar cualquier plan para corregir la falla o recuperar las fuentes selladas que, aunque blindadas, hayan quedado expuestas en el recinto;
  - pueden existir varias opciones que entrañen un mínimo riesgo o dosis mínimas para las personas afectadas;
  - debe obtenerse el asesoramiento del fabricante del equipo o de otro experto cualificado;
  - el examen de un equipo que sea similar puede ofrecer una solución para el problema o indicar la conveniencia de utilizar instrumentos especiales.
- (ii) si por cualquier razón la fuente no se retrae, mantenga la calma y aléjese de la barrera:
  - mida las tasas de dosis y, si es necesario, reubique las barreras o instale barreras nuevas;
  - permanezca cerca del área para evitar la entrada de personas y envíe ayudantes a informar a la dirección de la obra y que traigan el juego de elementos para emergencias;
  - el plan para imprevistos debe ceñirse a estrictas directrices acordadas previamente, utilizando *los factores* tiempo, distancia y blindaje para limitar las dosis individuales;
  - si la manivela no gira, puede ser necesario desarmar el sistema de control para recoger el cable telemando a mano;



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 20/22**

- si el cable portafuente se ha soltado del cable o la fuente se ha atascado en el tubo guía, será necesario primero ubicar la fuente;
  - es posible que haciendo girar el cable hacia afuera la fuente sea arrastrada de vuelta al colimador;
  - si existe un blindaje que pueda ser situado sobre el tubo guía cerca del contenedor, tire la manguera del cable telemando para ubicar la parte del tubo guía que contiene la fuente bajo el blindaje, esta hará que disminuya la tasa de dosis medida a cierta distancia;
  - la colocación de más blindaje sobre la fuente permitirá acercarse más para desconectar el tubo guía del contenedor o para cortar cuidadosamente la envoltura de plástico y aplicar una torsión inversa a la pared del tubo guía;
  - utilice tenazas de manipulación para alzar un extremo del tubo guía de manera que el cable portafuente se deslice hacia afuera sobre una superficie sólida;
  - emplee las tenazas de manipulación para tomar el cable portafuente y colocarlo de vuelta en el contenedor;
  - no debe permitirse en circunstancia alguna, que la fuente entre en contacto con las manos o con otra parte del cuerpo
- (iii) actitud pública con referencia a accidentes involucrando radiación ionizante. El trabajador responsable por el trabajo, cuando ocurre un accidente debe seguir las siguientes orientaciones:
- no alarmar al público en caso que no sean necesarias medidas de evacuación;
  - no hacer alarde de lo ocurrido;
  - mantener la calma;
  - planear la operación de rescate, esforzándose por mantener las dosis ALARA;
  - hacer un informe minucioso a los superiores, explicando clara y objetivamente lo ocurrido;
  - no comentar lo ocurrido, principalmente si existe la sospecha de sobre exposición;
  - utilizar los términos correctos al comentar con los subordinados acerca de lo ocurrido.
- (iv) principios básicos para procedimientos de emergencia involucrando contenedores:
- nunca operar, cambiar fuentes, o reparar algún contenedor sin poseer un medidor de tasa de dosis;
  - nunca operar un equipamiento que contenga la fuente radiactiva sin estar usando dosímetros individuales;
  - planear la operación de rescate, estimar el tiempo que demandará cada etapa;



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 21/22**

- el planeamiento debe ser hecho con calma y fuera del área de radiación.
- (v) problemas en el cable de control remoto: la manivela gira muy libremente o está atascada, la fuente está expuesta y no puede ser recogida. Falla en la conexión del portafuente, o problema en la punta del tubo guía, impidiendo el movimiento del cable. El fin del cable paso a través del mecanismo de telemando y la manivela gira en falso:
- suelte los tornillos que sujetan la manivela para desmontar la unidad de control,
  - el extremo del cable será expuesto, permitiendo que sea tirado. Tire el cable cerca de 30 cm;
  - recolocque el cable en el mecanismo de telemando y engánchelo girando la manivela;
  - reapriete los tornillos y recoja la fuente de manera usual. Si encuentra alguna resistencia no fuerce la manivela;
  - gire la manivela para adelante y atrás. Debido a la abertura el cable flexible puede enroscarse a la salida;
  - inspeccione el cable flexible después de recoger la fuente.
- (vi) problemas de conexión. Al girar la manivela el cable se mueve pero no se observa alteración en los niveles de dosis, la fuente radiactiva no se recoge:
- gire la manivela, exponiendo el cable e intente hacer la conexión;
  - si no consigue hacer la conexión, desconecte del tubo guía del contenedor y haga que la fuente caiga al piso para que pueda ser tomada y colocada en un blindaje de rescate;
  - tome la fuente con tenazas de mango largo;
  - después de desconectar el tubo guía, levántela del extremo con una tenaza haciendo que la fuente caiga;
  - tome la fuente con la tenaza y colóquela en el blindaje de rescate, posicionándola hacia abajo;
  - después de esto, con el tapón del blindaje empuje el portafuente para el interior del blindaje, proceda a la medición de los niveles de tasa de dosis con un medidor de tasa de dosis.
- (vii) la manivela de control es difícil de girar, presenta daños:
- desmonte el dispositivo de telemando de la manivela tirando el cable flexible para recoger la fuente;
  - no tuerza el cable, tampoco use herramientas de corte para tirarlo,
  - camine hacia atrás a medida que vaya tirando el cable para mantener la máxima distancia de la fuente;
  - después de recoger la fuente, coloque el tapón de tránsito.
- (viii) la fuente expuesta no puede ser movida, el tubo guía fue aplastado



**GUIA PARA LA ELABORACION DEL CODIGO DE  
PRACTICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 22/22**

- mueva la fuente con el control para una posición alejada de la parte dañada;
- coloque un blindaje entre la fuente y el trabajador para que pueda ejecutar la tarea en forma segura;
- intente reparar la parte dañada del tubo, en caso que no obtenga resultado, corte la parte dañada;
- coloque el tubo cortado en la entrada de un blindaje de rescate;
- girando el telemando, aunque no haya conexión entre la fuente y el cable flexible, ésta sera empujada dentro del blindaje.

(b) notificación al oficial de protección radiológica:

- (i) describa en que condiciones esta el accidente radiológico;
- (ii) informe cuales operadores que estiveren involucrados en el accidente,
- (iii) describa las acciones tomadas antes de hacer lo rescate de la fuente radioactiva;
- (iv) describa las acciones posibles para el retorno a la normalidad.

(c) notificación a la Autoridad Reguladora:

- (i) informe al autoridad reguladora tan pronto como sea posible. Respete los plazos establecidos en las condiciones de la autorización de operación y considerando la severidad del accidente;
- (ii) proporcione información precisa y adecuada para describir el accidente;
- (iii) proporcione información sobre el tipo de radioisótopo, actividad de la fuente, lugar y condiciones generales de la situación;
- (iv) mantenga informada a la autoridad reguladora de la evolución de la situación hasta el término de la emergencia.

(d) reporte del accidente:

- (i) describa el accidente incluyendo lugar, fecha, hora, equipos y fuentes involucrados, personas afectadas y las condiciones ambientales generales de la situación;
- (ii) describa los métodos utilizados para recuperar la fuente o para llevarla a una condición segura. Es recomendable incluir documentación fotográfica;
- (iii) incluya una evaluación de las dosis recibidas por el equipo de operadores, el personal de emergencia y los miembros del público;
- (iv) identifique las causas del accidente;
- (v) describa las acciones correctivas adoptadas para evitar la recurrencia del accidente;
- (vi) indique los resultados de los exámenes médicos y las providencias tomadas con las personas expuestas



**PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR  
AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA  
DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

Version 02  
Fecha: 13/02/98  
Página: 1/11

### 1. OBJETIVOS

101. El present procedimiento tiene por objetivo asistir al personal de la Autoridad Reguladora, en las tareas de evaluación de los documentos que se presentan en apoyo de las solicitudes de autorizaciones para la práctica de radiografía industrial.

102. Este procedimiento puede utilizarse para desarrollar un documento específico acorde con las normas y requisitos nacionales, con el fin de realizar en forma ordenada la evaluación, desde el punto de vista de la seguridad radiológica, de la documentación técnica que acompaña las solicitudes de Autorización de Construcción, Autorización de Operación y su renovación, Autorización de Importación, Adquisición y Transferencia, Autorización de Clausura y Permiso Individual correspondiente a los operadores de equipos de radiografía industrial.

### 2. AUTORIZACION DE CONSTRUCCIÓN

201 Esta autorización es específica para los casos en que se realiza la técnica de radiografía industrial en recintos cerrados. Deberán efectuarse las siguientes verificaciones sobre el proyecto:

- a) indicación de la ubicación geográfica de la instalación y la información referente al representante legal de la organización que solicita la autorización;
- b) que los cálculos de blindaje del recinto cerrado cumplimentan los límites y restricciones de dosis establecidos por la Autoridad Reguladora y que el mismo está optimizado. Para este punto el proyecto debe adjuntar los planos de vista en planta de la instalación y sus alrededores;
- c) existencia de sistemas de seguridad que eviten:
  - (i) que se efectúe una exposición mientras haya alguna persona dentro del recinto,
  - (ii) que ingresen personas al recinto durante la operación de los equipos.
- d) existencia de alarma acústica y lumínica externa que actúa durante la operación de los equipos, y que la misma es accionada por un detector de radiación fijo dentro del recinto;
- e) Existencia de sistemas adecuados de protección física que impidan el ingreso de personas no autorizadas a la instalación.

### 3. AUTORIZACION DE OPERACION

301. La evaluación de la documentación que presenta el solicitante, debe demostrar que la práctica de radiografía industrial satisfaga los siguientes criterios.

- a) la magnitud de las dosis individuales originadas en tareas de radiografía industrial sean reducidas al valor más bajo que pueda razoavelmente alcanzarse [1].
- b) debe limitarse tanto como sea razonablemente posible la probabilidad de ocurrencia de situaciones anormales, para lo cual se deber escribir procedimientos de operación y utilizar elementos de seguridad apropiados, que permitan la detección temprana de tales situaciones;
- c) en caso de producirse situaciones anormales deber llevarse a cabo las acciones correctivas necesarias, mediante los procedimientos y los elementos apropiados de modo que las dosis que se generen sean tan bajas como sea razonablemente posible.

302. Para verificar si se satisfacen los criterios anteriores se deben evaluar los documentos presentados, para determinar si se cumplen los siguientes requisitos:

- a) se cuenta con la Autorización de Construcción, cuando sea aplicable. La instalación finalmente construida debe concordar con la documentación presentada y las posibles modificaciones que hayan sido aprobadas;
- b) personal de operación y oficial de protección radiológica capacitados, con permisos individuales vigentes,
- c) el personal deberá cumplir, según la función que desempeñe, con los cursos de entrenamiento teórico-práctico y los reentrenamientos periódicos establecidos en el "Guía para Solicitar Autorización para Radiografía Industrial" y que la vigilancia médica incluya controles psíquicos de los operadores;
- d) para la operación de un equipo de radiografía industrial se debe contar con pelo menos dos operadores con permisos individuales. Ningún operador podrá operar, más de un equipo de radiografía industrial simultáneamente, ni efectuar otro tipo de tareas mientras realice una exposición. Cuando en la misma área de operación se trabaje con más de un equipo, los operadores deberán coordinar las tareas de



ARCAL/OIEA

**PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR  
AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA  
DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 2/11

modo de reducir la ocurrencia de situaciones anormales;

- e) sólo podrán ingresar y/o permanecer en el área de operación las personas autorizadas o supervisadas por el operador o el oficial de protección radiológica, según indiquen las normas vigentes;
- f) los operadores deberán evitar la operación y/o desplazamiento de elementos móviles en el área de operación, así como cualquier otro factor que pueda dañar el equipamiento o afectar el normal desplazamiento de la fuente;
- g) luego de cada exposición radiográfica el operador deberá verificar el correcto reingreso de la fuente radiactiva al proyector mediante monitoreo con un medidor portátil.

303. Cuando la radiografía se efectue en recintos cerrados deberá verificarse también lo siguiente

- a) que el recinto de irradiación sólo se destinará a la operación y depósito de equipos y fuentes de radiografía industrial;
- b) que el comando de los equipos se efectuará desde el exterior del recinto de irradiación;
- c) que el acceso al recinto de irradiación esté señalizado con el símbolo internacional de radiación ionizante, con textos que adviertan adecuadamente del riesgo existente;
- d) que los sistemas de seguridad de la instalación estén sujetos a un programa de inspección y auditorías internas así como mantenimiento preventivo periódico.

304. Para instalaciones con equipos móviles, los operadores deben delimitar el área de operación mediante barrera física apropiadas, ubicadas de manera que permitan prevenir el acceso inadvertido de personas a la misma y limitar las dosis individuales de acuerdo con lo establecido en las normas vigentes. El operador debe mantener vigilancia visual directa sobre el área de operación, a fin de detectar en forma inmediata cualquier acceso no autorizado a la misma.

305. Mientras no estén en uso, los proyectores y equipos de radiografía industrial deben guardarse en el depósito autorizado. Cuando alguno de estos elementos deba permanecer en obra, debe implementarse un depósito transitorio que ofrezca, como mínimo, la misma seguridad radiológica que el depósito autorizado. Las llaves de los proyectores y contenedores deben mantenerse separadas de los

mismos mientras no están en uso, permaneciendo bajo el control directo del responsable o del operador a cargo del equipo de radiografía industrial, según la circunstancia

306. Toda fuente fuera de uso debe almacenarse en el depósito autorizado dentro de un contenedor adecuado, señalizado y con una placa de identificación colocada en la parte externa del mismo, hasta tanto se disponga su eliminación como residuo o se autorice otro destino. La transferencia de fuentes debe efectuarse utilizando contenedores y accesorios diseñados específicamente para este propósito y que sean compatibles con el tipo de equipo de gammagrafía y portafuente.

307. Se utilizan accesorios, colimadores y blindajes adicionales, cuando sea posible y compatible con la técnica de radiografía. Los distintos elementos intercambiables o acoplables de los equipos y contenedores de gammagrafía deberán ser compatibles, y utilizarse en las condiciones para los que fueron diseñados

308. Los operadores deben contar como mínimo con el siguiente equipamiento de radioprotección:

- a) dosímetros individuales reglamentarios asignados a cada persona que realiza tareas de radiografía;
- b) un medidor de tasas de dosis por equipo en operación. Dicho medidor, debe poder medir tasa de dosis equivalente ambiental como mínimo entre 0 y 100 mSv/h (con indicación en estas unidades o equivalentes);
- c) monitores portátiles con indicación acústica, cuya tasa de repetición de pulsos audibles, sea proporcional a la tasa de dosis;
- d) dosímetros individuales integradores de lectura directa (tipo lapicera o similar). El rango de medición deberá incluir como mínimo los valores de 0 a 2 mSv.

309. Un programa de mantenimiento de los equipos de radiografía industrial, sus accesorios y del equipamiento de radioprotección debe contar como mínimo con lo siguiente:

- a) para los equipos de gammagrafía el control deberá incluir como mínimo:
  - (i) verificación de conexiones;
  - (ii) control de los dispositivos de bloqueo del movimiento de la fuente;



ARCAL/OIEA

**PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR  
AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA  
DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 02**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 3/11**

(iii) verificación del estado de los sistemas de control de la fuente;

(iv) detección de niveles de exposición en el exterior de los contenedores y proyectores;

(v) verificación del estado de la identificación de contenedores y proyectores, la que debe ser repuesta en caso de deterioro.

b) el instrumental de medición cuantitativo deberá ser adecuadamente calibrado:

(i) como mínimo una vez por año;

(ii) cada vez que el instrumento sea sometido a una reparación;

(iii) cuando existan motivos para suponer una alteración de su calibración.

310 Un plan para el transporte de las fuentes que cumplimenta las reglamentaciones nacionales al respecto, o en caso de no contar con dichas reglamentaciones, cumplir con el Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos del OIEA [10]. Este punto no es de aplicación para equipos generadores de rayos X. En particular para el transporte de las fuentes radiactivas deberá verificarse:

a) que el procedimiento para seguridad física de los contenedores o proyectores que contengan fuentes radiactivas contemplan:

(i) las trabas mecánicas necesarias para evitar el desplazamiento de las fuentes;

(ii) que los bulbos sean correctamente etiquetados.

b) que el procedimiento para seguridad física del vehículo contempla el señalamiento con el símbolo radiactivo y formularios para registrar las mediciones de tasas de dosis en el vehículo;

c) modelo de la documentación a ser utilizada en el transporte;

d) que los procedimientos para casos de emergencia contemplen las acciones a seguir para las situaciones más comunes;

e) que para los transportes que no se ajusten a la totalidad de los requerimientos aplicables se soliciten previa aprobación escrita por parte de la Autoridad Reguladora.

311. El informe de análisis de seguridad debe en particular incluir el tratamiento de los accidentes ocasionados en radiografía industrial publicados [9]

312. Un plan de emergencia, que contemple los procedimientos y el equipamiento de emergencia disponible para cada situación anormal posible

313. Un programa de Garantía de Calidad relacionado con las actividades de adquisición de equipamiento, mantenimiento y calibración de equipos, capacitación del personal, control de registros y procedimientos

314. Un plan de seguridad física que posibilite un efectivo resguardo del almacén y de los equipos de radiografía industrial, minimizando la posibilidad de robo o el uso inadvertido de tales equipos. Además debe impedir el acceso de personal no autorizado y prever medidas apropiadas para evitar la ocurrencia de incendios, explosiones o atos de sabotaje a la instalación fija.

315. Un programa de monitoreo individual y de áreas que posibilite el control de las dosis del personal ocupacionalmente expuesto, así como el efectivo control del riesgo radiológico en las áreas controladas y supervisadas. Verifique que el contenido del programa, incluya:

a) acciones previstas para asegurar el cumplimiento de los límites de dosis;

b) lectura de los dosímetros individuales reglamentarios, registro y control de las dosis acumuladas;

c) relación de los equipos de radioprotección utilizados;

d) comunicación de las dosis recibidas al trabajador y a la Autoridad Reguladora.

316. Un sistema de registro que incluya no mínimo:

- a) inventario de fuentes radioactivas;
- b) inventario del instrumental de radioprotección;
- c) calibración de equipos de radioprotección;
- d) dosis individuales del personal;
- e) control médico del personal;
- f) entrenamiento del personal;
- g) mediciones de tasa de dosis;
- h) mantenimiento de equipos radiactivos;
- i) pruebas de fuga de fuentes radioactivas;
- j) situaciones anormales;
- k) inspecciones y auditorías internas;
- l) transporte o movimiento de fuentes radiactivas;
- m) desechos radioactivos



**PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR  
AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA  
DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 02  
Fecha: 13/02/98  
Página: 4/11**

317. Un plan de auditorias internas que asegure la efectiva aplicación del Código de Prácticas de Radiografía Industrial, con una previsión de periodicidad adecuada.

#### 4. AUTORIZACION DE IMPORTACION, ADQUISICION Y TRANSFERENCIA

401. Debe efectuarse las siguientes verificaciones:

- a) si la empresa está autorizada para el uso de la fuente que va a adquirir;
- b) si las características técnicas y la actividad de la fuente son compatibles con el equipo y con la actividad máxima con la que está autorizado a operar el recinto blindado;
- c) en caso de transferencia de fuentes de radiación ionizante, verificar que el destinatario posea autorización para utilizar la misma.

#### 5. AUTORIZACION DE CLAUSURA

501. Debe efectuarse las siguientes verificaciones en el Plan de Cese de las Operaciones:

- a) destino propuesto para todas las fuentes de radiación ionizante en poder de la instalación;
- b) cuando se decida la eliminación de las fuentes como residuo radiactivo, deben cumplimentarse las normativas nacionales relacionadas con la gestión de residuos radiactivos;
- c) que el destino de los registros de exposición de cada trabajador durante la vida laboral del mismo y posteriormente, como mínimo hasta que el trabajador alcance o hubiera alcanzado la edad de 75 años, y durante 30 años, por lo menos, después de terminado el trabajo que implicaba la exposición ocupacional;
- d) que contemple la verificación final de la ausencia de fuentes de radiación ionizante en la instalación.

#### 6. PERMISOS INDIVIDUALES

601. Deben efectuarse las siguientes verificaciones:

- a) Permiso individual nuevo:
  - (i) mayoría de edad;

(ii) estudios secundarios completos o formación equivalente,

(iii) aprobación de un curso teórico-práctico sobre radiografía industrial de una duración no menor a 55 horas, impartido por un Oficial de Protección Radiológica o un operador calificado, con el temario aprobado por la Autoridad Reguladora;

(iv) el certificado de aprobación del curso tiene una antigüedad menor a 2 años;

(v) experiencia en la práctica no menor a 6 meses, con un tiempo mínimo de 400 horas en el manejo de equipos de radiografía industrial, cumplida bajo la supervisión de un operador con permiso individual y realizada después de la aprobación del curso teórico-práctico en un 60% como mínimo;

(vi) aprobación del examen de aptitud psicofísica de acuerdo a lo exigido por la Autoridad Reguladora.

b) renovación del permiso individual:

(i) aprobación de un curso de actualización en radiografía industrial de una duración no menor a 20 horas, impartido por un Oficial de Protección Radiológica o un operador calificado, con el temario aprobado por la Autoridad Reguladora;

(ii) aprobación del examen de aptitud psicofísica de acuerdo a lo exigido por la Autoridad Reguladora.

(iii) acreditación de los trabajos realizados en radiografía industrial durante los 6 meses previos al vencimiento del permiso o de un entrenamiento práctico de 30 días efectivos de trabajo bajo la supervisión de un operador con permiso individual.

#### 7. REFERENCIAS ESPECÍFICAS

- [1] Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Guía de Preparación del Informe de Seguridad que debe entregar el Solicitante de una Licencia Radiografía Industrial en Unidades Móviles. México, 1983.



ARCAL/OIEA

**PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR  
AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA  
DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 02**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 5/11**

- [2] Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias Procedimiento de Evaluación de las Solicitudes de Licencia, Autorización o Permiso de Material Radioactivo. Mexico, 1992.
- [3] Autoridad Regulatoria Nuclear. Proyecto de Procedimiento para Otorgar Autorizaciones de Operación y Permisos Individuales para Gammagrafía Industrial Buenos Aires, 1995.

**ANEXO 1**

**FORMATO PARA EL ANALISIS DE LA INTEGRIDAD DE LA DOCUMENTACION**

**Caso1: Para trámite de nueva solicitud**

Documentos a revisar	Si	No	Observaciones
a) Solicitud oficial	( )	( )	_____
b) Representante legal	( )	( )	_____
c) Informe de Analisis de Seguridad	( )	( )	_____
d) Código de Prácticas de Protección Radiológica	( )	( )	_____
e) Plan de Emergencias	( )	( )	_____
f) Propuesta del oficial de Protección Radiológica	( )	( )	_____
g) Programa de capacitación y entrenamiento del personal	( )	( )	_____
h) Otros documentos	( )	( )	_____

Observaciones:

Resultado: ¿Procede la evaluación? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Caso 2: Renovación o modificación de una autorización:**

Documentos a revisar	Si	No	Observaciones
a) Solicitud oficial	( )	( )	_____
b) Enmienda (s) al Informe de Analisis de Seguridad	( )	( )	_____
c) Enmienda (s) al Código de Prácticas en Protección Radiológica	( )	( )	_____
a) Enmienda (s) al Plan de Emergencias	( )	( )	_____

Otras modificaciones solicitadas. \_\_\_\_\_

Resultado: ¿Procede la evaluación? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

 <p>ARCAL/OIEA</p>	<b>PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL</b>	<b>Version 02</b> <b>Fecha: 13/02/98</b> <b>Página: 7/11</b>
---	---	--

**ANEXO 2**

**DICTÁMENES DE EVALUACIÓN**

El Dictamen de Evaluación es el documento que se elabora como resultado del proceso de evaluación de una solicitud, en el cual la autoridad reguladora decide de manera conclusiva la aprobación o no de los requisitos de seguridad radiológica para el ejercicio de la práctica en cuestión. Seguir, se propone un Modelo de Dictámen Técnico que puede ser utilizado por el evaluador.

**Caso 1: Evaluación para trámite de nueva autorización**

1. Información general.

1.1 Documentación a evaluar (análisis de integridad):

\_\_\_\_\_

Solicitante: \_\_\_\_\_

Presentación de la solicitud oficial \_\_\_\_\_

1.2 Organización de la Seguridad Radiológica

Presentación del oficial de protección radiológica: \_\_\_\_\_

Sobre los trabajadores (registro, capacitación y entrenamiento, aptitudes y experiencia previa)

2. Informe de Análisis de Seguridad.

2.1 Clasificación de la instalación \_\_\_\_\_

2.2 Características de las fuentes de radiación \_\_\_\_\_

2.3 Uso específico y clasificación de las fuentes de radiación \_\_\_\_\_

2.4 Equipos y dispositivos que permiten el uso de las fuentes de radiación (marca, modelo, serie, características de diseño, planos, blindajes)

\_\_\_\_\_

2.5 Características de la instalación (ubicación, planos, diseño y sistemas de seguridad) \_\_\_\_\_

2.6 Clasificación de zonas y señalamientos de aviso en la instalación \_\_\_\_\_

2.7 Evacuación de fuentes en desuso \_\_\_\_\_

2.8 Riesgo radiológico contemplado para la operación normal \_\_\_\_\_

3. Código de Prácticas en Protección Radiológica para Radiografía Industrial

3.1 Equipos medidores de radiaciones ionizantes (marca, modelo, serie, tipo, características, fecha de calibración)

\_\_\_\_\_

3.2 Dosimetría personal (tipo, servicio, registros y reportes)

\_\_\_\_\_

3.3 Descripción de los procedimientos de trabajo con el material radiactivo

\_\_\_\_\_

3.4 Calibraciones requeridas y procedimientos aplicados \_\_\_\_\_



ARCAL/OIEA

**PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR  
AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA  
DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 02**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 8/11**

3.5 Procedimientos para la verificación de instrumentos y equipos \_\_\_\_\_

3.6 Procedimientos para cálculos de blindajes \_\_\_\_\_

3.7 Métodos para estimación de dosis (niveles esperados por cálculos, niveles de referencia, etc)  
\_\_\_\_\_

4 Plan de Emergencia \_\_\_\_\_

5. Conclusiones y Referencias de la Evaluación  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Evaluado por:  
\_\_\_\_\_

Supervisado por:  
\_\_\_\_\_

Autorizado por:  
\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



**PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR  
AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA  
DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 9/11

**Caso 2: Trámite de renovación de una autorización**

**1. Información general**

1.1 Solicitud (documentos a evaluar) \_\_\_\_\_

1.2 Solicitante: \_\_\_\_\_

1.3 Presentación de la solicitud oficial: \_\_\_\_\_

1.4 Oficial de Protección Radiológica (actual y/o cambios): \_\_\_\_\_

1.5 Código de Prácticas en Protección Radiológica para Radiografía Industrial

**2. Informe de Análisis de Seguridad**

2.1 Equipos de seguridad radiológica (detectores, alarmas, dosímetros, etc) relación actualizada, calibración y mantenimiento \_\_\_\_\_

2.2 Programa de reentrenamiento en seguridad radiológica para el personal \_\_\_\_\_

2.3 Manual de procedimientos en seguridad radiológica (cambios o modificaciones)  
\_\_\_\_\_

3. Plan de Emergencia Radiológico (cambios o modificaciones) \_\_\_\_\_

4. Conclusiones (anotar las referencias en las que se basa para su dictamen final, Normas Básicas de Seguridad Radiológica, ICRP, Colección de Seguridad, etc) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Evaluado por:

Supervisado por:

Autorizado por:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



**PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR  
AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA  
DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

Version 02

Fecha: 13/02/98

Página: 10/11

**Caso 3: Evaluación para trámite de modificación de una autorización**

1. Información general

1.1 Solicitud (documentos a evaluar) \_\_\_\_\_

1.2 Solicitante. \_\_\_\_\_

1.3 Presentación de la solicitud oficial: \_\_\_\_\_

1.4 Oficial de Protección Radiológica (actual y/o cambios): \_\_\_\_\_

1.5 Informe de análisis de seguridad

2.1 Motivo de la modificación \_\_\_\_\_

2.2 Adición de nuevas fuentes de radiaciones ionizantes y/o actividad de las fuentes autorizadas (marca, modelo, serie, actividad, tipo de emisión, energía media, etc): \_\_\_\_\_

2.3 Implicaciones de seguridad radiológica: \_\_\_\_\_

3. Código de Prácticas en Protección Radiológica para Radiografía Industrial (cambios o modificaciones efectuadas) \_\_\_\_\_

4. Plan de Emergencia (cambios o modificaciones efectuadas): \_\_\_\_\_

5. Conclusiones (anotar las referencias en las que se apoya su dictamen final)

Evaluado por:

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Supervisado por:

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Autorizado por:

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



**PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR  
AUTORIZACIONES PARA LA PRACTICA  
DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 02**  
**Fecha: 13/02/98**  
**Página: 11/11**

ANEXO 3

EMISIÓN DE LAS AUTORIZACIONES

El contenido de la autorización (licencia) deberá reflejar aspectos tales como

- a) El tipo de autorización, si es para la etapa de construcción, operación o de clausura de la instalación radiactiva.
- b) El nombre y dirección de la organización licenciada.
- c) El código o número de emisión de la licencia y la fecha de emisión.
- d) El tipo de práctica que se autoriza.
- e) Nombre y apellidos de el representante legal.
- f) Las características de la operación que se autoriza.
- g) Los locales autorizados para el ejercicio de la práctica
- h) El inventario de material radiactivo y otras fuentes de radiaciones ionizantes objetos de la autorización.
- i) Resultados de la capacitación y entrenamiento del personal que se autoriza para desempeñar las tareas enmarcadas en la práctica.
- j) Las especificaciones técnicas o condiciones de vigencia:
  - Del responsable legal y el oficial de protección radiológica;
  - Del equipo detector de radiaciones;
  - De los operadores;
  - De las medidas de seguridad.





ARCAL/OIEA

# PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 03

Fecha: 13/02/98

Página: 1/18

## 1. OBJETIVOS

101. Para la realización de las inspecciones es necesario contar con un procedimiento específico en donde se detallan los aspectos que debe tomar en cuenta el inspector antes, durante y después de la inspección. Sin embargo en este documento se mencionan algunas consideraciones específicas respecto a la práctica de radiografía industrial, entendiéndose como tal la utilización de material radiactivo y de rayos X en Radiografía Industrial.

102. El objetivo de este procedimiento es establecer la metodología para la utilización en las inspecciones que realiza la Autoridad Reguladora en las instalaciones donde se trabaja con fuentes radiactivas y equipos generadores de rayos X en la práctica de radiografía industrial.

## 2. PAUTAS PARA EL LLENADO DE LA LISTA DE CHEQUEO

201. La lista de chequeo es un complemento importante para verificar las condiciones de seguridad radiológica de la instalación y su llenado debe ser realizado tomando en cuenta el criterio técnico del inspector. La práctica de radiografía industrial se puede realizar en una instalación fija o con equipos móviles, y por tal razón se han preparado 2 listas de chequeo:

- a) lista de chequeo para instalaciones fijas presentada en el Anexo 1;
- b) lista de chequeo para instalaciones con equipos móviles, presentada en el Anexo 2.

202. En ambas listas se debe empezar identificando la persona que recibe la inspección y que es de mayor responsabilidad dentro de la entidad autorizada. Ambas listas contienen las siguientes secciones, según sea aplicable:

### 2.1. SECCIÓN I. DATOS GENERALES

203. En esta sección se identifica claramente la organización que ha sido autorizada por la Autoridad Reguladora para realizar la práctica que se inspecciona y además debe mencionarse el nombre y cargo del representante legal y el nombre del oficial de protección radiológica. Se debe mencionar el nombre completo y dirección de la institución que contrata el servicio de radiografía industrial, indicándose además el nombre y

cargo del representante legal. Se debe identificar claramente el lugar donde se realiza la inspección.

### 2.2. SECCIÓN II. DOCUMENTACIÓN

204. En esta parte se debe verificar la existencia de toda la documentación correspondiente y se debe analizar en el detalle la misma. Debe, también, ser llenada en las oficinas de la institución autorizada.

### 2.3. SECCIÓN III. ASPECTOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

205. En esa parte, debe verificar que el inventario de las fuentes de radiaciones ionizantes está autorizado, que se mantienen en contenedores aprobados y debidamente señalizados, que los almacenes son adecuados y que en el interior y alrededores no existen materiales que puedan ocasionar incendios o explosiones; que existe seguridad física. Respecto a los equipos de rayos X se debe verificar que los componentes y accesorios de los equipos no han sido modificados sin autorización y se conservan en buen estado; verificar el correcto estado y funcionamiento de los sistemas y dispositivos importantes para su uso seguro; verificar que se realizan y registran las verificaciones y mantenimientos preventivos a los equipos con la periodicidad prevista, entre otros puntos a considerar.

206. Sobre la dosimetría individual, se debe verificar que cada trabajador posee un dosímetro en buen estado y que se cuenta con dosímetros de lectura directa para el control operativo diario de las dosis; que están actualizados en los expedientes radiológicos individuales, que los trabajadores reciben oportunamente dichos reportes; y que se investigan las dosis anormales adoptándose medidas adecuadas.

207. Sobre los medidores de radiación, se debe verificar que son los adecuados, que están calibrados y funcionan correctamente.

208. Respecto a las instalaciones fijas, se debe verificar que no ha sufrido modificaciones estructurales no aprobadas; que no se aprecian daños a la integridad de los blindajes; que en los exteriores de la instalación y en sus accesos se mantienen símbolos de peligro radiológico y señales de advertencia; que funcionan correctamente los sistemas y dispositivos de bloqueo, de alarma u otros, que se cuenta con medidores de radiación estacionarios en buenas condiciones, etc.



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03  
Fecha: 13/02/98  
Página: 2/18**

209. Acerca de los procedimientos de trabajo, se debe verificar las condiciones de seguridad radiológica, tanto en las instalaciones fijas como en el trabajo con equipos móviles. También hay que verificar las condiciones de seguridad durante el transporte con las fuentes radiactivas. Sobre las emergencias se debe verificar la existencia de todas las condiciones necesarias para atender una situación accidental.

**2.4. SECCIÓN IV. MONITOREO**

210. Se deben realizar las mediciones y evaluaciones necesarias de las tasas de dosis de acuerdo a cada uno de los equipos que existen.

**2.5. SECCIÓN V. EVALUACIÓN DEL PERSONAL**

211. Aquí se debe realizar una evaluación tanto al oficial de protección radiológica como a los operadores a fin de verificar sus conocimientos sobre el manejo de los equipos y sobre los aspectos de seguridad radiológica específicos, bien como si están ocupando los cargos correspondientes y si conocen las funciones que le han sido asignadas. Se deben incluir los aspectos de emergencias.

**3. ACTA DE INSPECCIÓN**

301. De conformidad con lo establecido en la reglamentación vigente sobre seguridad radiológica, el día .....(fecha)..... se ha procedido a efectuar la inspección rutinaria a .....(institución)....., ubicada en .....(dirección)....., que utiliza como fuente(s) de radiaciones ionizantes .....(material radiactivo o rayos X)....., con fines de .....(práctica).....

De las comprobaciones efectuadas, así como de la información requerida y suministrada por el personal técnico de la instalación, se determina lo siguiente:

**a) CONCLUSIONES DE LAS VERIFICACIONES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**b) REQUERIMIENTOS**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Con la finalidad de dejar constancia de lo actuado, suscriben la presente acta:

\_\_\_\_\_  
Firma y nombre del receptor de la inspección

\_\_\_\_\_  
Firma y nombre del inspector

**4. REFERENCIAS**

- [1] Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Programación de Inspecciones y Auditorías. México, 1993.
- [2] Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Planeación y Ejecución de Auditorías e Inspecciones. México, 1993.
- [3] Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Evaluación de la Auditoría y Inspección. México, 1993.
- [4] Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Evaluación de la Respuesta al Dictamen de Auditoría y/o Inspección. México, 1993.
- [5] Comissão Nacional de Energia Nuclear. Relatórios de Inspeção e Controle em Instalações Abertas, Instalações Fechadas, Zonas Urbanas e Locais de Armazenamento. Rio de Janeiro, 1994.



ARCAL/OIEA

**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

Version 03

Fecha: 13/02/98

Página: 3/18

**ANEXO 1**

**PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL  
EN INSTALACIONES FIJAS**

Fecha de inspección: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nombre del Inspector(es):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre y cargo de la persona que atiende la inspección:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Sección I - DATOS GENERALES**

**1. Datos de la Organización Licenciada**

1.1. Razón social: \_\_\_\_\_

1.2. Dirección completa: \_\_\_\_\_

1.3. Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

1.4. Número de autorización: \_\_\_\_\_ Fecha de vencimiento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

1.5. Nombre y cargo del representante legal:

1.6. \_\_\_\_\_

1.7. \_\_\_\_\_

1.8. Nombre del Oficial de Protección Radiológica y su sustituto

\_\_\_\_\_

**2. Lugar de la inspección**

**2.1 Ubicación**

( ) industria ( ) oficina ( ) Otro. \_\_\_\_\_

Observaciones:

\_\_\_\_\_



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 4/18**

**Sistema de evaluación:** (N) No posee (S) Si posee (NA) No aplicable  
(A) Adecuado (NA) No adecuado (NV) No verificado

**Sección II - DOCUMENTACION**

1. Autorización por la Autoridad Reguladora ( )
2. Instrucciones de Seguridad Radiológica ( )
3. Registro de Dosimetría Personal ( ) Historial Dosimétrico ( )
4. Registro de Inventario y movimiento de las fuentes ( )
5. Registro de Investigación de Accidentes ( )
6. Registro de Mantenimiento de Equipos ( )
7. Registro de Entrenamiento del Personal ( )
8. Registro de Supervisión Médica ( )
9. Certificado de calibración de los monitores de tasa de dosis ( )
10. Certificado de calibración de dosímetros de lectura directa ( )
11. Documentación para el transporte ( )
12. Relación de los operadores con permisos individuales
  
13. Registro de las pruebas de fuga ( )
14. Registro de mediciones de tasas de dosis ( )

Observaciones:

---

---



ARCAL/OIEA

# PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Version 03

Fecha: 13/02/98

Página: 5/18

## Sección III - ASPECTOS DE SEGURIDAD RADIOLOGICA

### 1. Verificación de zonas designadas:

1.1. Zona controladas ( )

1.2. Zona supervisadas ( )

### 2. Verificación de la conformidad de las condiciones especiales de las operaciones de la fuente previamente aprobadas ( )

### 3. Dosímetros individuales suministrados al personal:

#### 3.1. Lectura indirecta:

Tipo: \_\_\_\_\_ Institución que realiza el servicio \_\_\_\_\_ Disponible ( )  
) Se utiliza correctamente ( ) local de guardia ( )

#### 3.2. Lectura directa:

Tipo: \_\_\_\_\_

Disponible ( ) Se utiliza correctamente ( )

### 4. Monitores de tasa de dosis

Tipo	Fabricant e/ Marca	Modelo	No. Serie	Rango de Medición	FN <sup>1</sup>	Institución que realiza la calibración	CO <sup>2</sup>	Posee señal acústica	R/E <sup>3</sup>

(1) Fecha de caducidad de la calibración y número de certificado

(2) Condiciones Operativas

(3) Rutinario/Emergencia



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**  
**Fecha: 13/02/98**  
**Página: 6/18**

**5. Almacenamiento**

5.1 Ubicación:

Sede                       Zona de trabajo                       Otro: \_\_\_\_\_

5.2 Tipo:

Bunker                       Pozo                       Otro: \_\_\_\_\_

5.3. Seguridad Física

5.4. Seguridad Radiológica (monitor fijo)

**6. Situaciones de emergencias**

6.1 Materiales y equipos para emergencias

- Blindajes                       Señales luminosas                       Herramientas
- Cordones                       Tenazas/pinzas largas                       Cronómetro
- Contenedor de rescate                       Manipuladores a distancia                       Postes para cordón
- Letreros con leyendas

6.2. Procedimiento específico:

**7. Transporte:**

7.5. Medio de transporte: \_\_\_\_\_ Tipo: \_\_\_\_\_

Señalamiento                       Alojamiento del bulto

**8. Fuentes de radiaciones ionizantes**

**GAMMAGRAFIA**

8.1. Fuente:

	Radioisótopo	Actividad (TBq)	Fecha Inicial	Fabricante	No. Serie	Certificado de la fuente	Fecha
1							
2							
3							
4							



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**  
**Fecha: 13/02/98**  
**Página: 7/18**

**8.2. Contenedor:**

	Fabricante / Marca	Modelo	NoSerie	VCO <sup>1</sup>	Fecha <sup>2</sup>	Rótulos	PF <sup>3</sup>	Chapa	Tapones
1									
2									
3									
4									

- (1) VCO - Verificación/Certificación de las condiciones operativas.  
 (2) Fecha de realización e institución que la hizo.  
 (3) PF - Prueba de fuego . Fecha de realización e institución que la hizo

Avaliación del contenedor numero: \_\_\_\_\_

- ( ) Pruebas de buen funcionamiento                      ( ) Señalización  
 ( ) Placa metálica con identificación                      ( ) Verificación de las conexiones  
 ( ) Verificación del sistema de seguridad                      ( ) Tapón delantero  
 ( ) Estado de la chapa del contenedor

**8.3. Cable de telemando**

- ( ) Verificación del cable                                      ( ) Verificación del estado de las mangueras  
 ( ) Verificación del estado de las conexiones                      ( ) Verificación del estado de conectores  
 ( ) Verificación del estado del anillo de fijación  
 ( ) Verificación del odómetro

**8.4 Tubo guía**

- ( ) Verificación del estado del tubo guía                      ( ) Verificación de la punta colimadora  
 ( ) Verificación del estado de las conexiones

**RADIOGRAFIA**

Fabricante / Marca	Modelo	N. Serie	kV ( max )	mA ( max )	Señalización	Pruebas de buen funcionamiento	Observaciones



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

Version 03  
Fecha: 13/02/98  
Página: 8/18

**9. Operadores**

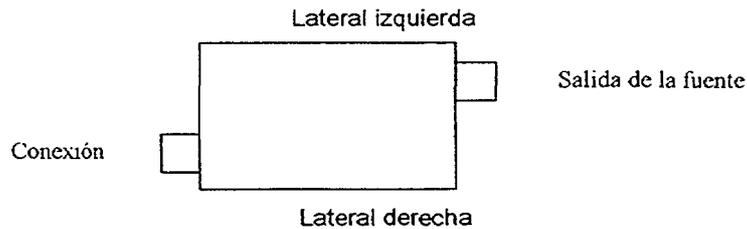
Nombre	Cargo	Dosímetro	Permisos numero	Fecha del examen médico	Curso anual y fecha	Observaciones

**Sección IV. MONITOREO**

**1. Monitoreo del contenedor**

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ N° de serie: \_\_\_\_\_  
Radioisótopo \_\_\_\_\_ Actividad actual: \_\_\_\_\_ TBq N. de serie: \_\_\_\_\_

Croquis del contenedor



Posición en el contenedor	Tasa de dosis en contacto ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Tasa de dosis a un metro ( $\mu\text{Sv/h}$ )
Conexión del telemando		
Lateral derecha		
Salida de la fuente		
Lateral izquierda		
Arriba		

Medidor de radiación utilizado por el inspector

Tipo	Fabricante/ Marca	Modelo	No.Serie	Calibración	Fecha



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**  
**Fecha: 13/02/98**  
**Página: 9/18**

**2. Monitoreo de área**

( ) En el local de la radiografía      ( ) en el vehículo      ( ) en el almacén

Croquis

Puntos	Distancia de la fuente ( m )	Tasa de dosis ( $\mu$ Sv/h )	Descripción del lugar		
Medidor de radiación ionizante utilizado					
Tipo	Fabricante/ Marca	Modelo	N. Serie	Calibración	Fecha

**Contenedor y fuente:**

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ N° de serie: \_\_\_\_\_  
Radioisótopo: \_\_\_\_\_ Actividad actual: \_\_\_\_\_ TBq N. de serie: \_\_\_\_\_

**Sección V. EVALUACION AL PERSONAL**

**1. Al Oficial de Protección Radiológica**

- 1.1. Posee suficiente autoridad para cumplir su función ( )
- 1.2. Entrenó a los operadores ( )
- 1.3. Solucionó las anomalías y/o deficiencias pendientes de la última inspección ( )
- 1.4. Aplica los procedimientos escritos ( )



ARCAL/OIEA

**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

Version 03

Fecha: 13/02/98

Página: 10/18

- 1.5 Aplica el Código de Prácticas de Protección Radiológica ( )
- 1.6 Mejora sus procedimientos ( )
- 1.7 Hace instrucciones prácticas para los operadores ( )
- 1.8 Realiza periódicamente simulacros de accidentes ( )
- 1.9 Realiza inspecciones periódicas en los trabajos de campo ( )

**2. Al equipo de operadores**

2.1. Con respecto a la dosimetría personal, el operador:

- (a) Utiliza el dosímetro de lectura directa adecuadamente ( )
- (b) Utiliza el dosímetro de lectura indirecta adecuadamente ( )
- (c) Utiliza el cerador de dosímetro de lectura directa adecuadamente ( )
- (d) Conoce sus dosis ( )

2.2. Con respecto al balizamiento de zonas, el operador:

- (a) Se coloca a una distancia segura en la barrera ( )
- (b) Demarca y señala la barrera adecuadamente ( )
- (c) Mantiene adecuado control de acceso ( )
- (d) Realiza el monitoreo en las áreas de trabajo ( )
- (e) Mantiene actualizado los controles realizados por áreas ( )
- (f) Registra correctamente los monitoreos ( )

2.3. Con respecto a los equipos de radiografía industrial, el operador:

- (a) Utiliza adecuadamente los medios individuales de protección ( )
- (b) Monitorea el contenedor antes de exponer la fuente ( )
- (c) Monitorea el contenedor después de exponer la fuente ( )

2.4. Con respecto a la protección radiológica, el operador:

- (a) Conoce los procedimientos de operación de los equipos emisores de radiación ( )
- (b) Conoce los procedimientos de seguridad física y radiológica para el transporte ( )
- (c) Conoce los procedimientos de emergencia ( )
- (d) Conoce los procedimientos para almacenamiento de materiales radiactivos ( )



ARCAL/OIEA

**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 11/18**

**ANEXO 2**

**PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL  
EN INSTALACIONES CON EQUIPOS MOVILES**

Fecha de inspección: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nombre del Inspector(es):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre y cargo de la persona que atiende la inspección:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Sección I - DATOS GENERALES**

**1. Datos de la Organización Licenciada**

1.1. Razón social: \_\_\_\_\_

1.2. Dirección completa: \_\_\_\_\_

1.3. Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

1.4. Número de autorización: \_\_\_\_\_ Fecha de vencimiento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

1.5. Nombre y cargo del representante legal:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

1.6. Nombre del Oficial de Protección Radiológica y su sustituto

\_\_\_\_\_

**2. Datos de la Institución Contratante del Servicio**

2.1. Razón social: \_\_\_\_\_

2.2. Dirección completa: \_\_\_\_\_

2.3. Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

2.4. Nombre y cargo del representante legal:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 13/18**

**Sección III - ASPECTOS DE SEGURIDAD RADIOLOGICA**

**1. Verificación de zonas designadas:**

- 1 1 Zona controladas ( )  
1 2 Zona supervisadas ( )

**2. Verificación de la conformidad de las condiciones especiales de las operaciones de la fuente previamente aprobadas ( )**

**3. Dosímetros individuales suministrados al personal:**

**3 1. Lectura indirecta:**

Tipo \_\_\_\_\_ Institución que realiza el servicio: \_\_\_\_\_ Disponible ( )  
) Se utiliza correctamente ( ) local de guardia ( )

**3.2 Lectura directa**

Tipo: \_\_\_\_\_

Disponible ( ) Se utiliza correctamente ( )

**4. Monitores de Tasa de Dosis**

Tipo	Fabricant e/ Marca	Modelo	No. Serie	Rango de Medición	FN <sup>1</sup>	Institución que realiza la calibración	CO <sup>2</sup>	Posee señal acústica	R/E <sup>3</sup>

(1) Fecha de caducidad de la calibración y número de certificado

(2) Condiciones Operativas

(3) Rutinario/Emergencia



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**  
**Fecha: 13/02/98**  
**Página: 14/18**

**5. Almacenamiento**

5.1. Ubicación:

Depósito       Plataforma o embarcación       Otros: \_\_\_\_\_

5.2. Tipo:

Bunker  Pozo       Otros \_\_\_\_\_

5.3. Seguridad Física     

**6. Materiales y equipos para emergencias**

- Blindajes                               Señales luminosas                       Herramientas
- Cordones                                   Tenazas/pinzas largas                   Cronómetro
- Contenedor de rescate                   Manipuladores a distancia               Postes para cordón
- Letreros con leyendas

**7. Transporte:**

Medio de transporte: \_\_\_\_\_ Tipo: \_\_\_\_\_

Señalización                               Alojamiento del bulto

**8. Fuentes de radiaciones ionizantes**

**GAMMAGRAFIA**

8.1. Fuente:

	Radioisótopo	Actividad (TBq)	Fecha Inicial	Fabricante	No. Serie	Certificado de la fuente	Fecha
1							
2							
3							
4							

8.2. Contenedor:

	Fabricante / Marca	Modelo	NoSerie	VCO <sup>1</sup>	Fecha <sup>2</sup>	Rótulos		Chapa	Tapones
1									
2									
3									
4									

(1) VCO - Verificación/Certificación de las condiciones operativas

(2) Fecha de realización e insititución que la hizo



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 15/18**

(3) PF - Prueba de fuego . Fecha de realización e institución que la hizo.  
Evaluación del Contenedor:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Pruebas de buen funcionamiento        | <input type="checkbox"/> Señalización                   |
| <input type="checkbox"/> Placa metálica con identificación     | <input type="checkbox"/> Verificación de las conexiones |
| <input type="checkbox"/> Verificación del sistema de seguridad | <input type="checkbox"/> Tapón delantero                |
| <input type="checkbox"/> Estado de la chapa del contenedor     |   |

**8.3 Cable de telemando**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Verificación del cable                         | <input type="checkbox"/> Verificación del estado de las mangueras |
| <input type="checkbox"/> Verificación del estado de las conexiones      | <input type="checkbox"/> Verificación del estado de conectores    |
| <input type="checkbox"/> Verificación del estado del anillo de fijación |   |
| <input type="checkbox"/> Verificación del odómetro                      |   |

**8.4 Tubo guía**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Verificación del estado del tubo guía     | <input type="checkbox"/> Verificación de la punta colimadora |
| <input type="checkbox"/> Verificación del estado de las conexiones |  |

**RADIOGRAFIA**

Fabricante / Marca	Modelo	N. Serie	kV ( max )	mA ( max )	Señalización	Pruebas de buen funcionamiento	Observaciones

**9. Operadores**

Nombre	Cargo	Dosímetro	Permisos Numero				



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

Version 03  
Fecha: 13/02/98  
Página: 16/18

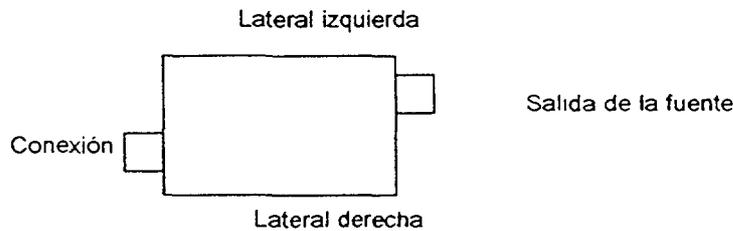
--	--	--	--	--	--	--

**Sección IV. MONITOREO**

**1. Monitoreo del contenedor**

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ N° de serie \_\_\_\_\_  
Radioisotopo: \_\_\_\_\_ Actividad actual \_\_\_\_\_ TBq N° de serie \_\_\_\_\_

Croquis del contenedor



Posición en el contenedor	Tasa de dosis en contacto ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Tasa de dosis a un metro ( $\mu\text{Sv/h}$ )
Conexión del telemando		
Lateral derecha		
Salida de la fuente		
Lateral izquierda		
Arriba		

**Medidor de radiación utilizado por el inspector**

Tipo	Fabricante/ Marca	Modelo	No. Serie	Calibración	Fecha



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**  
**Fecha: 13/02/98**  
**Página: 17/18**

**2. Monitoreo de área**

( ) En el local de la radiografía      ( ) en el vehículo      ( ) en el almacén

Croquis

Puntos	Distancia de la fuente ( m )	Tasa de dosis ( $\mu$ Sv/h )	Descripción del lugar		
Medidor de radiación ionizante utilizado					
Tipo	Fabricante/ Marca	Modelo	N. Serie	Calibración	Fecha

Contenedor y fuente

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ N° de serie: \_\_\_\_\_  
Radioisotopo: \_\_\_\_\_ Actividad actual. \_\_\_\_\_ TBq N° de serie: \_\_\_\_\_



**PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE  
INSPECCIONES EN LA PRACTICA DE  
RADIOGRAFIA INDUSTRIAL**

**Version 03**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 18/18**

**Sección V. EVALUACION DEL PERSONAL**

**1. Al equipo de operadores**

2.1. Con respecto a la dosimetría personal, el operador:

- (a) Utiliza el dosímetro de lectura directa adecuadamente ( )
- (b) Utiliza el dosímetro de lectura indirecta adecuadamente ( )
- (c) Utiliza el cargador de dosímetro de lectura directa adecuadamente ( )
- (d) Conoce sus dosis ( )

2.2. Con respecto al balizamiento de zonas, el operador:

- (a) Se coloca a una distancia segura en la barrera ( )
- (b) Demarca y señala la barrera adecuadamente ( )
- (c) Mantiene adecuado control de acceso ( )
- (d) Realiza el monitoreo en las áreas de trabajo ( )
- (e) Mantiene actualizado los controles realizados por áreas ( )
- (f) Registra correctamente los monitoreos ( )

2.3. Con respecto a los equipos de radiografía industrial, el operador:

- (a) Utiliza adecuadamente los medios individuales de protección ( )
- (b) Monitorea el contenedor antes de exponer la fuente ( )
- (c) Monitorea el contenedor después de exponer la fuente ( )

2.4. Con respecto a la protección radiológica, el operador:

- (a) Conoce los procedimientos de operación de los equipos emisores de radiación ( )
- (b) Conoce los procedimientos de seguridad física y radiológica para el transporte ( )
- (c) Conoce los procedimientos de emergencia ( )
- (d) Conoce los procedimientos para almacenamiento de materiales radiactivos ( )



ARCAL/OIEA

## LISTA DE PARTICIPANTES

Fecha: 13/02/98

Página: 1/1

### ARGENTINA

Kay, José  
Autoridad Regulatoria Nuclear  
End.: Av. del Libertador (1429) – Buenos Aires  
Tel: 54-1-704-1050  
FAX: 54-1-704-1171 / 704-1188  
e-mail: jkay@sede.arn.gov.ar

### BRASIL

Oliveira, Silvia Maria Velasques  
Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN  
End.: Rua Gen. Severiano, 90 - Rio de Janeiro - RJ - CEP 22 294-900  
Tel.: 55-21-546-2337  
FAX: 55-21-546-2494  
e-mail: silvia@cnen.gov.br

### BRASIL

Da Silva, Francisco Cesar Augusto  
Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD/CNEN  
End.: Av. Salvador Allende, s/n - Rio de Janeiro – RJ - CEP. 22 780-160  
Tel: 55-21-442-9754  
FAX: 55-21-442-2861  
e-mail: dasilva@ird.gov.br

### BRASIL

Menezes, Celso Ferreira  
Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN  
End.: Rua Gen. Severiano, 90 - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22.294-900  
Tel.: 55-21-546-2248  
FAX: 55-21-546-2494  
e-mail: cfmeneze@cnen.gov.br

### MÉXICO

Sandoval, Elvia Palma  
Comision Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardia - CNSNS  
End.: Dr. Barragan, 779 – Col. Narvarte, Deleg B. Juarez – 03020 – México D.F.  
Tel: 52-5-590-4181  
FAX: 52-5-590-1018  
e-mail: gsrl@servidor.unam.mx





## PROCEDIMIENTOS PARA EL GRUPO DE TRABAJO DE EXPERTOS

Version 1

Fecha: 13/02/98

Página: 1/2

### 1. Objetivo.

101. El objetivo de este procedimiento es establecer las responsabilidades de los Coordinadores de las actividades, los Coordinadores Nacionales del Proyecto y los expertos que participan en la elaboración de documentos del proyecto ARCAL XX "Directrices para el Control de Fuentes de Radiación", y reglamentar la participación de los expertos en las reuniones de grupos de trabajo encargados de la elaboración de Guías y Procedimientos [1].

### 2. Compete al Coordinador de la Actividad.

201. Preparar y hacer circular una versión preliminar de los documentos desarrollados con la contribución de los países participantes del Proyecto ARCAL XX.

202. Recibir e incorporar los comentarios y observaciones de los países participantes y remitir el borrador de los documentos a los Coordinadores Nacionales del Proyecto ARCAL XX de los países participantes de la actividad.

203. Remitir la versión definitiva de los documentos elaborados a todos los países participantes y al OIEA en la fecha aprobada en la última Reunión de Coordinadores Nacionales del Proyecto ARCAL XX.

### 3. Compete al Coordinador Nacional del Proyecto.

301. Nominar el experto que participará en las reuniones de Grupos de Trabajo y entregarle los borradores de los documentos elaborados por el país coordinador de la actividad.

302. Entregar el presente procedimiento a los expertos para que conozcan los aspectos que deben tener en consideración durante su participación Grupos de Trabajo.

303. Enviar la revisión realizada por el experto de su país al Coordinador de la Actividad.

### 4. Compete al Experto.

401. Presentar al Coordinador Nacional los documentos que se soliciten para la revisión de los expertos con dos meses de antelación a la fecha de la reunión del Grupo de Trabajo.

402. Verificar que el borrador es consistente con el estado del arte para la práctica y que contiene referencias actualizadas

403. Verificar la consistencia del borrador y que satisface el objetivo propuesto.

404. Verificar que sean observadas las recomendaciones de la Guía de Seguridad No 115 del OIEA y el Reglamento Genérico de Protección Radiológica de ARCAL XVII [2], [3].

405. Verificar que el borrador contiene todos los aspectos específicos de la práctica y que contiene todos los anexos citados en el texto.

406. Verificar si existe una relación adecuada entre lo que se solicita en la "Guía para Solicitar Autorización" para la práctica propuesta y lo que se presenta en el "Procedimiento para Otorgar Autorizaciones" para la práctica propuesta.

407. Verificar en el "Procedimiento para la Realización de Inspecciones" todos los aspectos que constan en la "Guía para la Elaboración del Código de Prácticas de Protección Radiológica" para la práctica propuesta.

408. Enviar una semana antes de la reunión, a través del Coordinador de Proyecto, sus consideraciones generales del documento al país coordinador de la actividad.

### 5. Preparación para la reunión de Expertos.

501. El coordinador de la actividad debe tener disponibles todos los documentos referenciados en el borrador.

502. El país coordinador de la actividad estará representado en la reunión con un experto y otra persona responsable de los aspectos organizativos.

503. El país coordinador deberá garantizar los materiales de trabajo necesarios para la reunión, que deben incluir la disponibilidad de al menos dos computadoras para agilizar el trabajo de los expertos.

### 6. Desarrollo de la Reunión.

601. El Coordinador de la actividad hará una presentación de los documentos a tratar incluido los objetivos a alcanzarse en la reunión.

602. Cada experto hará una presentación con sus observaciones generales sobre los documentos resaltando los aspectos positivos y los puntos débiles de cada documento



**PROCEDIMIENTOS PARA EL  
GRUPO DE TRABAJO DE EXPERTOS**

**Version 1**

**Fecha: 13/02/98**

**Página: 2/2**

603. La discusión de los temas se efectuará de acuerdo al orden en que aparecen los documentos en el borrador elaborado por el país coordinador de la actividad.

604. En la reunión del Grupo de Trabajo los expertos verificarán que en los documentos elaborados se satisfagan las recomendaciones de la Guía de Seguridad No. 115 [2].

605. El experto deberá propiciar que se tomen en consideración todos aquellos documentos relacionados con la práctica, que permitan asegurar que los requerimientos de seguridad sean los más exigentes para la práctica en cuestión [1].

606. La participación en la reunión parte del principio de que la persona seleccionada asiste como experto en esa práctica y no para defender los criterios del país al que pertenece [1].

607. Las observaciones propuestas se aprueban por consenso y con la dirección del coordinador de la actividad.

608. Al finalizar la reunión deberá tenerse lista la última versión de los documentos presentados en anterior versión por el país coordinador de la actividad.

609. La nueva versión de los documentos será llevada a su país por el experto, donde deberá mostrarla al Coordinador Nacional del Proyecto ARCAL XX y a todas aquellas personas que puedan dar criterios sobre la práctica, con el objetivo de que sean revisadas y de enviar las observaciones al país Coordinador con 15 días de antelación a la reunión de Coordinadores Nacionales del Programa ARCAL, donde se decidirá si son aprobadas.

610. El resto de los países participantes en el proyecto recibirá la última versión de los documentos y enviará las observaciones al país coordinador con igual plazo que el establecido en 608.

## **7. REFERENCIAS.**

[1] Informe Final de la Segunda Reunión de Coordinadores del Proyecto ARCAL XX. Goiânia, 1997

[2] Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación. Edición Seguridad No.115, OIEA, Viena (1997).

[3] International Atomic Energy Agency. Recommendations for the Safe Use and Regulation of Radiation Sources in Industry. Medicine, Research and Teaching Safety Series No. 102, IAEA, Vienna (1990)

**PROYECTO ARCAL XX**  
Plan de Actividades

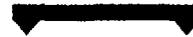
Actividad	Nombre	Duración	Inicio	Término	ber	May		January		September	
					13/01	12/05	08/09	05/01	04/05	31/08	28/12
1	<b>Guías y Procedimientos para la práctica de Radiografía Industrial</b>	412d	Mon 24/03/97	Tue 20/10/98							
1.1	El país coordinador (BRASIL) solicitará a todos los integrantes del Proyecto de las guías respectivas existentes	25d	Mon 24/03/97	Fri 25/04/97	100% 						
1.2	Elaboración del documento de trabajo por parte del país coordinador (BRASIL)	46d	Mon 28/04/97	Mon 30/06/97	100% 						
1.3	Envío de documentos de trabajo al grupo de expertos dos países participantes	23d	Tue 01/07/97	Thu 31/07/97	100% 						
1.4	Reunión de Expertos en Brasil para elaboración de los documentos técnicos	5d	Mon 04/08/97	Fri 08/08/97	100% 						
1.5	Distribución de los documentos elaborados a los 10 países participantes en ARCAL XX para su revisión	15d	Mon 11/08/97	Fri 29/08/97	100% 						
1.6	Recepción de opiniones y elaboración de la versión final, por parte del país coordinador (BRASIL)	22d	Mon 01/09/97	Tue 30/09/97	100% 						
1.7	Aprobación de los documentos técnicos en la Reunión de Coordinadores del Proyecto ARCAL XX	5d	Mon 27/10/97	Fri 31/10/97	100% 						

Project. ARCAL XX  
Date: Tue 03/03/98

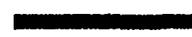
Task



Summary



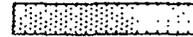
Rolled Up Progress



Progress



Rolled Up Task



Milestone



Rolled Up Milestone



**PROYECTO ARCAL XX**  
**Plan de Actividades**

Actividad	Nombre	Duración	Inicio	Término	ber	May		January		September	
					13/01	12/05	08/09	05/01	04/05	31/08	28/12
1.8	El país coordinador (BRASIL) preparará y circulará una nueva versión de los documentos	10d	Mon 03/11/97	Fri 14/11/97				100%			
1.9	Los países participantes en la ejecución del proyecto y el Organismo remitirán, al país coordinador (BRASIL) sus comentarios y observaciones	20d	Mon 17/11/97	Fri 12/12/97				100%			
1.10	El país coordinador (BRASIL) remitirá a los expertos de Argentina y México la propuesta revisada de los documentos	23d	Mon 15/12/97	Wed 14/01/98				100%			
1.11	Segunda Reunión de Expertos para elaboración de Guias y Procedimientos en Radiografía Industrial	5d	Mon 09/02/98	Fri 13/02/98				100%			
1.12	El país coordinador (BRASIL) remitirá la revisión definitiva de los documentos elaborados por los expertos a todos los países participantes y al Organismo	20d	Sat 14/02/98	Fri 13/03/98				65%			
1.13	Si sobre los documentos elaborados no se presentan observaciones o comentarios al Organismo antes del mes de abril, entonces éste lo remitirá a la XV Reunión de Coordinación Técnica para su consideración y aprobación	12d	Mon 16/03/98	Tue 31/03/98				0%			
1.14	Si presentán observaciones o comentarios, el país coordinador (BRASIL) presentará la propuesta definitiva de los documentos en la Tercera Reunión de Coordinadores del Proyecto	5d	Wed 14/10/98	Tue 20/10/98						0%	

Project: ARCAL XX Date: Tue 03/03/98	Task		Summary		Rolled Up Progress	
	Progress		Rolled Up Task			
	Milestone		Rolled Up Milestone			