

CNSN



**CENTRO
NACIONAL
DE SEGURIDAD
NUCLEAR**

**GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
LOS REGLAMENTOS DE SEGURIDAD
EN LA PRÁCTICA DE LA
RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL**

Resolución 12 /2004

POR CUANTO: En virtud de la Resolución 27/90 del Secretario Ejecutivo de la SEAN fue creado el Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN).

POR CUANTO: Por Resolución No 35/2002 de fecha 2 de abril, de la Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, quien resuelve fue designada Directora del CNSN.

POR CUANTO: En virtud de la Resolución Nro. 64 de 23 de mayo del 2000 de la Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente se facultó a quien resuelve para dictar disposiciones técnicas o de procedimiento en materia de seguridad radiológica.

POR CUANTO: Se hace necesario complementar las normas jurídicas relativas a la práctica de la Radiografía Industrial a los fines de lograr el mejor cumplimiento de lo dispuesto.

POR TANTO: En el ejercicio de las facultades que me están conferidas:

RESUELVO:

PRIMERO: Aprobar y poner en vigor, **con carácter obligatorio**, la “**GUÍA PARA IMPLEMENTACIÓN DE LOS REGLAMENTOS DE SEGURIDAD EN LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL**”, que se adjunta a la presente formando parte integrante de la misma.

SEGUNDO: Las entidades que soliciten autorizaciones para la ejecución de prácticas asociadas al empleo de radiaciones ionizantes y los titulares de autorizaciones en proceso de renovación a la entrada en vigor de la presente, presentarán la documentación con arreglo a esta Guía en correspondencia con los términos que para ello les conceda el Centro Nacional de Seguridad Nuclear.

TERCERO: La presente Resolución entrará en vigor sesenta días posteriores a la fecha de su firma.

Comuníquese a todas las entidades que realizan o pretendan realizar prácticas asociadas al empleo de radiaciones ionizantes en el territorio nacional y a cuantas personas naturales y jurídicas proceda.

Dada en el Centro Nacional de Seguridad Nuclear a los 17 días del mes de agosto del año 2004, en el “Año del 45 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

Ing. Luisa Aniuska Betancourt Hernández
Directora
CNSN

**“GUÍA PARA IMPLEMENTACIÓN DE LOS REGLAMENTOS DE SEGURIDAD
EN LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL”**

ÍNDICE

OBJETIVO Y ALCANCE	5
TERMINOS Y DEFINICIONES.....	6
PARTE I REQUISITOS GENERALES DE LA PRACTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL.....	6
SECCIÓN I REQUISITOS RELATIVOS A LA ORGANIZACIÓN.....	7
<i>Requisitos administrativos</i>	<i>7</i>
<i>Requisitos de protección radiológica.....</i>	<i>8</i>
<i>Requisitos de dirección y organización</i>	<i>9</i>
<i>Requisitos de dotación de personal. Responsabilidades del personal de la práctica de Radiografía Industrial.....</i>	<i>10</i>
SECCIÓN II REQUISITOS DE DISEÑO DE FUENTES, EQUIPOS E INSTALACIONES	13
<i>Seguridad de las fuentes de radiación</i>	<i>13</i>
<i>Requisito de diseño de las fuentes selladas.....</i>	<i>13</i>
<i>Requisitos generales de diseño de equipos de Radiografía Industrial con el empleo de fuentes de radiación gamma</i>	<i>13</i>
<i>Requisitos de diseño de equipos crawler</i>	<i>15</i>
<i>Requisitos de diseño de los equipos de rayos X de Radiografía Industrial.....</i>	<i>15</i>
<i>Requisitos de diseño de instalaciones destinadas a trabajos de Radiografía Industrial.....</i>	<i>16</i>
<i>Requisitos generales para el almacenamiento de fuentes y equipos</i>	<i>18</i>
SECCIÓN III REQUISITOS PARA LA OPERACIÓN DE EQUIPOS Y FUENTES.....	20
<i>Requisitos generales para la operación de equipos y fuentes en la práctica de Radiografía Industrial.....</i>	<i>20</i>
<i>Requisitos para la operación de los equipos de Radiografía Industrial con el empleo de fuentes gamma.....</i>	<i>23</i>
<i>Requisitos para la operación de los equipos crawler.....</i>	<i>24</i>
<i>Requisitos para la operación de los equipos de Radiografía con rayos X.....</i>	<i>25</i>
<i>Requisitos generales de operación de instalaciones fijas de Radiografía Industrial.....</i>	<i>25</i>
<i>Requisitos para la operación con equipos móviles de radiografía.....</i>	<i>26</i>
<i>Requisitos generales para las operaciones de transporte de fuentes de Radiografía Industrial.....</i>	<i>27</i>
SECCIÓN IV EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	28
<i>Dosimetría personal y estimación de la exposición ocupacional.....</i>	<i>29</i>
<i>Vigilancia radiológica de las zonas de trabajo</i>	<i>29</i>
<i>Monitores dosimétricos.....</i>	<i>30</i>
<i>Medios de protección radiológica</i>	<i>31</i>
SECCIÓN V EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO	31
<i>Gestión de las fuentes radiactivas en desuso.....</i>	<i>32</i>
SECCIÓN VI EXPOSICIÓN POTENCIAL	32
<i>Evaluación de seguridad.....</i>	<i>32</i>
<i>Garantía de calidad en Radiografía Industrial</i>	<i>33</i>

<i>Mantenimiento</i>	34
SECCIÓN VII EMERGENCIAS.....	35
PARTE II SOLICITUDES DE AUTORIZACIONES PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	36
SECCIÓN I AUTORIZACIONES REQUERIDAS PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	36
SECCIÓN II ESPECIFICACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR PARA LA OBTENCIÓN DE AUTORIZACIONES PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	36
<i>Licencia institucional</i>	37
<i>Permisos</i>	38
PARTE III CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.....	38
SECCIÓN I REQUISITOS DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	39
ANEXO I.I VERIFICACIONES RUTINARIAS DE LOS EQUIPOS DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	41
ANEXO II.I INFORME DE SEGURIDAD PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	43
ANEXO II.II MANUAL DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL.....	49
ANEXO III.I CONTENIDO MINIMO DEL CURSO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	56
.....	58

OBJETIVO Y ALCANCE

1. La presente Guía tiene por objeto precisar, con relación a su aplicación en la práctica de la Radiografía Industrial, lo preceptuado en:

- a) la Resolución Conjunta de CITMA-MINSAP, del 15 de diciembre del 2002, Reglamento: “Normas Básicas de Seguridad Radiológica”, en lo adelante Reglamento NBS;
- b) la Resolución Nro. 25/98 del CITMA Reglamento: “Autorización de Prácticas Asociadas al Empleo de las Radiaciones Ionizantes”, en lo adelante Resolución 25/98;
- c) la Resolución 121/2000 del CITMA Reglamento: “Para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos”, en lo adelante Resolución 121/2000; y en
- d) la Resolución Conjunta CITMA-MINSAP, Reglamento: “Selección, Capacitación y Autorización del Personal que realiza Prácticas Asociadas al Empleo de Radiaciones Ionizantes”.

2. A los fines de aplicación de la presente Guía se considera que la práctica de la Radiografía Industrial incluye las técnicas siguientes:

- a) la Radiografía Industrial con el empleo de fuentes de radiación gamma;
- b) la Radiografía con equipos crawler; y
- c) la Radiografía Industrial con rayos X.

3. A los fines de esta Guía, un equipo de Radiografía Industrial se compone esencialmente de las siguientes unidades:

- a) un conjunto de la fuente;
- b) un contenedor de exposición, blindado que dispone de una fuente radiactiva en su interior o un tubo generador de rayos X
- c) elementos auxiliares tales como: telemando o panel de control, tubos guía; tubo de control; cables de control.

Un caso particular lo constituyen los equipos de Radiografía Industrial denominados crawler, que se emplean para radiografiar soldaduras en tuberías. Estos equipos disponen de:

- a) un vehículo autopropulsado donde se encuentra acoplado un contenedor que alberga la fuente radiactiva sellada;
- b) un sistema que permite el desplazamiento del conjunto de la fuente tanto a la posición de exposición como a la de “blindada”; y
- c) un sistema de control remoto. El crawler es activado y controlado por el Operador a través de una fuente radiactiva sellada de baja actividad, que se encuentra alojada en el interior de un contenedor blindado y colimado.

4. Toda persona jurídica que se proponga utilizar fuentes de radiación para fines de Radiografía Industrial, garantizará el cumplimiento de lo establecido en el Reglamento NBS. Las particularidades de la aplicación de este Reglamento a la práctica de la Radiografía Industrial se precisan en la PARTE I de la presente Guía.

TERMINOS Y DEFINICIONES

5. Barrera primaria: Blindaje suficiente para atenuar el haz útil de radiación a un nivel requerido.
6. Barrera secundaria: Blindaje suficiente para atenuar la radiación secundaria que se dispersa del haz útil y de la radiación de fuga del equipo o fuente emisor de radiaciones.
7. Cable de control: Cable u otro mecanismo utilizado para sacar y retraer el conjunto de la fuente del contenedor de exposición mediante medios de control remoto. Este incluye los medios de conexión con el conjunto de la fuente
8. Conjunto de la fuente: fuente radiactiva sellada acoplada en el extremo de un cable flexible, también denominado como cable portafuentes.
9. Colimador: Pequeño blindaje a la radiación de plomo u otro metal pesado usado en radiografía. Se coloca al final del tubo guía o manguera; tiene una pequeña abertura a través de la cual escapa el cono de radiación cuando la fuente se encuentra dentro del mismo. El uso de colimadores reduce significativamente el área controlada para la cual se restringe el acceso durante los trabajos de Radiografía Industrial.
10. Equipo de Radiografía Industrial: Equipo que incluye al contenedor de exposición, conjunto de la fuente, telemando, tubo guía y donde sea aplicable un control remoto, un panel de control, un tubo generador de radiación, una envoltura de proyección, y accesorios diseñados para permitir que la radiación emitida sea usada con el propósito de Radiografía Industrial.
11. Haz útil: Radiación ionizante emitida directamente por una fuente de radiación.
12. Tubo guía. Tubo flexible o rígido para guiar el cable de control con el conjunto de la fuente desde el contenedor de exposición hasta el punto focal de exposición. El mismo dispone de las conexiones necesarias para fijarse al contenedor de exposición; además permite blindar protección física al cable de control y conjunto de la fuente.
13. Tubo de control: Tubo flexible o rígido, por donde se desplaza el cable de control que une el telemando al contenedor de exposición. El cable de control incluye las conexiones al telemando y el conjunto de la fuente del contenedor de exposición

PARTE I

REQUISITOS GENERALES DE LA PRACTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

SECCIÓN I REQUISITOS RELATIVOS A LA ORGANIZACIÓN

Requisitos administrativos

1.1.1. Toda persona jurídica que se proponga utilizar fuentes de radiación para fines de Radiografía Industrial, deberá notificar su intención a la Autoridad Reguladora, (entendiéndose esta como el Centro Nacional de Seguridad Nuclear y las otras autoridades designadas por el CITMA a propuesta del referido Centro) y remitir a la misma, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 25/98, la información necesaria para evaluar las condiciones de seguridad de la práctica. El alcance de la información a presentar a la Autoridad Reguladora se precisa en la PARTE II de la presente Guía.

1.1.2. El empleo de fuentes de radiaciones ionizantes con fines de Radiografía Industrial requiere del otorgamiento de Licencia Institucional a la entidad que realizará esta práctica, así como de Licencia Individual al personal que ocupa determinados cargos en la entidad (Operador, Asistente del Operador y Responsable de Protección Radiológica).

1.1.3. La Autoridad Reguladora otorgará Licencias Individuales al Operador, Asistente del Operador y Responsable de Protección Radiológica para que puedan desempeñarse en la práctica de Radiografía Industrial cuando los solicitantes de la autorización hayan acreditado el cumplimiento de los requisitos establecidos que se precisan en la PARTE II de la presente Guía.

1.1.4. Las Licencias Instituciones e Individuales son intransferibles y renovables, pudiendo la Autoridad Reguladora denegar la renovación cuando no queda demostrado el cumplimiento de las regulaciones así como suspender o revocar las mismas cuando no se satisfagan las normas de protección y seguridad radiológicas o cuando no se cumpla lo establecido en las regulaciones vigentes.

1.1.5. Las entidades que importan y exportan equipos y fuentes radiactivas para Radiografía Industrial deberán poseer Permiso de Importación y Exportación .

1.1.6 Las entidades que brinden servicios de reparación y mantenimiento de equipos de Radiografía Industrial, así como de calibración y comprobación de la hermeticidad de las fuentes selladas utilizadas en Radiografía Industrial, deberán poseer la correspondiente Licencia Institucional de Servicios Técnicos otorgada por la Autoridad Reguladora, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 25/98. El Titular de la Licencia Institucional de Radiografía Industrial sólo podrá concertar tales servicios con entidades autorizadas.

1.1.7. El Titular de la Licencia Institucional no podrá adquirir o transferir ninguna fuente de radiación sin la correspondiente autorización emitida por la Autoridad Reguladora.

Requisitos de protección radiológica

1.1.8. Previo a la obtención del Permiso de Importación de fuentes o equipos de Radiografía Industrial, el solicitante deberá demostrar a la Autoridad Reguladora que se dará un destino seguro a las fuentes cuando dejen de utilizarse. Se exigirá una relación contractual entre el importador y el proveedor, que permita la devolución de la fuente al país de origen.

1.1.9. Para la práctica de Radiografía Industrial, se aplicarán las restricciones de dosis efectiva siguientes:

- a) 10 mSv por año para trabajadores que cumplan una jornada laboral de ocho horas o la parte proporcional a este valor cuando la jornada sea menor;
- b) 0.5 mSv por año para miembros del público.

1.1.10. No será necesaria la realización de estudio formal de optimización en el caso de aquellas instalaciones para las que se demuestre que las dosis efectivas no superarán los 6 mSv por año para trabajadores que cumplan una jornada laboral de ocho horas y 0.3 mSv por año para los miembros del público.

1.1.11. A los fines de garantizar el cumplimiento de los límites de dosis establecidos en el Reglamento NBS y las restricciones de dosis establecidas en la presente Guía, los Titulares de Licencia Institucional mantendrán una evaluación sistemática de la dosis efectiva recibida por los trabajadores ocupacionalmente expuestos y en tal sentido cumplirán los requerimientos siguientes:

- a) investigarán los resultados mensuales de dosis efectivas superiores a 1,5 mSv y registrarán los resultados de tales investigaciones;
- b) comunicarán a la Autoridad Reguladora los resultados mensuales de las dosis superiores a 6 mSv, y remitirán a ésta un informe de las medidas tomadas;
- c) comunicarán a la Autoridad Reguladora los resultados de dosis acumulada que en cualquier etapa del año superen la restricción de dosis de 10 mSv establecida para la práctica y remitirán a esta Autoridad un informe de las medidas tomadas;
- d) comunicarán a la Autoridad Reguladora los resultados mensuales de dosis efectiva superiores 100 mSv, realizarán una investigación especial que incluya una confirmación de la dosis recibida por dosimetría citogenética y remitirán a esta Autoridad un informe de las medidas tomadas.

1.1.12. El Titular de la Licencia Institucional al informar a la Autoridad Reguladora las situaciones relacionadas anteriormente, incluirá, además de su causa, la determinación o verificación de cualquier dosis recibida o comprometida y las medidas para prevenir que un evento similar se vuelva a producir.

Requisitos de dirección y organización

1.1.13. La práctica de Radiografía Industrial contará con un Responsable de Protección Radiológica, responsabilizado con los aspectos técnicos y administrativos necesarios para el correcto desempeño de la práctica.

1.1.14. El Titular de la Licencia Institucional podrá delegar funciones al personal administrativo, a él subordinado, con responsabilidad sobre las fuentes, sin perjuicio de la responsabilidad que ostenta con relación al cumplimiento de todos los requisitos establecidos en las regulaciones vigentes en el país.

1.1.15. Los procedimientos de transferencia de responsabilidad a los efectos de reparación y mantenimiento requerirán:

- a) que la transferencia de responsabilidad entre el Titular de la Licencia Institucional y la entidad autorizada para la reparación y mantenimiento, se realice por escrito;
- b) consignar por escrito el alcance de las actuaciones del Titular en caso de que el mismo sea requerido para desempeñar cualquier labor de apoyo.

1.1.16. El Titular de la Licencia Institucional deberá establecer e implementar un Programa de Seguridad Radiológica que garantice un adecuado nivel de protección a los trabajadores y el público; este Programa de Seguridad Radiológica deberá estructurarse sobre las bases siguientes:

- a) la implantación de una Cultura de Seguridad;
- b) el establecimiento de un Programa de Garantía de la Calidad que incluya todas las etapas de la práctica y que prevea la realización de auditorías internas para valorar su correcto desarrollo.

1.1.17 En aquellas entidades que incluyan varias técnicas de Radiografía Industrial con varios equipos, resulta conveniente evaluar la creación de un Comité de Protección Radiológica en el que participe una representación de la dirección de la entidad, un Operador de Radiografía por cada una de las técnicas, el Asistente del Operador y el Responsable de Protección Radiológica. Este Comité tendrá como finalidad asesorar al director y tendrá entre otras las responsabilidades siguientes:

- a) revisar sistemáticamente el Programa de Protección Radiológica para garantizar que las fuentes, equipos y prácticas autorizados se usen de forma segura y en correspondencia con las regulaciones vigentes y las condiciones de las autorizaciones otorgadas, recomendando las acciones correctivas para eliminar las deficiencias identificadas;
- b) recomendar las medidas para garantizar el uso seguro de las fuentes radiactivas o equipos generadores de radiación autorizados;
- c) recomendar un programa para asegurar que todos los trabajadores ocupacionalmente expuestos y las demás personas que por sus funciones tengan acceso al área controlada estén adecuadamente instruidos en relación con los riesgos y las medidas a tomar en caso de emergencias.

Requisitos de dotación de personal. Responsabilidades del personal de la práctica de Radiografía Industrial

1.1.18. El Titular de la Licencia Institucional deberá contar con personal suficiente para que la práctica de Radiografía Industrial pueda realizarse con el nivel adecuado de protección radiológica. La dotación de personal y su entrenamiento deberá estar en correspondencia con las técnicas de Radiografía empleadas, la carga de trabajo y el equipamiento utilizado, condiciones éstas que deberán ser reevaluadas cada vez que se produzca un cambio en cualquiera de estos aspectos.

1.1.19. La dotación de personal mínimo necesaria para la práctica de Radiografía Industrial en función de los parámetros citados es la siguiente:

- a) Operador: uno por cada equipo de Radiografía Industrial en operación.
- b) Asistente del Operador: uno por cada equipo de Radiografía Industrial en operación.
- c) Responsable de Protección Radiológica: uno por cada Titular que pretenda utilizar fuentes o equipos generadores de radiación para propósitos de Radiografía Industrial.

1.1.20. Todo el personal referido en el punto precedente, deberá contar con la respectiva Licencia Individual para trabajar en esta práctica.

1.1.21. El personal que realiza la práctica de Radiografía Industrial deberá poseer los requerimientos mínimos siguientes:

- a) Del Operador:
 - edad mínima: 18 años;
 - formación básica: enseñanza media concluida;
 - formación especializada: curso teórico-práctico sobre protección radiológica en Radiografía Industrial de una duración no menor de 55 horas;
 - experiencia en la práctica no menor de 6 meses, con un tiempo mínimo de 400 horas en el manejo de equipos de Radiografía Industrial;
 - aprobar un examen teórico práctico;
 - resultar apto en un examen de aptitud psíquico-física para trabajar con radiaciones ionizantes.
- b) Del Asistente del Operador.
 - edad mínima: 18 años;
 - formación básica: estudios secundarios completos;
 - formación especializada: curso teórico-práctico sobre protección radiológica en Radiografía Industrial de una duración no menor de 55 horas;
 - experiencia de trabajos con radiaciones ionizantes directamente relacionados con la práctica de Radiografía Industrial.
 - resultar apto en un examen de aptitud psíquico-física para trabajar con radiaciones ionizantes
- c) Del Responsable de Protección Radiológica.
 - formación básica: profesional en ciencias o ingeniería, y en caso excepcionales técnico medio en áreas afines;

- formación especializada: curso de capacitación en protección radiológica con mínimo de 80 horas lectivas;
- experiencia de trabajos con radiaciones ionizantes;
- resultar apto en un examen de aptitud psíquico-física para trabajar con radiaciones ionizantes.

1.1.22. Entre las responsabilidades del Titular de Licencia estarán las siguientes:

- a) garantizar que la exposición de los miembros del público y trabajadores ocupacionalmente expuesto no exceda los límites y restricciones de dosis establecidos en el punto 1.1.9. de la presente Guía.
- b) garantizar que las fuentes de radiaciones ionizantes se encuentren en lugares de trabajo o almacenamiento seguros con controles de acceso que impidan su utilización por personas no autorizadas y en particular cuando se realicen trabajos que implique el almacenamiento del equipo o la fuente fuera de la entidad.

1.1.23. El Responsable de Protección Radiológica tiene, entre otras, las responsabilidades relativas a la seguridad radiológica siguientes:

- a) asesorar al Titular de la autorización en la toma de decisiones relativas a la seguridad en el desempeño de la práctica objeto de autorización;
- b) asegurar que solamente los Operadores autorizados ejecuten trabajos de radiografía;
- b) hacer cumplir los requisitos de seguridad establecidos en las regulaciones, requisitos y condiciones de vigencia de las autorizaciones;
- c) asegurar que solamente Operadores entrenados ejecuten operaciones de recuperación de fuentes;
- d) aplicar las restricciones de dosis;
- e) identificar en las instalaciones de Radiografía Industrial las zonas controladas y supervisadas e implantar el control de acceso a las mismas;
- f) comunicar de inmediato al Titular de la autorización cualquier hecho, que a su juicio, pueda implicar un aumento del riesgo de exposición, tanto para el personal ocupacionalmente expuesto, como para la población en general;
- g) verificar que se efectúe el mantenimiento de todos los equipos involucrados en la práctica;
- h) verificar, coordinar e impartir, según corresponda, el entrenamiento inicial y continuado del personal;
- i) asegurar que se cumplan los requerimientos para la gestión de las fuentes selladas en desuso;
- j) llevar a cabo la vigilancia radiológica de la instalación y del personal ocupacionalmente expuesto. Controlar las operaciones de mayor riesgo y velar por el cumplimiento de los procedimientos de seguridad radiológica aplicables a la práctica de Radiografía Industrial;
- k) verificar que se llevan a cabo las pruebas de hermeticidad de las fuentes y otras pruebas del Programa de Garantía de Calidad;
- l) identificar las condiciones bajo las cuales pudieran ocurrir exposiciones potenciales;
- m) conducir la investigación e implementación de acciones correctivas, resultantes de exposiciones accidentales u ocupacionales;

- n) tomar medidas para prevenir sucesos radiológicos;
- o) mantener actualizados todos los registros y procedimientos relativos a la práctica;
- t) organizar y realizar ejercicios y simulacros del plan de emergencias radiológicas dentro de los períodos requeridos por la Autoridad Reguladora.
- u) garantizar que el personal que trabaje en la instalación de Radiografía Industrial, pero que no haga uso de fuentes de radiaciones ionizantes sea informado en materia de protección radiológica antes de comenzar a desempeñar sus funciones y con posterioridad, al menos una vez al año. Además cada vez que ocurran cambios significativos en las responsabilidades, regulaciones o en los términos de la Autorización, se informará al personal.

1.1.24. El Operador de Radiografía es responsable como mínimo de:

- a) tener el entrenamiento y calificaciones necesarios para realizar las tareas requeridas;
- b) asegurar que los procedimientos apropiados sean seguidos sin excepción;
- c) poseer un conocimiento cabal del equipo de Radiografía Industrial y de los sistemas necesarios para ejecutar las tareas requeridas;
- d) utilizar dosímetros personales reglamentarios siempre que trabaje con el equipo de Radiografía Industrial;
- e) realizar el monitoreo zonal para acotar la zona controlada de forma tal que en el extremo exterior del área, la tasa de dosis no rebase el valor indicado en el punto 1.4.3 y garantizar que los miembros del público no reciban una dosis superior a las establecida en el punto 1.1.9, inciso b) de la presente Guía;
- f) asegurar que todo equipo esté siendo utilizado tanto a las exigencias del fabricante como de la Autoridad Reguladora;
- g) tener el entrenamiento adecuado para atención de cualquier suceso;
- h) reportar condiciones o prácticas inseguras al Responsable de Protección Radiológica y a la Autoridad Reguladora;
- i) cumplir las condiciones de custodia y operación de los equipos y fuentes;
- j) detener en cualquier momento el trabajo de radiografía, si estima que se han reducido las condiciones de seguridad;
- k) no ejecutar tareas que estén mas allá de su conocimiento y capacitación;
- l) realizar las operaciones radiográficas de manera segura y de acuerdo con todos los procedimientos operacionales y requisitos reglamentarios;
- m) controlar que el Asistente del Operador que trabaja bajo su supervisión realice el trabajo de forma segura.
- n) cumplir con los procedimientos establecidos en el Programa de Garantía de la Calidad;
- o) velar por el cumplimiento del programa de mantenimiento de los equipos;
- p) realizar los controles previos diarios a los equipos antes de su uso y registrar sus resultados;
- q) llevar el registro de las incidencias operacionales de los equipos;
- r) registrar las acciones de mantenimiento que se realicen en cada equipo;
- s) aceptar los equipos para su uso luego de ser reparados;
- t) comunicar por escrito al Responsable de Protección Radiológica las acciones realizadas sobre los equipos de Radiografía Industrial que sean importantes para la seguridad.

1.1.25. El Asistente del Operador es responsable como mínimo de:

- a) poseer conocimientos de los efectos y riesgos asociados a Radiografía Industrial;
- b) tener el entrenamiento y calificaciones necesarios para realizar las tareas requeridas;
- c) poseer un conocimiento cabal del equipo de Radiografía Industrial y de los procedimientos establecidos para ejecutar las tareas requeridas;
- d) utilizar dosímetro personal reglamentario cuando trabaje con el equipo de Radiografía Industrial;
- e) reportar las condiciones o prácticas inseguras al Responsable de Protección Radiológica y a la Autoridad Reguladora;
- f) no ejecutar tareas que estén mas allá de su conocimiento y capacitación; y
- g) llevar a cabo el control de acceso a las zonas controladas y supervisadas e implantar el control de acceso a las mismas.

SECCIÓN II

REQUISITOS DE DISEÑO DE FUENTES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Seguridad de las fuentes de radiación

1.2.1. Las fuentes de radiación y los equipos de Radiografía Industrial, sólo podrán comprarse a proveedores de reconocido prestigio en esta esfera. A tales efectos la entidad que utilizará dichas fuentes y equipos deberá contar con procedimientos para la compra, garantizando la existencia de la documentación acompañante en idioma español, e incluyendo en las condiciones el período de garantía y el suministro de respuesto.

Requisito de diseño de las fuentes selladas

1.2.2. Las fuentes selladas para uso en Radiografía Industrial deberán satisfacer los requerimientos de la normativa nacional e internacional aplicable y en particular la certificación expedida por el fabricante deberá satisfacer la Norma ISO 2919. La certificación del fabricante deberá ser realizada dentro de los últimos seis meses, antes de la entrega de las fuentes al usuario; las pruebas de hermeticidad que a tales efectos se realicen a las fuentes selladas así como los métodos y criterios de aceptación que se utilicen deberán satisfacer la Norma ISO 9978.

Requisitos generales de diseño de equipos de Radiografía Industrial con el empleo de fuentes de radiación gamma

1.2.3. El diseño de los equipos utilizados en Radiografía Industrial, incluyendo cada contenedor de exposición radiográfica, conjunto de la fuente, fuente sellada y todos los equipos auxiliares deberá ajustarse a los requisitos establecidos en las normativas nacionales

aplicables así como en la Norma ISO 3999. La aplicación de normativas nacionales de otros países requerirá de la demostración que satisface la ISO 3999.

1.2.4. El contenedor de exposición no albergará fuentes de distinta naturaleza, ni actividad superior, para el que ha sido diseñado.

1.2.5. El contenedor de exposición deberá poseer de manera permanente, legible y claramente visible lo siguiente:

- a) el Símbolo Fundamental de Radiación Ionizante establecido en la Norma ISO 361 y la palabra “RADIOACTIVO” en letras no menor a 10 mm de altura,
- b) el símbolo químico y el índice de masa del radioisótopo;
- c) la actividad máxima de la fuente permitida en el contenedor, expresada en bequerelios y curies; el valor de curies expresados ente paréntesis;
- d) modelo y número de serie del contenedor;
- e) el nombre del fabricante, el tipo de equipamiento y número de serie del contenedor de exposición;
- f) la clase del contenedor de exposición;
- g) la categoría del contenedor de exposición;
- h) el total de la masa del contenedor de exposición;
- i) la masa de uranio, si es aplicable, o la frase “Contiene uranio empobrecido”;
- j) nombre, teléfono y dirección del Titular de la Licencia Institucional de Operación.

1.2.6. La introducción en el país de cada nuevo modelo y clase de equipo debe seguir el proceso establecido por la Resolución 25/98, durante el cual la entidad que lo importa deberá demostrar el cumplimiento de las norma señaladas anteriormente antes de proceder a la compra del equipo.

1.2.7 Deberá ser autorizada por la Autoridad Reguladora cualquier modificación del contenedor de exposición y equipos asociados, cuando esté descrita por el proveedor y no comprometa las características de seguridad del equipo, para lo cual el Titular deberá seguir el proceso establecido por la Resolución 25/98.

1.2.8. Los equipos en los que la fuente sale de su blindaje, deberán cumplir con los requerimientos mínimos siguientes:

- a) el acoplamiento entre el conjunto de la fuente y el cable de control del telemando deberá estar diseñado de tal manera que el conjunto de la fuente no pueda ser desconectado al moverse por el tubo guía;
- b) deberán contar con un dispositivo que permita automáticamente proteger y trabar la fuente en la posición “blindada” al ser movida de vuelta a la posición completamente blindada. Tal sistema de seguridad sólo puede ser liberado mediante una operación voluntaria en el contenedor de exposición;
- c) todos los dispositivos por cuyo interior se desplaza el conjunto de la fuente radiactiva para la exposición deberán poseer coberturas protectoras o tapas de seguridad instaladas durante el almacenamiento o transporte para prevenir la entrada de suciedad u otros materiales extraños;

- d) los tubos guía deberán ser usados cada vez que se desplace el conjunto de la fuente hacia afuera del contenedor de exposición y. estar sellados en el extremo para evitar la salida de la fuente;
- e) los contenedores de transferencia del conjunto de la fuente deberán poseer un sistema para asegurar que la fuente no salga accidentalmente del contenedor cuando se conecte o se desconecte;
- f) la tasa de dosis equivalente ambiental en la superficie exterior del contenedor de exposición y del contenedor de transferencia no deberá exceder de 2 mSv/h, y a un 1 metro de la superficie de éstos, en correspondencia con la clasificación del contenedor de exposición, cumplir con lo establecido en la Norma ISO 3999.
- g) los equipos de Radiografía Industrial no pueden ser utilizados en condiciones o ambientes para los que no fueron diseñados;
- h) blindajes adicionales tales como colimadores y accesorios son utilizados cuando es posible y compatible con la técnica radiográfica;
- i) las distintas partes cambiables o fijas de los contenedores y del equipo de deberán ser compatibles y solamente utilizadas en las condiciones para las cuales fueron diseñadas.

1.2.9 Los contenedores de exposición de los equipos portátiles de Radiografía Industrial, considerando las fuentes radiactivas y la actividad de las mismas, deben cumplir los requisitos para el transporte de un bulto Tipo B(U) especificados en la Resolución 121/2000, así como disponer del correspondiente certificado.

1.2.10 Se deberá disponer del certificado de aprobación del prototipo del equipo. emitido por la autoridad competente en el país de origen del mismo, así como de un certificado de control de calidad en correspondencia con el equipo, emitido por el fabricante.

Requisitos de diseño de equipos crawler

1.2.11. Los contenedores de exposición de los equipos crawler de Radiografía Industrial, deben cumplir los requisitos para el transporte de un bulto Tipo B(U) especificados en la Resolución 121/2000, así como disponer del correspondiente certificado.

1.2.12. El diseño de los equipos crawler de Radiografía Industrial, incluyendo el contenedor de exposición, el sistema que permite el desplazamiento del conjunto de la fuente tanto a la posición de operación como a la de almacenamiento y el sistema de control deberán cumplir con los requerimientos establecidos en la normativa nacional así como en la Norma ISO 3999.

Requisitos de diseño de los equipos de rayos X de Radiografía Industrial

1.2.13. Los equipos de rayos X empleados en Radiografía Industrial deben cumplir como mínimo con los requisitos siguientes:

- a) el equipo debe estar diseñado de tal forma que no puedan realizarse exposiciones en forma imprevista;
- b) poseer dispositivos de control del haz de radiación;

- c) disponer de un sistema confiable de control de los tiempos de exposición;
- d) no deben ser utilizados en condiciones o ambientes para los cuales no fueron diseñados;
- e) contar con un dispositivo lumínico o sonoro que indique cuando se está generando radiación;
- f) garantizar que la distancia mínima entre el tubo generador de rayos X y el panel de control sea la recomendada por el fabricante.
- g) los requerimientos de seguridad eléctrica satisfagan los requisitos establecidos en norma de la Comisión Electrónica Internacional IEC 204 o sus equivalentes nacional.
- h) el tubo generador de rayos X y el panel de control poseer de manera clara y permanente el Símbolo Fundamental de Radiación Ionizante establecido en la Norma ISO 361.

1.2.14. El panel de control deberá cumplir con los requerimientos mínimos siguientes:

- a) contar con un sistema de enclavamiento por llave que evite el uso no autorizado del equipo y que la llave pueda ser removida cuando el equipo en posición de “apagado” o “standby”;
- b) estén bien identificadas la posición del sistema de la llave;
- c) contar con un dispositivo lumínico que indique cuando el equipo esta listo para generar radiación (color amarillo) y otro independiente que indique cuando se está generando radiación (color rojo)
- d) poseer dispositivos que permitan al Operador interrumpir la exposición en caso de emergencia; y
- e) poseer un controlador del tiempo de la exposición radiográfica.

Requisitos de diseño de instalaciones destinadas a trabajos de Radiografía Industrial

1.2.15. El diseño constructivo de las instalaciones destinadas a trabajos de Radiografía Industrial (en lo adelante instalaciones fijas de Radiografía Industrial) y los locales de almacenamiento de fuentes para uso en radiografía, deberá garantizar que las dosis que reciban los trabajadores y los miembros del público, sean tan bajas como sea razonablemente posible obtener y que en ningún caso se superen las restricciones de dosis establecidas en el punto 1.1.9. de la presente Guía.

1.2.16. El cálculo de los blindajes de instalaciones fijas de Radiografía Industrial deberá ser optimizado teniendo en cuenta las áreas circundantes y las características de la instalación. Se deberán especificar las condiciones de carga de trabajo, los factores de ocupación y uso de los locales adyacentes empleados, la dirección del haz directo de los equipos de Radiografía para el cálculo de la barrera primaria, la radiación dispersa y de fuga para el cálculo de la barrera secundaria (con especial atención a las instalaciones sin techo en las cuales deberá considerarse el fenómeno “sky shine”), accesos, puertas, disposición del blindaje y otras características de diseño que puedan suponer fugas de radiación. Cualquier modificación a dichas condiciones será considerada un cambio de diseño y requerirá de la aprobación de la Autoridad Reguladora.

1.2.17. En el caso de que la zona exterior al recinto blindado sea una zona de libre acceso, fuera del emplazamiento del Titular, la tasa de dosis equivalente en la superficie exterior al recinto en ningún caso no superará la restricción de dosis para miembros del público establecida en el punto 1.1.9. de la presente Guía.

1.2.18. Después de la construcción de un recinto para Radiografía Industrial, se deberán hacer mediciones del nivel de radiación en las zonas adyacentes, en las condiciones de máximos niveles de radiación, con el objetivo de verificar los parámetros de diseño y comprobar que la seguridad de las personas en estas zonas cumple con las condiciones para las cuales fue diseñada.

1.2.19. No se utilizará en un recinto para Radiografía Industrial más de un equipo de radiografía, a menos que existan controles de ingeniería que aseguren que nunca podrán operarse ambos al mismo tiempo.

1.2.20. El diseño constructivo de una instalación fija de Radiografía Industrial deberá garantizar como mínimo los aspectos siguientes:

- a) poseer en los accesos barreras de protección y dispositivos de seguridad para evitar que se pueda efectuar una exposición mientras haya personas dentro del recinto y que accedan personas al mismo durante la operación del equipo de Radiografía Industrial;
- b) los accesos estén adecuadamente señalizados, tanto con señales convencionales como mediante señales luminosas que indiquen las situaciones de “equipo irradiando”, y “equipo sin irradiar”. Se deberá constar al menos con una alarma externa sonora que se active durante todo el tiempo de la operación del equipo o cuando la fuente se encuentra expuesta. Las señales luminosas serán activadas durante la operación del equipo de Radiografía Industrial y accionadas por un detector de radiación fijo ubicado en el interior del recinto. Se recomienda adoptar la convención de: luz roja para “equipo irradiando” y luz verde para “equipo sin irradiar”;
- c) poseer enclavamientos que interrumpan la irradiación del equipo en el caso de acceso no autorizado al recinto;
- d) el sistema de enclavamiento y la luz de advertencia deberán ser independientes, de manera que el fallo de uno no implique el del otro; y
- e) al menos una puerta podrá ser abierta desde el interior del recinto blindado.

1.2.21. Se deberá disponer de medios de prevención y extinción de incendios para mantener la integridad de la fuente en caso de incendio.

1.2.22. El panel de control deberá ubicarse fuera del recinto blindado donde se realiza la irradiación garantizando que en todo momento el Operador tenga visión adecuada del acceso a la zona controlada. El resto de los accesos al recinto no visibles desde la posición del Operador no podrán ser abiertos desde el exterior.

Requisitos generales para el almacenamiento de fuentes y equipos

1.2.23. Las fuentes, equipos y accesorios de Radiografía Industrial se deberán guardar en el depósito autorizado mientras no están en uso; cuando alguno de los equipos y fuentes deban permanecer en obra se debe implementar un depósito transitorio que ofrezca, un nivel de seguridad no menor que el establecido en la presente Guía en el punto 1.3.17. Las llaves de los equipos se mantendrán separadas de los mismos mientras no están en uso, permaneciendo bajo control estricto del Operador a cargo del equipo de Radiografía Industrial u otra persona que el Titular responsabilice.

1.2.24. Los depósitos de almacenamiento de fuentes, equipos y accesorios de Radiografía Industrial serán de uso exclusivo y deberán tener blindajes eficaces que protejan al personal de la instalación y al público; contar con sistemas de seguridad física, cerradura en la reja y puerta de acceso al local, control de acceso, señalización clara y permanente en la parte exterior de las puertas y paredes con el Símbolo Fundamental de Radiación Ionizante y carteles de aviso con la palabras “Peligro Material Radiactivo” que sean visibles a una distancia no menor a 3 metros; disponer en su interior de un esquema con la distribución actualizada de las fuentes en los nichos o pozos de almacenamiento y número suficiente de nichos que permita el almacenamiento de las fuentes. Los nichos de almacenamiento deberán disponer de tapas blindadas con cerraduras o candados y construirse de manera tal que el personal no se exponga a otras fuentes al depositar o extraer los contenedores con las fuentes del almacén autorizado.

1.2.25. La tapa de cada nicho o pozo se mantendrá en buen estado con un rótulo donde se indiquen las características de la(s) fuente(s) almacenadas (radionúclido, actividad).

1.2.26. Los vehículos de transporte no se utilizarán como depósitos de almacenamiento temporal de los equipos y fuentes de Radiografía Industrial, pudiendo permanecer en el interior de los mismos únicamente durante corto intervalos de tiempo y siempre en tránsito.

1.2.27. El cálculo de blindaje de los depósitos de almacenamiento de fuentes, equipos y accesorios de Radiografía Industrial deberá ser optimizado teniendo en cuenta el factor de uso y factor de ocupación de los locales o áreas colindantes empleados; la radiación de fuga producida por los contenedores de exposición de los equipos de Radiografía para la actividad máxima de la fuente radiactiva prevista por diseño del fabricante, garantizando además que las dosis que reciban los trabajadores y los miembros del público sean tan bajas como razonablemente posible y que en ningún caso superen las restricciones de dosis establecidas en la presente Guía en el punto 1.1.9. Cualquier modificación a dichas condiciones será considerada un cambio de diseño y requerirá de la aprobación de la Autoridad Reguladora.

1.2.28. Los depósitos de almacenamiento de fuentes, equipos y accesorios de Radiografía Industrial deberán ubicarse en lugares con bajo riesgo de incendio e inundación; baja circulación de personal y siempre que sea posible dentro de los límites del emplazamiento del Titular que no colinde con otras entidades que desarrollen actividades con riesgo de incendio o exposición, preferentemente se situarán en sótanos y sus alrededores se mantendrán limpios de hierbas, escombros, con iluminación, etc. Las llaves de acceso a este local deberán estar duplicadas y bajo custodia de la(s) persona(s) designada(s) por el Titular.

1.2.29. Toda fuente o equipo que se encuentre o no en uso, aquella fuente que haya sido declarada como “fuente radiactiva en desuso” en tanto no se gestione como tal o se autorice otro destino, deberán ser almacenados en el depósito autorizado dentro de los nichos en contenedores adecuados, debidamente señalizados y con placa de identificación colocada en la parte externa. La transferencia de cualquier fuente o equipo se efectuará utilizando contenedores y accesorios diseñados específicamente para este propósito y deberá ser compatible con el tipo de equipo de Radiografía Industrial.

1.2.30. No se deberán realizar, ni tan siquiera ocasionalmente, operaciones en el depósito de almacenamiento de fuentes y equipos de Radiografía Industrial que puedan conllevar riesgo de exposición.

1.2.31. La utilización del depósito de almacenamiento de fuentes y equipos de Radiografía Industrial deberá ser dirigida por el Responsable de Protección Radiológica o, en ausencia de éste, por el personal de la entidad que lo sustituya en sus funciones y el acceso a este local será permitido al Operador y Asistente del Operador durante la recepción y entrega de los equipos y fuentes de Radiografía Industrial.

1.2.32. En los nichos o pozos podrán almacenarse más de un contenedor de exposición o contenedor auxiliar con fuentes radiactivas no deshermetizadas en el caso que no se superen las restricciones de dosis establecidas en la presente Guía. Las fuentes deshermetizadas solo se almacenarán en contenedores de uso exclusivo a estos fines, los cuales se colocarán en nichos destinados únicamente para ello, en cuya tapa se escribirá la palabra “DESHERMETIZADA” hasta el momento de su gestión como “fuente radiactiva en desuso” .

1.2.33. En la construcción de los depósitos de almacenamiento de fuentes, equipos y accesorios de Radiografía Industrial deberán ser empleados materiales resistentes al fuego. Este local deberá poseer medios de extinción de incendios en caso necesario.

SECCIÓN III

REQUISITOS PARA LA OPERACIÓN DE EQUIPOS Y FUENTES

Requisitos generales para la operación de equipos y fuentes en la práctica de Radiografía Industrial

1.3.1. La operación de los equipos se realizará en correspondencia con los procedimientos debidamente establecidos en los marcos del programa de garantía de calidad de la entidad y se deberá contar con los Manuales de Operación de los equipos en idioma español y a disposición de los trabajadores.

1.3.2. Los servicios de mantenimiento, reparación, calibración de equipos de radiografía, y comprobación de la hermeticidad de las fuentes selladas utilizadas en Radiografía Industrial podrán ser contratados solo a entidades que cuenten con la correspondiente Licencia Institucional de Servicios Técnicos.

1.3.3. Se mantendrá un registro actualizado de las fuentes y equipos de Radiografía Industrial y mensualmente se realizará un inventario físico de las mismas a fin de confirmar que se encuentran localizados y seguros.

1.3.4. El Titular de la Licencia Institucional, tomando en consideración las características de los equipos de Radiografía Industrial que utiliza, las recomendaciones de los fabricantes de los mismos y la experiencia de operación existente, elaborará procedimientos operacionales y de emergencia que contemplen las medidas a tomar en caso de ocurrencia de situaciones previstas que se desvíen de la operación normal de los equipos sin llegar a constituir situaciones de emergencia.

1.3.5. La operación de los equipos y fuentes se realizará en correspondencia con procedimientos debidamente establecidos en los marcos de la documentación técnica del fabricante y la Licencia Institucional. Para realizar cualquier modificación de la metodología de trabajo y/o de los procedimientos operacionales que involucre la seguridad de la instalación o equipos se requerirá previamente de la aprobación por la Autoridad Reguladora.

1.3.6. Antes del uso o manipulación de un equipo de Radiografía Industrial, se deberá realizar una inspección visual del mismo, prestando especial atención al etiquetado y al estado general y funcionamiento seguro del mismo.

1.3.7. Antes de realizar el trabajo diario se deberá chequear el correcto funcionamiento del medidor de tasa de dosis y contar con accesorios y medios de protección personal adecuados para cada operación durante el trabajo radiográfico. El Operador y Asistente del Operador deberán ensayar los procedimientos y utilizar únicamente el equipo adecuado para Radiografía Industrial. El Operador deberá estar familiarizado con todo el equipo, su forma de utilización y los Procedimientos Operacionales y de Emergencia que contemplen las medidas a tomar en caso de ocurrencia de las situaciones anormales

previstas que se desvíen de la operación normal de los equipos. El despliegue del equipo se realizará observando estrictamente las instrucciones del fabricante.

1.3.8. Durante todas las operaciones que impliquen el acoplamiento de los diferentes dispositivos y accesorios del equipo de Radiografía, se deberá comprobar rigurosamente la seguridad de las uniones. Cuando no se esté realizando la exposición radiográfica se deberá mantener en posición “cerrada” la llave del contenedor de exposición o en la posición “apagado” en el panel de control del equipo de Radiografía con rayos X.

1.3.9. Durante la realización de cada trabajo de Radiografía, el Operador deberá custodiar y controlar permanentemente el equipo y la fuente; velar por la integridad física de los mismos y permitir solamente ingresar y/o permanecer en la zona supervisada a las personas autorizadas por éste.

1.3.10. Mientras dure la exposición se deberá conmutar el equipo dosimétrico a su nivel de mayor sensibilidad; no abandonar nunca el control de la zona controlada y establecer los turnos requeridos para el caso de exposiciones de larga duración. El Operador y Asisten del Operador deberán situarse alejados del punto de exposición como mínimo a una distancia donde las tasas de dosis no superen los 20 $\mu\text{Sv/h}$. Siempre que sea posible se situaran detrás barreras de protección disponibles en el área de trabajo manteniendo siempre el control sobre el panel de mando del equipo de Radiografía y la zona controlada y donde pueda impedir el acceso a la misma de personas durante a la exposición.

1.3.11. Cuando se esté realizando una Radiografía, el Operador deberá directamente observar y chequear las operaciones radiográficas que realiza su Asistente; estar presente en el lugar y ser capaz de prestar asistencia inmediata en caso de ser necesario. No se permitirá al Asistente del Operador ejecutar él solo operaciones radiográficas.

1.3.12. El Titular de Licencia Institucional deberá garantizar que se mantenga actualizado el registro diario de operación de los equipos de Radiografía Industrial que contemple entre otros aspectos los siguientes:

- a) Operador asignado para su manejo;
- b) Localización;
- c) transporte,
- d) incidencia de operaciones;
- e) fecha de la última prueba de hermeticidad de las fuentes;
- f) revisión del telemando, tubos guía, tubo de control o mangueras, cable de control y parámetros de trabajo del equipo;
- g) cambios de fuentes.

1.3.13 Se deberá mantener un registro actualizado de las fuentes y equipos que sean retirados del depósito de almacenamiento, que incluirá la entrada y salida de las fuentes selladas del almacén y contemple además entre otros aspectos los siguientes:

- a) el modelo y número de serie del equipo en que será utilizada la fuente;
- b) la fecha y hora de salida y entrada de la fuente del depósito de almacenamiento
- c) el lugar y la fecha de uso;

d) 1.3.14. Durante los trabajos de Radiografía Industrial y siempre que sea posible, el Operador deberá ubicar el panel de control y/o telemando del equipo de Radiografía fuera de la zona controlada a la máxima distancia del contenedor de exposición y/o tubo generador de rayos X. En el caso que en la práctica esto no sea posible, el Operador debe controlar su el nombre y firma del Operador que utiliza el equipo. permanencia en esta área garantizando que la dosis recibida sea tan baja como sea razonablemente posible y que la carga de trabajo en esas condiciones, en ningún caso, conlleve a que se supere el nivel de investigación de dosis efectiva de 1.5 mSv en el mes de trabajo.

1.3.15. Siempre que sea posible desde el punto de vista de protección radiológica, los trabajos de Radiografía Industrial se realizarán con el uso de colimadores.

1.3.16. Cuando se realice el almacenamiento temporal en obras de equipos de radiografía, el Operador deberá poner en conocimiento al personal de seguridad física de la entidad donde realiza los trabajos, el lugar y tipo de equipo almacenado.

1.3.17. Se recomienda que antes del desplazamiento de los equipos de Radiografía hacia la obra donde se prevea el almacenamiento temporal del mismo, el Titular de la Licencia Institucional concertará por escrito con el cliente la preparación y disposición de un depósito temporal de almacenamiento de equipos y fuentes que cumpla con las condiciones mínimas de seguridad siguientes: acceso controlado con cerradura en la puerta de acceso al local; ubicarse en lugares de baja circulación de personal y dentro de los límites del emplazamiento donde se desarrollaran los trabajos, lugares de bajo riesgo de incendios, explosiones e inundaciones y que dispongan de custodia; que no existan en el mismo puesto de trabajo fijo; que la tasa de dosis en el exterior sean tan bajas como razonablemente posible y que en ningún caso superen las restricciones de dosis establecidas en la presente Guía en el punto 1.1.9.

1.3.18. Durante la realización de exposiciones radiográficas, se deberá garantizar siempre que el equipo sea colocado en posición estable y fijado firmemente, incluso cuando se trabaje sobre andamios, escaleras, etc.. Además se evitará que el equipo de Radiografía Industrial y sus accesorios durante el trabajo y la transportación no sufra golpes y caídas que puedan ocasionar deformaciones a los mismos.

1.3.19. Se recomienda, en caso de disponer de dosímetros de lectura directa, establecer por el Titular niveles de dosis de referencia, cuya superación supondría una investigación de los procedimientos de operación, así como el establecimiento de medidas adicionales a fin de conseguir que las dosis recibidas por los trabajadores sean lo más baja posibles. Estos niveles de dosis podrían ser fijados teniendo en cuenta, entre otros aspectos, el tipo de Radiografía a realizar y el tipo de trabajo que realizan los Operadores y Asistentes de Operadores.

Requisitos para la operación de los equipos de Radiografía Industrial con el empleo de fuentes gamma.

1.3.20. Cada vez que se deposita el equipo de Radiografía Industrial en el depósito de almacenamiento autorizado, deberá realizarse una medida de tasa de dosis del mismo.

1.3.21. Siempre que ocurra un cambio de fuente, un incidente que pudiera afectar la integridad de la fuente radiactiva o con una periodicidad anual, los equipos de Radiografía Industrial con fuentes radiactivas deberán someterse a una revisión completa.

1.3.22. Las fuentes selladas deberán someterse anualmente y tantas veces como la misma sea traspasada de un equipo de Radiografía a otro, a la prueba de frotis de forma indirecta sobre la superficie más cercana a la fuente. Antes de usarse y con una periodicidad anual se realizará una prueba de frotis directamente sobre la fuente por parte de una institución especializada en el servicio de fuentes que cuente con la correspondiente autorización y se mantendrá un registro actualizado de los resultados obtenidos.

1.3.23. Después de la ocurrencia de un suceso radiológico en el cual la fuente pudiera haberse dañado, se deberá realizar una prueba de frotis directa sobre la misma incluyendo su inspección visual.

1.3.24. Cuando de la prueba de frotis realizada se obtengan valores de actividad superiores al nivel de detección del equipo empleado, pero por debajo del nivel establecido en el criterio de aceptación de la Norma ISO 9978, se establecerá un régimen de verificación más frecuente para determinar si la actividad detectada aumenta. De detectarse una fuente dañada, se deberá introducir la misma en un contenedor apropiado debidamente señalizado y almacenarla en condiciones de seguridad y gestionarla como fuente en desuso.

1.3.25. El Titular de Licencia Institucional establecerá los procedimientos operacionales necesarios y registros para la recepción de fuentes de radiaciones ionizantes. Estos registros de recepción contemplarán, entre otros aspectos, los siguientes:

- a) el isótopo y tipo de equipo emisor de radiaciones;
- b) el modelo de la fuente de radiaciones y contenedor de exposición;
- c) la fecha de recepción;
- d) el nombre del proveedor o fabricante;
- e) el número de serie de la fuente y/o equipo;
- f) la actividad de la fuente informada al ser recibida, fecha de calibración y número de fuentes recibidas;
- g) la condición de los contenedores anotando los niveles de radiación del bulto.

1.3.26. Durante el trabajo de Radiografía Industrial se deberá garantizar que tanto el tubo guía, como el tubo de control o mangueras del telemando, se situaran lo más en línea recta posible evitando curvaturas de radio inferior a 50 cm para el caso del tubo guía, debido a que se restringe la movilidad del cable de control y curvaturas de radio inferior a

90 cm del tubo de control o las mangueras que unen el telemando con el contenedor de exposición. No se deberá operar en ningún caso el equipo con más de tres secciones de tubos guía incluyendo el maestro. Después de concluido el tiempo de exposición radiográfica el Operador deberá a través del telemando recoger la fuente y verificar que la misma haya retornado al equipo y se encuentre en posición “blindada”, utilizando para ello las indicaciones del equipo de Radiografía y de forma redundante un medidor de tasa de dosis portátil. Solo después de haber realizado esta operación, podrán ser retirada la película fotográfica y los demás elementos de la Radiografía, desconectar el tubo de control, tubos guía y el temando del contenedor de exposición, realizar el cierre del mismo, y finalmente quitar los elementos de acotación de las zonas acotadas y cumplimentar el registro de operación del equipo.

1.3.27. Sobre la base de las características específicas de los equipos de Radiografía Industrial y de las recomendaciones dadas por el fabricante de los mismos, será necesaria la elaboración de Procedimientos Operaciones y de Emergencia que contemplen las medidas a tomar en caso de ocurrencia de situaciones anormales previstas.

1.3.28. Durante el tiempo en que no se esté radiografiando se deberá mantener cerrada la llave en el contenedor de exposición con la fuente radiactiva. Las operaciones que impliquen el movimiento de la fuente a través del tubo guía se efectuarán bajo control radiológico, monitoreando esencialmente las operaciones de retorno de la fuente a la posición “blindada” en el contenedor de exposición o al auxiliar.

1.3.29. Concluido el tiempo de exposición el Operador y Asistente del Operador podrán acercarse al contenedor de exposición o al punto focal de exposición o colimador sólo cuando los dispositivos de señalización del equipo de Radiografía Industrial indiquen el retorno de la fuente a la posición “blindada”, y a través del control radiológico se compruebe que la exposición realmente ha cesado. Antes de iniciar cualquier otra manipulación con el equipo de Radiografía, el Operador deberá verificar el bloqueo de salida del conjunto de la fuente una vez que la misma ha ingresado al contenedor de exposición.

1.3.30. Antes de realizar el mantenimiento a los equipos de Radiografía Industrial se deberá comprobar que en el contenedor de exposición no exista fuente radiactiva así como la ausencia de contaminación superficial en los canales de desplazamiento del conjunto de la fuente del equipo.

1.3.31. Se utilizarán fuentes simuladas (dummy sources) para el entrenamiento del personal.

Requisitos para la operación de los equipos crawler

1.3.32. Antes de comenzar la Radiografía con equipos crawler se deberán seleccionar los parámetros de operación tales como: tiempo de exposición, control de movimiento del equipo y tiempo de espera desde que se activa la señal de exposición y el inicio de ésta.

1.3.33. El control del movimiento del “crawler” y las órdenes para realizar el ajuste preciso en el centro de la soldadura y el inicio de la exposición se deberá realizar desde el exterior de la tubería. Los requerimientos presentes en la Guía en el punto “Requisitos generales para la operación de equipos y fuentes en la práctica de Radiografía Industrial” y “Requisitos para la operación con equipos móviles de Radiografía” deberán cumplirse para la operación con este tipo de equipos.

1.3.34. Se recomienda que debido a que los equipos crawler pueden trabajar en ambientes ruidosos y la señal emitida por el mismo resulta atenuada por la pared de la tubería, se incorporen durante la operación de los mismos medidas adicionales de protección radiológica tales como señales sonoras de aviso que funcionen de forma automática y adviertan al personal presente en las inmediaciones el inicio de una exposición no planeada debido a un movimiento no intencionado de la fuente radiactiva de baja actividad que pueda ocasionar esta exposición radiográfica. Estas señales de aviso, tales como sirenas o claxon, deberán ser capaces de alertar al público presente en la inmediaciones.

1.3.35. Se recomienda que durante la operación de los equipos crawler, fuera de la tubería se disponga de una alarma visual en ambientes ruidosos y una alarma que indique la posición del crawler dentro de la tubería cuando esté en modo de exposición.

1.3.36. El control del retorno de la fuente radiactiva a posición “Blindada” luego de la operación de los equipos, deberá realizarse mediante el uso de detectores de radiación los cuales tendrán que estar siempre en estado operativo durante el uso de estos equipos.

Requisitos para la operación de los equipos de Radiografía con rayos X

1.3.37. Después de concluida la exposición, para acercarse al tubo generador de rayos X, el Operador o Asistente del Operador deberá verificar que los dispositivos de señalización del panel de control del equipo indiquen que el alto voltaje se encuentra desconectado, y comprobar a través del control radiológico que la exposición ha cesado.

1.3.38. El Operador en el intervalo de tiempo que media entre una Radiografía y otra deberá no alejarse del panel de control del equipo. En caso que por necesidad imperiosa de trabajo en el propio lugar donde se realiza la Radiografía sea posible esta circunstancia, deberá desconectar la alimentación eléctrica del equipo y llevar con sigo la llave del panel de control de éste.

Requisitos generales de operación de instalaciones fijas de Radiografía Industrial

1.3.39. Cuando la práctica de Radiografía Industrial se efectúe en instalaciones fijas deberá garantizarse que:

- a) el recinto de irradiación sólo se destine a la operación y depósito de equipos y fuentes de Radiografía Industrial;
- b) la operación de los equipos se efectúe desde el exterior del recinto de irradiación;
- c) en la parte exterior de los accesos al recinto de irradiación esté la señalización con el Símbolo Fundamental de Radiación Ionizante, disponga de señales lumínicas de advertencia que se mantendrá encendida cuando comience la exposición y permanezca funcionando durante todo el tiempo que dure la misma. Junto a la señal deberá existir un cartel que explique su significado y el aviso “Peligro Zona de Radiación”;
- d) exista una alarma sonora que se active cuando se va a comenzar la irradiación, accionada por un detector de irradiación ubicado en el interior del recinto;
- e) el estado de aislamiento de las líneas de energía eléctrica sea satisfactorio y no existan condiciones de peligro que posibiliten inundaciones en casos de catástrofes naturales;
- f) los dispositivos de seguridad de la instalación estén sujetos a un Programa de Inspección y Auditorías Internas, así como a un Programa de Mantenimiento Preventivo.
- g) las puertas de acceso al interior del recinto de irradiación se encuentren correctamente cerradas independientemente de la existencia o no en ellas de sistemas de enclavamiento del funcionamiento del equipo de Radiografía;
- h) en el interior del recinto de irradiación no permanezcan personas una vez que han sido cerradas las puertas de accesos al mismo;
- i) la llave del equipo se mantenga en posición de “apagado” o “cerrada” durante todo el tiempo en que no se esté radiografiando;
- j) el panel de control del equipo se mantenga siempre bajo vigilancia y control del Operador o Asistente del Operador durante todo el tiempo de trabajo con el equipo, especialmente cuando algún trabajador se encuentre en el interior del recinto de irradiación. En el caso que ambos pudieran alejarse del equipo, el Operador deberá retirar y llevar consigo la llave del panel de control del equipo.
- k) no se acceda al recinto de irradiación luego de concluida la exposición hasta tanto no sea verificada con los equipos dosimétricos estacionarios y portátiles que ha cesado la exposición.

Requisitos para la operación con equipos móviles de radiografía

1.3.40. Para la realización de trabajos de Radiografía en condiciones de campo se deberá disponer de la cantidad suficiente de medios necesarios (cintas, cuerdas o barreras, carteles con señales de peligro radiológico y otros medios) para la delimitación y señalización de la zona controlada. Antes de comenzar a realizar los trabajos de Radiografía el Operador deberá coordinar éstos con los jefes de las áreas aledañas a la zona donde se realizará la exposición radiográfica, a fin de evitar la permanencia de personas ajenas al trabajo de Radiografía Industrial, en los alrededores de la zona delimitada y disminuir la posibilidad de acceso accidental a la mismas.

1.3.41. Antes de realizar el trabajo deberá limitarse el área de operación utilizando barreras físicas apropiadas, ubicadas de tal manera que prevengan el acceso inadvertido de personas a la zona controlada y que se limiten las dosis de acuerdo con lo señalado en

el punto 1.4.3 de la presente Guía. La zona se delimitará y señalizará tantas veces como sea necesario, en dependencia de los cambios de área de trabajo y de las variaciones de las condiciones de exposición que puedan producirse durante el trabajo en una misma área.

1.3.42. Cuando se vayan a realizar trabajos de Radiografía Industrial, el Operador deberá estar acompañado por otro Operador autorizado o por un Asistente del Operador. En los casos que se realicen radiografías en lugares donde puedan transitar personas ajenas a la actividad, los Operadores deberán tomar las medidas necesarias que garanticen el aviso e indicación sobre el riesgo existente y la ocurrencia de la exposición inadvertida de personas ajenas a la práctica. En el caso que existiera el acceso de alguna persona en la zona controlada durante la exposición, se detendrá inmediatamente la misma y se pondrá en práctica el Plan de Emergencia Radiológica.

1.3.43. Siempre que sea posible durante la exposición con haz colimado se dirigirá el haz de radiaciones en una dirección tal, que no existan edificaciones cercanas, ni la posibilidad de permanencia o tránsito de personas, aún fuera de los límites de la zona controlada. Preferiblemente el haz de radiaciones se dirigirá hacia abajo o hacia arriba, siempre y cuando estas direcciones cumplan con la condición antes expuesta. Cuando se realicen trabajos de Radiografía en instalaciones de más de una planta y/o en sótanos se deberá tener en cuenta además, la protección radiológica de las personas que puedan encontrarse encima o debajo del sitio donde se va a realizar la Radiografía.

1.3.44. Cuando varias brigadas de Radiografía Industrial estén realizando trabajos de Radiografía en zonas cercanas una de la otra, los Operadores deberán adoptar las medidas que garanticen que ningún miembro de las brigadas resulte expuesto a la acción de la radiación proveniente de los equipos que son operados durante el trabajo realizado.

1.3.45. En el caso que fuera necesario llevar a cabo una Radiografía a corta distancia de la anterior, para la que se requiere mover el equipo de radiografía, el traslado del mismo siempre se hará con la llave del contenedor de exposición en posición cerrada y controlada por el Operador, desconectado previamente el telemando al conjunto de la fuente y el tubo guía al contenedor de exposición. No deberá trasladarse el equipo tirando del telemando, tubo de control o del tubo guía.

Requisitos generales para las operaciones de transporte de fuentes de Radiografía Industrial

1.3.46. El Titular de Licencia Institucional de Radiografía Industrial para las actividades de transportación de fuentes de Radiografía deberá cumplir los requerimientos técnicos y administrativos establecidos en la Resolución No. 121/2000 de fecha 15 de diciembre del 2000 “Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos”.

1.3.47. El acarreo manual de los equipos de Radiografía Industrial con fuentes deberá ser el mínimo posible, a fin de minimizar las dosis; la entidad deberá constar con un procedimiento específico para las operaciones de transporte.

1.3.48. Durante el transporte de fuentes de Radiografía, el Operador deberá prestar atención a mantener la vigilancia física del vehículo y que el mismo no permanezca estacionado en el lugares públicos sin estar bajo su vigilancia física o del Asistente del Operador.

1.3.49. Para el transporte de equipos y contenedores con fuentes radiactivas deberá disponerse en el vehículo de un embalaje convenientemente anclado que impida el desplazamiento del contenedor durante el transporte y evite impactos y caídas de los mismos durante el recorrido.

1.3.50. El embalaje deberá estar identificado con dos símbolos de peligro **radiactivo** en caras opuestas. Se recomienda incluir la tasa de dosis en la superficie del embalaje en correspondencia con el bulto que se transporta.

1.3.51. Antes de iniciar cualquier transporte el Operador deberá comprobar que dispone de todo el utillaje requerido, no solo para las operaciones normales, sino para las situaciones de emergencia, en correspondencia al Plan de Emergencia Radiológica.

1.3.52. El transporte de los equipos de Radiografía Industrial y contenedores con fuentes radiactivas dentro del área de trabajo o entre áreas cercanas se realizará empleando los accesorios previstos por el fabricante tales como distanciadores, carretillas, etc. Fuera de los límites del emplazamiento del Titular la transportación de estos equipos y fuentes se realizará dentro de los contenedores de transportación suministrados a tales efectos por el fabricante, en un vehículo autorizado por la Autoridad Reguladora.

SECCIÓN IV EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

1.4.1. En la práctica de Radiografía Industrial se clasificarán como zona controlada las áreas siguientes:

- a) depósitos de almacenamiento, de fuentes y equipos de radiografía;
- b) recintos de irradiación de instalaciones fijas de Radiografía Industrial; y
- c) el área de trabajo en condiciones de campo declarada como radiológicamente peligrosa que haya sido acotada, delimitada y señalizada, basándose en la medición de tasas de dosis y en el uso planificado de la misma.

1.4.2. Para definir claramente la zona controlada en trabajos de Radiografía en condiciones de campo, se deberá llevar a cabo un estudio previo del área donde se van a realizar las exposiciones, analizando su disposición, las protecciones posibles existentes, las posibilidades de acceso, el nivel de ocupación de zonas circundantes, las luces, etc.; debiendo acordar con el responsable del lugar de trabajo las disposiciones pertinentes que

impidan el acceso al personal no autorizado, la custodia de las llaves y horario de trabajo; acotar la zona controlada y comprobar con el equipo dosimétrico en el límite de acotación de la zona, que el nivel de radiación coinciden con lo establecido para la misma.

1.4.3. La zona controlada en trabajos de Radiografía en condiciones de campo deberá ser acotada y señalizada garantizado que el valor de tasa de dosis en el extremo exterior de la misma no rebase los $20 \mu\text{Sv/h}$. El área de esta zona deberá estar adecuadamente señalizada con el Símbolo Fundamental de Radiación Ionizante, con señales convencionales y señales luminosas complementadas con otros que indiquen la advertencia de peligro y donde se especifique la prohibición de acceso de personal.

Dosimetría personal y estimación de la exposición ocupacional

1.4.4. Los trabajadores de las zonas controladas y supervisadas deberán tener un control dosimétrico individual obligatorio para evaluar las dosis a cuerpo entero. En Radiografía Industrial con el empleo de fuentes radiactivas selladas, la vigilancia radiológica individual incluirá el empleo de dosímetros para evaluar las dosis en extremidades. El cambio de los dosímetros y la evaluación de la dosis ocupacional recibida por los trabajadores deberá realizarse con periodicidad mensual.

1.4.5. A los fines de contar con una evaluación inmediata de las dosis que puedan recibirse en operaciones con determinado nivel de riesgo, se recomienda disponer de dosímetros de lectura directa con alarma sonora para ser usados de forma complementaria a los dosímetros personales en caso de exposiciones planificadas que involucren situaciones tales como las siguientes:

- a) maniobras para llevar a posición segura una fuente que no retorna con los mecanismos normales de operación,
- b) reemplazo o cambio de fuentes;
- c) localización y rescate de fuentes extraviadas;
- d) ejecución de ensayos de hermeticidad de fuentes selladas; y
- e) otras actividades que la Autoridad Reguladora considere necesarias.

1.4.6. El Titular de Licencia Institucional deberá mantener actualizados los registros de dosis individual ocupacional de cada trabajador por el período que se establece en el Reglamento NBS.

Vigilancia radiológica de las zonas de trabajo

1.4.7 El Titular de Licencia Institucional deberá implantar un Programa de Vigilancia Radiológica de las zonas de trabajo para condiciones normales y accidentales el cual contemplará las mediciones iniciales y periódicas de la tasa de dosis de la zona controlada y supervisada.

1.4.8. A fin de garantizar la vigilancia radiológica de los puestos de trabajo, se requerirá de los equipos de detección que resulten necesarios, debiendo contar al menos por cada

equipo móvil de Radiografía en operación; cada instalación fija de Radiografía, y en cada instalación con recintos de almacenamientos de fuentes de Radiografía siempre que se encuentre algún equipo almacenado, con un equipo portátil capaz de medir, para la energía de la radiación empleada, la tasa de dosis a partir del orden de 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ y hasta las decenas de mSv/h y que disponga de indicación fuera de escala para rangos de tasa de dosis entre 10 mSv/h y 1000 mSv/h .

1.4.9. Se recomienda que los equipos portátiles de medición de tasa de dosis equivalente ambiental dispongan de indicación acústica, cuya tasa de repetición de pulsos audibles sea proporcional a la tasa de dosis.

1.4.10. Durante las exposiciones de Radiografía Industrial se deberá efectuar un monitoreo de las áreas involucradas por las mismas y llevar a cabo un Registro de Vigilancia Radiológica, el cual debe incluir como mínimo los aspectos siguientes:

- a) fecha de realización de la vigilancia radiológica;
- b) datos de los equipos de medición utilizados: fabricante, modelo y número de serie, fecha de la última verificación;
- c) descripción del área evaluada señalando los puntos de referencia controlados;
- d) resultados de la evaluación en cada punto de referencia;
- e) observaciones y recomendaciones.

1.4.11. La vigilancia radiológica de las zonas de trabajo se deberá realizar cada vez que se efectúe un cambio en el blindaje de la instalación fija, o en el uso de fuentes de radiaciones ionizantes que pueda afectar los niveles de dosis de las zonas aledañas, o ante cualquier otra situación que pueda afectar la seguridad radiológica. En caso de que los resultados estén fuera de los valores recomendados deberán incluirse las medidas correctivas adoptadas y los datos iniciales y finales obtenidos.

1.4.12. En las entidades que posean instalaciones fijas de Radiografía Industrial y equipos con fuentes selladas se deberá realizar un control radiológico de las tasas de dosis de radiación externa en las zonas controladas y supervisadas con una periodicidad mensual. Los resultados de este control se asentarán en un registro que como mínimo incluirá los datos siguientes: fecha que se realizó el control; nombre y firma de la persona que lo efectuó; esquema de los puntos donde se realizaron las mediciones; resultados de la tasa de dosis en cada punto; y comentarios sobre las condiciones en que se realizó la radiación o posición de las fuentes en el almacén.

Monitores dosimétricos

1.4.13. Se debe contar como mínimo con el equipamiento de protección radiológica siguiente: los dosímetros personales TLD asignados a cada persona que realiza tareas de Radiografía Industrial; y equipo portátil de medición de tasas de dosis equivalente ambiental.

1.4.14. Los monitores de radiación especificados en el 1.4.8 y en el caso que cuente con dosímetros de lectura directa, deberán ser verificados con una periodicidad de un año, tras cada reparación en caso de avería y cuando existan motivos para suponer una alteración en la verificación. Esta verificación será realizada por una entidad reconocida por la Autoridad Reguladora para este servicio.

1.4.15. A los fines de contar con una evaluación inmediata de las dosis que puedan recibirse en operaciones con determinado nivel de riesgo, es recomendable que las entidades dispongan de dosímetros de lectura directa con alarma sonora para ser usados de forma complementaria a los dosímetros personales en caso de exposiciones planificadas que involucren situaciones tales como las siguientes:

- a) maniobras para llevar a posición segura una fuente que no retorna con los mecanismos normales de operación,
- b) reemplazo o cambio de fuentes;
- c) localización y rescate de fuentes extraviadas;
- d) ejecución de ensayos de hermeticidad de fuentes selladas, etc.

1.4.16. Se deberá poseer un registro de control de los equipos dosimétricos el que contemplará, entre otros aspectos, la documentación del fabricante del equipo, instrucciones para la operación, certificados de verificación, etc.

Medios de protección radiológica

1.4.17. El Titular de Licencia Institucional deberá contar como mínimo con el equipamiento de protección radiológica indicado en el punto 1.4.13. de la presente Guía. Para la operación normal de los equipos portátiles de Radiografía Industrial se deberá disponer además de elementos para la acotación y señalización de zonas (cintas, cuerdas, carteles, etc.); tablas o gráficos que permitan relacionar los parámetros que influyen en la calidad de trabajo (actividad de la fuente, tiempos de exposición, material y espesor de la pieza a radiografiar, etc.); tablas y gráficos donde se puedan relacionar los parámetros que influyen en la protección radiológica (actividad de la fuente, distancia, blindajes, etc.); delantales plomados y colimadores.

1.4.18. Además de aquellos accesorios especiales señalados por el fabricante de los equipos de Radiografía Industrial, los trabajadores deberán emplear medios de protección individual tales como blindajes portátiles, pinzas o telepinzas, tenazas y contenedor auxiliar para la fuente radiactiva cuando las circunstancias lo requieran.

SECCIÓN V EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO

1.5.1. A los fines de garantizar la protección de los miembros del público para la exposición durante la Radiografía Industrial, se aplicaran las restricciones establecidas el Reglamento NBS.

1.5.2. Cuando se realizan trabajos de Radiografía Industrial se deberá facilitar información e instrucciones adecuadas a las personas que en función de su trabajo se encuentren cerca de la zona delimitada, a fin de garantizar la protección de la misma y velar porque se impida la entrada en esta zona.

Gestión de las fuentes radiactivas en desuso

1.5.3. La gestión de las fuentes selladas declaradas en desuso, decaídas o con pérdida de hermeticidad cuya devolución al país de origen no es posible, deberá ser contratada a una institución especializada en la gestión de desechos radiactivos que esté autorizada por la Autoridad Reguladora.

1.5.4. En el caso de contenedores que empleen uranio empobrecido como material blindante aún cuando no contengan fuentes de Radiografía deberán ser controlados y almacenados en condiciones de seguridad por el Titular de la Licencia Institucional quien notificará a la Autoridad Reguladora su intención de cesar su utilización así como el destino que se le pretende dar.

SECCIÓN VI EXPOSICIÓN POTENCIAL

Evaluación de seguridad

1.6.1. Se deberá efectuar un estudio de seguridad aplicado a las fases de diseño, construcción, operación, mantenimiento y clausura de la instalación de Radiografía Industrial y presentarlos a la Autoridad Reguladora, según corresponda, a fin de:

- a) identificar posibles eventos que conduzcan a exposiciones potenciales. Se deberán identificar las causas y factores contribuyentes. El estudio de seguridad no deberá limitarse a los sucesos que han ocurrido sino anticiparse a cualquier otro suceso que no haya ocurrido o no se haya informado;
- b) evaluar la confiabilidad de los sistemas de seguridad y los procedimientos frente a los eventos identificados.

1.6.2. La evaluación de la seguridad que se realice al examinar los aspectos de diseño, funcionamiento de equipos y fuentes empleados en la Radiografía Industrial, deberá contener además, un análisis de riesgo que contemple combinaciones de posibles fallos de equipos y errores humanos. En la medida de lo posible este análisis deberá expresarse en términos probabilistas.

1.6.3. Como parte de la evaluación de la seguridad que se realice, se incluirá una estimación de las dosis esperadas en las condiciones accidentales postuladas y se brindará un análisis comparativo con las dosis esperadas en situaciones normales.

1.6.4. A los fines de la evaluación de la seguridad, entre los factores causales de accidentes serán considerados los siguientes:

- a) falla en los sistemas de seguridad del equipo como resultado del diseño;
- b) formación y entrenamiento insuficiente del Operador y Asistente del Operador;
- c) falta de un Programa de Garantía de la Calidad;
- d) falta de un programa de verificación y mantenimiento;
- e) incumplimientos de procedimientos;
- f) falta de instrucciones de uso;
- g) procedimientos inadecuados o insuficientes. Falta recursos de ayuda al usuario (listas de chequeo, redundancia humana en su verificación, etc.) relacionados a los procedimientos. Ausencia de énfasis en pasos o informaciones claves;
- h) mala interpretación de señales, indicadores del equipo;
- i) equipos de protección inadecuados;
- j) distracciones y descuidos del personal durante la ejecución de los trabajos de Radiografía;
- k) abandono, pérdida o robo de equipos o fuentes;
- l) fallos de operación (errores genéricos en la planificación y ejecución de operaciones, técnicas pobres o inadecuadas; errores específicos en la observancia de tareas de protección y comprobación tales como fallo en uso de métodos de protección, errores en estimaciones dosimétricas);
- m) problemas organizativos;
- n) inundación y accidentes catastrófico en el lugar de trabajo o almacenamiento de equipos y fuentes; y
- o) falta o rotura de accesorios asociados a los equipos.

Garantía de la Calidad en Radiografía Industrial

1.6.5. El Programa de Garantía de la Calidad de la entidad deberá sustentarse en la existencia de un compromiso institucional, el necesario respaldo económico y los recursos humanos capacitados. Este Programa tendrá como objetivos:

- a) lograr que los requerimientos relativos a la protección y seguridad sean satisfechos; y
- b) establecer mecanismos de control de calidad y procedimientos para analizar y revisar la efectividad general de las medidas de protección y seguridad.

1.6.6. Todos los procedimientos deberán ser elaborados, revisados y distribuidos cuidadosamente y regularmente, cumplir cualquier requisito especial establecido en la Autorización, diseñados de manera metódica y fáciles de verificar, con copias legibles y cotejadas. Los procedimientos deberán ser aprobados, fechados y firmados por las personas autorizadas y no podrán ser modificados sin autorización.

1.6.7. El Titular de Licencia Institucional deberá implementar un sistema de registros que incluya:

- a) inventario de fuentes radiactivas;
- b) control del movimiento de equipos y fuentes;
- c) inventario del instrumental de protección radiológica;

- d) control de equipos dosimétricos;
- e) resultados de la verificación y calibración de los equipos de monitoreo;
- f) expedientes radiológicos de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, que contengan las dosis personales; chequeos médicos anuales; resultados de la capacitación y entrenamiento anual;
- g) registro de entrenamiento del personal;
- h) registros de la vigilancia radiológica de las zonas o áreas de trabajo;
- i) reparación y mantenimiento de equipos;
- j) pruebas de hermeticidad de las fuentes;
- k) resultados de las pruebas de frotis de contaminación removible;
- l) situaciones anormales;
- m) inspecciones y auditorías internas;
- n) operación diaria de los equipos de Radiografía Industrial;
- o) recepción de equipos y fuentes de Radiografía Industrial;
- p) resultados de la comprobación de los dispositivos de seguridad de las instalaciones fijas de Radiografía Industrial;
- q) documentación de las modificaciones a la instalación de Radiografía Industrial;
- r) documentación técnica suministrada por el fabricante; y
- s) copia de los informes de investigación de sucesos radiológicos.

1.6.8. A fin de garantizar la efectiva aplicación de los procedimientos específicos en protección radiológica deberá existir un Plan de Auditorías Internas con una previsión de periodicidad adecuada. El Responsable de Protección Radiológica deberá participar en las inspecciones y auditorías internas. El resultado de las mismas y la detección de las deficiencias u omisiones encontradas deberán ser reportadas al Titular de la Licencia, quien deberá tomar las medidas necesarias para asegurar que éstas sean corregidas inmediatamente.

Mantenimiento

1.6.9. El Titular de la Licencia Institucional deberá establecer un programa para el mantenimiento preventivo y la ejecución de revisiones periódicas de los equipos en correspondencia con las recomendaciones del fabricante. En el caso que la revisión revelase algún defecto se procederá a retirar el equipo de servicio hasta su reparación.

1.6.10. El programa de mantenimiento deberá incluir ente otros aspectos los siguientes:

- a) las verificaciones rutinarias pre-operacionales establecidas por el fabricante que debe realizar el Operador antes del empleo rutinario del equipo de Radiografía Industrial, recogidas en el Anexo I:I de la presente Guía;
- b) revisiones periódicas planificadas y reparación durante el mantenimiento del equipo que puede ser realizado por el Titular de la práctica;
- c) revisiones periódicas planificadas y reparación durante el mantenimiento completo definidos por el fabricante del equipo que solo serán realizadas por aquellas entidades que cuenten con la correspondiente Licencia Institucional de Servicios Técnicos.

1.6.11. El establecimiento del programa de mantenimiento y verificaciones de los equipos de acuerdo a lo estipulado por los fabricantes de los mismos, deberá prever como mínimo los aspectos siguientes:

- a) verificación de las conexiones;
- b) control de los dispositivos de bloqueo del movimiento de la fuente;
- c) verificación del estado de los sistemas de control de la fuente;
- d) detección de niveles de exposición en el exterior de los contenedores y equipos;
- e) verificación del estado del etiquetado de los contenedores y equipos, previéndose su reposición en caso de deterioro.
- f) verificación del estado del tubo de control y los tubos guía;
- g) verificación de los sistemas de control de los parámetros para la exposición de rayos X;
- h) verificación de los sistemas de seguridad e indicadores del panel de control de los equipos de Radiografía con rayos X; y
- i) verificación del estado de los cables , mecanismos de sujeción.

1.6.12. Se deberá realizar un mantenimiento no programado a los equipos de Radiografía Industrial en los casos que hayan estado sometidos a condiciones adversas no previstas por el fabricante tales como: trabajo en presencia de fango u otras suciedades, inundaciones en el local de almacenamiento, cuando hayan sufrido caídas y golpes que puedan haber afectado algún mecanismo o componente del mismo para el funcionamiento; en el caso de fallas técnicas o desperfectos; si se ha manteniendo sin operación por períodos prolongados de tiempo; y en otros casos que proceda.

SECCIÓN VII EMERGENCIAS

1.7.1. El Plan de Emergencia Radiológica de la práctica de Radiografía Industrial se elaborará sobre la base de la evaluación de seguridad que se realice y en correspondencia con la Resolución 32/2001 del CNSN “Guía para la elaboración del Plan de Emergencia Radiológica y el Plan de Medidas para casos de Sucesos Radiológicos” vigente.

1.7.2. El Titular de la Licencia Institucional mediante planes de adiestramiento deberá garantizar la formación adecuada de su personal en los temas de preparación, planificación y respuesta a emergencias que permitan enfrentar con éxito las situaciones de emergencias que pudieran ocurrir. En estos entrenamientos se deberán practicar las actuaciones previstas en el Plan de Emergencias a fin de familiarizarse con las acciones pertinentes, actuar con rapidez y reducir el daño potencial.

1.7.3. El Plan de Emergencia Radiológica deberá describir, entre otros aspectos, las acciones a ser tomadas en los casos siguientes:

- a) fuente trabada en el tubo guía, colimador o próxima a la entrada del contenedor de exposición;
- b) desconexión del conjunto de la fuente;

- c) conjunto de la fuente trabado en la posición de exposición;
- d) robo del contenedor de exposición o del conjunto de la fuente;
- e) mal funcionamiento o desperfecto deliberado en el sistema de control de seguridad;
- f) pérdida de la integridad de la fuente radiactiva;
- g) irradiación accidental de personas por acceso inadvertido a la zona controlada;
- h) incendio en el depósito de almacenamiento de fuentes y equipos de Radiografía Industrial;
- i) evento natural (inundación, ciclón) que afecte el depósito de almacenamientos de fuentes y equipos de Radiografía Industrial;
- j) abandono de fuentes selladas de Radiografía Industrial; etc.

PARTE II

SOLICITUDES DE AUTORIZACIONES PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

SECCIÓN I

AUTORIZACIONES REQUERIDAS PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

2.1.1 Las entidades que se propongan utilizar fuentes y equipos de radiación para fines de Radiografía Industrial requerirán Licencia Institucional para la ejecución de la práctica de radiografía. A los fines de la tramitación y obtención de la Licencia Institucional, la Radiografía Industrial se considera práctica de Segunda Categoría.

2.1.2. La práctica de Radiografía Industrial, en correspondencia con las características propias de la misma, requerirá de Licencia Institucional para las etapas de:

- a) construcción;
- b) operación; y
- c) cierre definitivo.

2.1.3. Para la ejecución de determinadas operaciones relacionadas con la práctica de la Radiografía Industrial, se requerirán las autorizaciones siguientes:

- a) permiso de modificación,
- b) permiso de importación,
- c) permiso de exportación;
- d) permiso de transferencia.
- e) permiso especial

SECCIÓN II

ESPECIFICACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR PARA LA

OBTENCIÓN DE AUTORIZACIONES PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

Licencia institucional

2.2.1. El Informe de Seguridad es un documento básico a presentar, durante el proceso de autorización, a los fines de solicitar la Licencia Institucional para la práctica de Radiografía Industrial, tanto en la etapa de construcción como en la de operación. En el Anexo II.I de la presente Guía se precisan los aspectos del Contenido del Informe de Seguridad que establece la Resolución 25/98.

2.2.2. Con vistas a solicitar la Licencia Institucional para la etapa de construcción, se presentará un Informe de Seguridad en el cual se reflejarán, entre otros aspectos, los siguientes:

- a) planos y esquemas constructivos de los sistemas generales (sistema eléctrico, sistema contra incendios, etc.);
- b) 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;
- c) descripción y clasificación de las distintas zonas de la instalación;
- d) carga de trabajo de la instalación;
- e) memoria de los cálculos de blindaje. Se debe tomar como base la metodología y recomendaciones nacionales e internacionales en la materia, considerando todas las opciones de movimiento y uso del equipo. Esta memoria debe contener los datos y la firma de las personas que la elaboraron;
- f) características de los suelos y tipo de material de techos y paredes, indicando los conductos y posibles penetraciones de los muros que puedan afectar al blindaje;
- g) 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;
- h) métodos utilizados para garantizar el control de calidad durante la construcción;
- i) metodología seguida para optimizar los blindajes, a fin de que la magnitud de las dosis personales se reduzcan al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse;
- j) descripción de los dispositivos técnicos disponibles para controlar el acceso a la instalación, tales como cerraduras, enclavamientos y dispositivos de alarma, indicando su ubicación.

2.2.3. En el Informe de Seguridad a presentar en la etapa de operación para la Radiografía Industrial, se actualizará la información contenida en el Informe de Seguridad entregado en la etapa de construcción con relación a:

- a) los cambios de proyecto que han tenido lugar durante la construcción de la instalación;
- b) cualquier modificación de las características del equipamiento de Radiografía; y
- c) las observaciones de la Autoridad Reguladora con relación al Informe de Seguridad entregado en la etapa de construcción.

2.2.4. El Manual de Seguridad es un documento a presentar para solicitar la Licencia Institucional para la etapa de operación. El Contenido del Manual de Seguridad se precisa en el Anexo II.II de la presente Guía. Además, se presentará también la información siguiente:

- a) el Programa de Garantía de la Calidad para verificar la correcta aplicación de los procedimientos incluidos en el Manual de Seguridad Radiológica, así como la revisión, actualización y distribución de los procedimientos al personal; y
- b) el Plan de Emergencia Radiológica.

2.2.5. Con vistas a solicitar la renovación de una Licencia Institucional de Operación, se deberá presentar también a la Autoridad Reguladora la documentación que demuestre que los equipos y las instalaciones mantienen las condiciones técnicas bajo las cuales fue otorgada la Licencia Institucional de Operación, así como que los trabajadores ocupacionalmente expuestos mantienen su aptitud psicofísica y su competencia para los trabajos que desarrollan. El análisis requerido de las dosis recibidas por los trabajadores ocupacionalmente expuestos se realizará comparando las mismas con los valores optimizados y las restricciones de dosis establecidas en la presente Guía para la práctica y además contendrá copia de las certificaciones de verificación de los monitores de radiación.

2.2.6. Con vistas a solicitar una Licencia Institucional de Cierre Definitivo será necesario presentar también a la Autoridad Reguladora el destino propuesto para las fuentes radiactivas en desuso; las transferencias de titularidad o la reexportación de las fuentes. El Titular de Licencia Institucional deberá, con antelación suficiente, comunicar a la Autoridad Reguladora la fecha en que se completará el retiro de todas las fuentes radiactivas en la instalación, a fin de que tal Autoridad pueda verificarlo.

Permisos

2.2.7. La empresa importadora con vistas a solicitar un Permiso de Importación de equipos y fuentes de Radiografía Industrial, deberá presentar también a la Autoridad Reguladora el número de la Licencia Institucional de Operación del destinatario; el destino propuesto para las fuentes radiactivas declaradas en desuso; los manuales de operación del fabricante en los que se incluya una descripción de los sistemas de seguridad del equipo, la operación y el programa de mantenimiento

2.2.8. Con vistas a solicitar un Permiso de Importación de fuentes radiactivas, la certificación del fabricante requerida, deberá haber sido realizada dentro de los últimos seis meses, antes de la entrega de la fuente al usuario y especificando el tipo de contenedor de las fuentes. Esta certificación deberá contener los resultados de las pruebas de hermeticidad según la norma ISO 9978 y los límites de exposición de los contenedores según la norma ISO 3999.

PARTE III

CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

SECCIÓN I REQUISITOS DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

3.1.1. El personal de Radiografía Industrial deberá recibir una capacitación inicial que contempla un Curso de Protección Radiológica en Radiografía Industrial en correspondencia con el contenido mínimo que se indica en el Anexo III.I de la presente Guía

3.1.2. El Responsable de Protección Radiológica, Operador(es) y Asistente(s) deberán recibir anualmente, o cuando las circunstancias lo requieran, un reentrenamiento interno de actualización (capacitación continuada), sobre los aspectos siguientes:

- a) cambios en los procedimientos operacionales;
- b) preparación y respuesta en caso de emergencias radiológicas, ejercicios y simulacros;
- c) actualización de los conocimientos en protección radiológica;
- d) preparación en actividades que se realizan con poca frecuencia, aspectos de mantenimiento de equipos y sistemas, pruebas de los mismos, cambios de fuentes, entre otros;
- e) cambios en las normas técnicas, legales y de procedimiento aplicables;
- f) revisión de sucesos radiológicos y las acciones correctivas;
- g) retroalimentación de las experiencias operacionales y buenas prácticas;
- h) resultados de auditorías internas e inspecciones;
- i) aspectos relacionados con el Manual de Seguridad radiológica y las condiciones de vigencia de las autorizaciones; y
- j) requisitos actualizados sobre el diseño de fuentes, equipos e instalaciones.

3.1.3. El Responsable de Protección Radiológica, Operador(es) y Asistente(s), a los fines de la solicitud de la renovación de la Licencia Individual, deberán acreditar a la Autoridad Reguladora el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Reglamento “Selección, Capacitación y Autorización del Personal que realiza Prácticas Asociadas al Empleo de Radiaciones Ionizantes”.

3.1.4. Se recomienda, a los fines de aumentar habilidades y destrezas de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, incluir en el programa de capacitación la realización de ejercicios prácticos que reflejen las condiciones normales de operación y de emergencia.

3.1.5. Se mantendrá un registro actualizado de la capacitación del personal donde se reflejen las personas que han recibido los entrenamientos; los resultados de los mismos, las fechas en que se realizaron, nombre de la institución que impartió el entrenamiento; resumen de los temas impartidos y certificado que acredita la capacitación a fin de poder estimar el grado de formación y entrenamiento que disponen los trabajadores ocupacionalmente expuestos.

3.1.6. El Titular de la Licencia Institucional deberá realizar ejercicios y simulacros de emergencias a fin de probar los componentes críticos del Plan de Emergencia Radiológica y familiarizar al personal con el desarrollo del mismo y los procedimientos específicos de emergencia en el manejo de los equipos y fuentes. Las lecciones aprendidas resultantes de estas actividades se deberán tomar en consideración durante las revisiones siguientes del Plan y los procedimientos.

ANEXO I.I
VERIFICACIONES RUTINARIAS DE LOS EQUIPOS DE RADIOGRAFÍA
INDUSTRIAL

I. Verificaciones sobre el contenedor de exposición

- **En el contenedor deberán figurar como mínimo las verificaciones relativas a:**
 - a) estado general del contenedor;
 - b) inexistencia de obstrucción en el canal del contenedor de exposición por donde se desplaza el conjunto de la fuente;
 - c) funcionamiento correcto del sistema de seguridad de cierre por llave sobre la liberación de la fuente radiactiva de su posición “blindada”;
 - d) funcionamiento de los sistemas de seguridad (bloqueo) así como su estado de limpieza;
 - e) estado de los tornillos y tuercas accesibles, que estén apretados y las roscas no estén dañadas;
 - f) funcionamiento del mecanismo de conexión del conjunto de la fuente con el telemando o tubo de control;
 - g) tapón de conexión contenedor de exposición - tubos guía;
 - h) medida de contaminación en el canal de almacenamiento del contenedor de exposición;
 - i) niveles de radiación en el exterior del contenedor de exposición; y
 - j) estado de las señalizaciones (que se encuentren legibles, fijadas de manera segura al contenedor).

- Acciones de mantenimiento realizadas.

II. Verificaciones sobre el telemando y tubo de control o mangueras para equipos de Radiografía Industrial con fuentes radiactivas.

- **Resultado de las verificaciones relativas a:**
 - a) estado externo de las mangueras o tubo de control, longitud y movimiento libre del cable de control (comprobar si presentan abolladuras o cortes que puedan afectar la seguridad);
 - b) estado del cable de control (desgaste de las muescas y suciedad);
 - c) estado del sistema de acople del telemando con el conector del contenedor de exposición;
 - d) funcionamiento del seguro;
 - e) funcionamiento del cuenta vueltas y odómetro; y
 - f) prueba general de funcionamiento del telemando.

- Verificaciones del tubo guía

- a) estado externo y de las conexiones al contenedor de exposición así como las conexiones intermedias entre los tubos guía;
- b) estado del canal interno del tubo guía (comprobación de que el conjunto de la fuente no tendrá impedimentos en sus movimientos); y
- c) estado del extremo focal y de su acoplamiento al tubo guía maestro.

- Acciones correctoras o de mantenimiento efectuadas.
- Aplicación de lubricantes a los cables de control según la descripción del fabricante;
- Remoción y limpieza de los elementos móviles y canales de desplazamiento;
- Ajuste de los diferentes mecanismos.

III) Verificaciones a los equipos de Radiografía Industrial con rayos X.

- Resultado de las verificaciones relativas a:
 - a) estado general del panel de control y el tubo generador de rayos X;
 - b) funcionamiento correcto del sistema de seguridad de cierre por llave del panel de control;
 - c) estado de los cables de control (que no estén cortados, ni con roturas en las conexiones);
 - d) estado de las señalizaciones;
 - e) estado de los sistemas de seguridad e indicadores del panel de control; y
 - f) estado de los mecanismos de fijación y conectores.

ANEXO II.I

INFORME DE SEGURIDAD PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

Con el objetivo de lograr una mejor comprensión por parte de los especialistas durante la elaboración del Informe de Seguridad para la práctica de Radiografía Industrial, a continuación se precisa el alcance de determinados acápite del contenido del Informe de Seguridad que se muestra en el Anexo 2 de la Resolución 25/98.

I. Inventario de fuentes de radiaciones ionizantes a emplear.

- a) Al señalar las características de las fuentes radiactivas se incluirán además las siguientes:
- i) fabricante y Nro. de serie;
 - ii) forma física química;
 - iii) clasificación ISO 2919;
 - iv) material y tipo de encapsulado;
 - v) tipo de prueba de contaminación superficial y de fuga que realiza el fabricante;
 - vi) actividad nominal y fecha de calibración.
- b) Al señalar las características de los contenedores se indicarán además las siguientes:
- i) fabricante, marca, modelo, capacidad y Nro. de serie;
 - ii) categoría del contenedor (con relación a la exposición de la fuente);
 - iii) clasificación ISO 3999;
 - iv) tipo del contenedor (con relación a su movilidad);
 - v) accesorios, especificando el tipo de acoplamiento;
 - vi) certificación del contenedor.
- c) Para los tubos generadores de rayos X se precisará la información siguiente:
- i) fabricante, marca, modelo y Nro. de serie;
 - ii) tipo de bulto generador de rayos X;
 - iii) características de la fuente y señal de alimentación (continua, monofásica, trifásica, etc.);
 - iv) tensión nominal y corriente máximas;
 - v) rendimiento nominal;
 - vi) blanco utilizado por el tubo (material);
 - vii) filtración del haz (materiales y espesores);
 - viii) accesorios de limitación del haz utilizables con el tubo, especificando geometría, materiales y dimensiones;
 - ix) radiación de fuga nominal a plena carga;
 - x) ángulo de apertura del haz;
 - xi) descripción en detalle del enfriamiento del blanco.
- d) Para el panel de control de los equipos de rayos X se precisará la información siguiente:
- i) modos de operación del tubo generador de rayos X;

- 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 o digital; y
- viii) número de tubos soportables por cada unidad.

Al Informe de Seguridad a presentar en la etapa de operación, se le adjuntará el Certificado del fabricante de las fuentes radiactivas a emplear.

II. Planos arquitectónicos de la instalación

Los planos que se presenten deberán ser elaborados conforme a obra, escala y debidamente acotados, debiendo representar el conjunto completo de la instalación de Radiografía y las dependencias colindantes con paredes pisos y techos, de modo que permitan identificar con claridad los componentes de la instalación. Se señalará el uso a que está destinado cada uno de los recintos y se incluirán además planos y esquemas constructivos de sistemas auxiliares (eléctrico, sistema contra incendios, etc.), así como la descripción de los materiales de construcción a utilizar.

III. Descripción de los elementos, sistemas y componentes importantes para la seguridad

Al identificar los equipos y accesorios a utilizar, se señalará la fecha de manufactura, marca, modelo, Nro. de serie y proveedor, indicando los componentes siguientes:

- Equipos de Radiografía Industrial con fuentes radiactivas: equipo; telemando, contenedor de auxiliar de fuentes y otros componentes importantes.
- Equipos de Radiografía Industrial por rayos X: tubos que alimentan el panel de control; y otros componentes importantes.
- Contenedor auxiliar de fuentes: canales de almacenamiento de fuentes; y otros componentes importantes.

Al describir las características técnicas de los equipos, entre otros aspectos, se señalará:

A. Equipos de Rayos X para Radiografía Industrial.

- a) generador: tensión máxima; intensidad máxima; tiempo de subida y bajada de la tensión; señalar si la tensión queda desconectada completamente entre dos exposiciones o queda en un valor intermedio, indicando éste.
- b) panel de control: indicar cada uno de los elementos de control y las señalizaciones de la consola.

- c) tubos generadores de rayos X: tensión máxima; intensidad máxima; forma de onda (monofásica, trifásica, número de pulsos); descripción de los dispositivos de colimación y centrado del campo; sistema de enfriamiento; direcciones del haz; distancias y ángulos.
- d) radiación de fuga del tubo de rayos X: durante la exposición.
- a) sistemas de colimación tamaños de campo: dispositivos de que consta y geometría, distancia del foco al borde del sistema de colimación y tamaño de campo.

B. Equipos de Radiografía Industrial con fuentes.

- a) contenedor de exposición: partes principales, blindajes y materiales de que están constituidos. Sistema de desplazamiento del conjunto de la fuente radiactiva; radiación de fuga.
- b) fuentes radiactivas: contenedores de almacenamiento y transporte de fuentes, radiación de fuga a cinco centímetros y a un metro del contenedor de almacenamiento y transporte; dispositivos y accesorios para la manipulación de fuentes
- c) sistemas de colimación para irradiar fotones, tamaños de campo: dispositivos de que consta y geometría, distancia del foco al borde del sistema de colimación, tamaño de campo.
- d) telemando: parámetros que controla, pilotos de señalización. Dispositivos de control existentes fuera del recinto de irradiación y parámetros que controlan.

C. Contenedores auxiliares de fuentes.

- a) canales de almacenamiento de fuentes, actividad máxima total; control de acoplamiento de las guías con las fuentes; sistema de desacople y retorno de las fuentes; control de posición de la fuentes; bloqueo de los canales de almacenamiento de las fuentes y apertura de los mismos.

Se brindará una detallada identificación que incluya la descripción de los dispositivos de seguridad incorporados a los equipos, las señalizaciones y enclavamientos asociados al equipo, destinados a proteger al personal de operación; el uso, características técnicas y frecuencia de calibración o verificación de los instrumentos destinados a la vigilancia radiológica de zona, incluyendo los detectores fijos. Todos los dispositivos incorporados a los equipos de Radiografía y asociados a la instalación fija de Radiografía Industrial que influyan sobre la seguridad de los trabajadores y del público, deberán ser descritos. Se describirán las señalizaciones lumínicas y las alarmas acústicas, así como los interruptores de seguridad. También se describirán los medidores de radiación fijos. Se detallarán las condiciones en que actuarán las alarmas y señalizaciones lumínicas y acústicas anexando el esquema de conexión si se estima necesario para la explicación. Se detallará el cálculo de los blindajes para la exposición radiográfica en la instalación, indicando la normativa aplicada.

Para la utilización de equipos de radiografía de segunda mano, se deberá adjuntar el certificado que demuestre que el equipo continúa manteniendo adecuadas condiciones de desempeño y seguridad. Las certificaciones deben ser emitidas por una entidad reconocida o acreditada por la Autoridad Reguladora.

IV. Evaluación de la seguridad

A los fines de la evaluación de la seguridad, como eventos que pueden dar lugar a situaciones de emergencia serán considerados, entre otros, los siguientes:

- a) errores humanos derivados de la exposición radiográfica;
- b) errores de mantenimiento;
- c) defectos de diseño;
- d) utilización de procedimientos en desuso;
- e) manipulación inadecuada de las fuentes durante las exposiciones radiográficas;
- f) caída de fuentes en el lugar de trabajo;
- g) fuentes trabadas durante su desplazamiento hacia contenedor de exposición;
- h) 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 conjunto de la fuente, o problema en la punta del tubo guía o mangueras impidiendo el movimiento del cable;
- i) problemas de conexión: al girar la manivela el cable de control se mueve pero no se observa alteración en los niveles de dosis, la fuente radiactiva no retorna a la posición “blindada”;
- j) daños en la manivela de control que provocan dificultad en el giro de la misma;
- k) daño físico que pueda impedir el libre movimiento de la fuente a través del tubo guía o manguera;
- l) daño físico en el ajuste de la tapa de protección del conector de exposición y del tubo guía;
- m) cualquier impureza que afecta el libre movimiento del conjunto de la fuente a través del tubo guía;
- n) daño físico o deformación del contenedor de exposición, tubo de control y tubo guía, que impida la operación normal;
- o) daño en el dispositivo de bloqueo del contenedor de exposición, defecto físico del equipamiento que pueda afectar su operación, daño del conector de exposición o del cable de control de telemando, nivel de radiación anormal a través del contenedor de exposición;
- p) daño físico en el ajuste de la tapa de protección del conector de exposición;
- q) defecto físico del cable de control de telemando que impida su libre movimiento;
- r) operación inadecuada de la manivela y del mecanismo indicador de posición;
- s) eventos accidentales al traspasar fuentes al contenedor auxiliar de las fuentes;
- t) acceso de personal no autorizado a la zona controlada durante la operación;
- u) fallo del sistema de retirada de la fuente radiactiva cuando se pretenda interrumpir o finalice la exposición radiográfica;
- v) el Operador no bloquea eficazmente la fuente, una vez alcanzada la posición “blindada” en el contenedor de exposición;
- w) tensión anormal de cable de control, que ocasiona empuje del conjunto de la fuente hacia el exterior del contenedor de exposición;

- x) incendio que afecte el recinto de irradiación y que pudiera afectar o debilitar el blindaje de la fuente radiactiva o el recinto de la instalación;
- y) robo, pérdida o extravío de la fuente radiactiva durante el trabajo radiográfico, la transportación; la clausura y cierre definitivo de la instalación; y
- z) deshermetización de la fuente radiactiva.

V. Programa de Seguridad Radiológica

Como parte del programa de seguridad radiológica, se deberá establecer y presentar a la Autoridad Reguladora el compromiso institucional en materia de seguridad radiológica donde se dispondrá que la protección de los trabajadores y el público constituye una prioridad de la institución.

Para garantizar el cumplimiento de este objetivo, se establecerán directrices entre las que se señalan las siguientes:

- a) en virtud de la reglamentación vigente en la institución, sólo personas con autorización personal concedida por la Autoridad Reguladora operarán los equipos de radiografía, fuentes radiactivas y otros dispositivos;
- b) que toda persona que detecte un fallo que pueda afectar la seguridad lo deba comunicar al Responsable de Protección Radiológica o al Representante Legal de la Entidad para que se obre en consecuencia;
- c) que todo fallo en los equipos de Radiografía sean notificados al Responsable de Protección Radiológica, quien determinará la conducta a seguir. El Responsable de Protección Radiológica responde por la aceptación del equipo y cuando proceda, por la realización de las verificaciones pertinentes antes de utilizarlo para realizar trabajos de Radiografía Industrial. De esta aceptación se dejará constancia documental;
- d) la existencia de un Manual de Procedimientos con un conjunto de procedimientos escritos aprobados por el Representante Legal de la Entidad;
- e) con relación al personal de la gerencia y de operación, establecer los programas de reentrenamiento continuado y supervisar el cumplimiento de los procedimientos y actualizarlos. En tal sentido deberán especificarse los aspectos siguientes:
 - i) descripción y Programa del Curso en Protección Radiológica, 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 (de rutina y de emergencia). También debe indicarse la duración del entrenamiento;
 - ii) programa capacitación continuada y su periodicidad;
 - iii) descripción de los medios adoptados para evaluar el entrenamiento;
 - iv) relación de los instructores, quienes deben poseer la calificación de Oficial de Protección Radiológica o ser un experto calificado.
- f) con relación a la instrumentación de protección radiológica para el control radiológico de dosis ocupacional y del público deberá, entre otros aspectos, señalarse lo siguiente:
 - i) equipos de protección radiológica: deben especificarse los equipos destinados para la vigilancia radiológica personal y de zonas, para lo cual debe incluirse una relación de los equipos e instrumentos de detección, incluyendo como mínimo los datos siguientes: tipos de detectores de los equipos dosiméticos (Geiger-Müller, cámara de ionización, centelleo, alarmas sonoras individuales, etc.); cantidad

disponible de cada tipo de equipo; marca, modelo y número de serie; tipo de radiación que detecta, dependencia de energía y eficiencia; intervalo de medición y certificado de verificación vigente.

- ii) los Catálogos y Manuales de Mantenimiento y de Operación de los equipos;
- iii) los dosímetros personales, detallando los de lectura directa e indirecta que están disponibles, especificando tipo y cantidad.

VI. Estimación de la dosis efectiva para los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos durante la operación normal de la instalación

Se identificará la metodología utilizada para estimar que las dosis de los trabajadores ocupacionalmente expuestos y los miembros del público resultantes de las actividades de mantenimiento, operación, transporte y almacenamiento, se reduzcan al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse. En este apartado se realizará una descripción de los medios empleados para reducir, en cuanto sea posible, los riesgos derivados del funcionamiento normal de la instalación demostrando ,entre otros, que los blindajes permanentes y móviles son adecuados. Se detallarán los cálculos o verificaciones experimentales realizadas. Se indicará la institución que realizará el servicio de dosimetría personal, la cual deberá estar reconocida por la Autoridad Reguladora.

VII. Seguridad Física

Se presentará el Plan de Seguridad y Protección Física, que incluya como mínimo la definición clara de las responsabilidades y la descripción de los medios con que se cuenta para evitar que los equipos de Radiografía Industrial sean removidos o utilizados sin autorización y ocurran eventos de pérdidas, extravíos o robos de fuentes y equipos. Además se presentará la certificación que emite ACERPROT sobre el sistema de protección física de la entidad.

ANEXO II.II

MANUAL DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA PARA LA PRÁCTICA DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

Con el objetivo de lograr una mejor comprensión por parte de los especialistas durante la elaboración del Manual de Seguridad Radiológica para la práctica de la Radiografía Industrial, a continuación se precisa el alcance de determinados acápite del contenido del Manual de Seguridad Radiológica que figura en el Anexo 3 de la Resolución 25/98.

I. Implantación de registros de protección radiológica

Se establecerán además los registros siguientes:

- a) copias de las autorizaciones otorgadas por la Autoridad Reguladora, de la documentación presentada en apoyo a la solicitud de la autorización, así como del intercambio de correspondencia con la Autoridad Reguladora;
- b) expedientes radiológicos de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, que contengan: dosis personales, chequeos médicos anuales y resultados de la capacitación y entrenamiento anual;
- c) resultados de la comprobación de los dispositivos de seguridad en particular del detector fijo de radiación;
- d) resultados de la verificación y de la calibración de los equipos de monitoreo;
- e) documentación de las modificaciones a la instalación;
- f) documentación técnica suministrada por el fabricante (“documentación acompañante”);
- g) resultados de la verificación completa de los equipos;
- h) recepción de fuentes de radiaciones ionizantes, que contenga: radioisótopo contenido en la fuente; modelo y número de serie de las fuentes recibidas; fecha de recepción; nombre del proveedor y del fabricante; número de serie utilizado por el fabricante; actividad de la fuente informada al ser recibida, fecha de calibración; y la condición de los contenedores anotando los niveles de radiación del bulto;
- i) resultados de los trabajos de reparación y mantenimiento;
- j) resultados de las pruebas de hermeticidad de las fuentes;
- k) resultados de las auditorías sobre el programa de seguridad de la instalación; y
- l) copia de los informes de investigación de incidentes y accidentes.

II. Procedimientos administrativos, de operación y de protección radiológica

Se establecerán además los procedimientos siguientes:

- a) Procedimientos administrativos:
 - procedimiento para la compra y contratación de servicios de reparación de equipos de Radiografía Industrial;
 - procedimientos para las inspecciones y auditorías internas;
 - procedimiento de determinación de las zonas controladas y supervisadas;

- procedimiento para la seguridad y protección física de los equipos y fuentes de Radiografía;
 - procedimiento de entrenamiento y reentrenamiento periódico de los trabajadores;
 - procedimiento de control médico; y
 - Procedimiento de actualización de registros y su periodicidad.
- b) Procedimientos de operación:
- procedimiento para la operación de las fuentes y los equipos de Radiografía Industrial;
 - procedimiento para la verificación de los dispositivos de seguridad asociados al equipo e instalaciones fijas de Radiografía;
 - procedimiento para el mantenimiento y verificación de equipos de Radiografía Industrial;
 - procedimiento para la verificación de los detectores de radiaciones; y
 - procedimiento para el control de fuentes de radiación.
- c) Procedimientos de protección radiológica:
- procedimiento para el transporte de material radiactivo;
 - procedimiento para la gestión de fuentes en desuso;
 - procedimiento para la vigilancia radiológica de zonas;
 - procedimiento para la vigilancia radiológica del personal;
 - procedimiento para la recepción y almacenamiento de los equipos y fuentes;
 - procedimiento para las pruebas de hermeticidad de las fuentes;
 - procedimiento para la notificación e investigación de situaciones de emergencia y las exposiciones accidentales;
 - procedimiento para la operación del equipo de Radiografía Industrial;
 - procedimientos operacionales de emergencia; y
 - procedimiento para la señalización de zonas durante trabajos radiográficos.

III. Aspectos a incluir en los procedimientos a elaborar

A continuación se brindan consideraciones acerca del contenido de algunos de los procedimientos antes mencionados.

➤ *Procedimientos para la compra y contratación de servicios reparación de equipos de Radiografía Industrial.*

1. Deberán definirse las necesidades que el equipo ha de satisfacer y las especificaciones técnicas que debe cumplir sobre la base de la experiencia del personal involucrado en el proceso.
2. El contrato de adquisición del equipo deberá especificar el conjunto de partes y piezas de repuesto incluidos.
3. El contrato de adquisición del equipo deberá incluir la relación de suministro de partes y piezas de repuesto por el suministrador, el suministro de nuevas fuentes y el regreso de la fuente a su país de origen, según corresponda.
4. Las especificaciones técnicas han de figurar en los documentos de compra.

5. Durante la ejecución de las pruebas de aceptación, se prestará atención a limitar la influencia del fabricante.
6. El contrato de adquisición deberá establecer claramente la responsabilidad del suministrador para solucionar las no conformidades derivadas del proceso de aceptación.
7. Solicitud al fabricante/suministrador de los documentos establecidos en la Resolución 25/98.

➤ *Procedimiento para el control médico.*

1. Deberán registrarse las fechas de los exámenes médicos especializados, y psicofísicos realizados a los Operadores, Asistente Operador y Responsable de Protección Radiológica así como el dictamen médico;
2. Los exámenes médicos periódicos deberán ser realizados con una periodicidad no mayor de 1 año y las fechas de su realización y resultados ser registrados en los expedientes radiológicos individuales.

➤ *Procedimiento para la utilización de las fuentes y los equipos de Radiografía Industrial.*

El procedimiento deberá establecer, entre otros, los aspectos siguientes:

1. las personas que pueden manipular las fuentes y operar los equipos de Radiografía, enfatizando el alcance de su competencia en el uso de cada equipamiento radiográfico;
2. la secuencia detalladas de operaciones a seguir, para el uso del equipo de Radiografía;
3. instrucciones que aseguren que cuando se proceda a realizar una exposición radiográfica, no esté ningún personal dentro del recinto de irradiación o zona de exposición;
4. la realización de verificaciones para comprobar el estado técnico del equipamiento y el registro de los resultados;
5. instrucciones claras y concisas para abordar situaciones incidentales o accidentales derivadas de un funcionamiento incorrecto del equipamiento de Radiografía; y
6. examen del completamiento de los accesorios.

➤ *Procedimiento para la verificación de los dispositivos de seguridad asociados al equipo e instalaciones fijas de Radiografía.*

El procedimiento deberá incluir:

1. identificación de los sistemas y dispositivos de seguridad;
2. identificación del personal encargado de llevar a cabo los controles;
3. instrucciones para el control del funcionamiento de los enclavamientos mecánicos o eléctricos, señalizaciones, alarmas lumínicas o sonoras e interruptores de seguridad;
4. frecuencia de realización de cada uno de los controles previstos;
5. registro de los controles periódicos realizados, las anomalías encontradas y las medidas correctivas tomadas; y

6. medidas correctivas inmediatas en caso de detección de mal funcionamiento de algún dispositivo de seguridad.

➤ *Procedimiento para la verificación de los detectores de radiaciones.*

El objetivo de este procedimiento es asegurar las condiciones adecuadas de verificación del instrumental destinado a la vigilancia radiológica. Para ello el procedimiento deberá incluir como mínimo los aspectos siguientes:

1. la identificación de los responsables para que realicen la verificación de los instrumentos (Responsable de Protección Radiológica);
2. el establecimiento de la frecuencia de calibración y verificación, así como de los métodos a utilizar;
3. el aseguramiento de una calibración y verificación del instrumental destinado a la vigilancia radiológica realizada en laboratorios de calibración dosimétrica reconocidos por la Autoridad Reguladora, contando con los correspondientes certificados de calibración que incluyan factores de calibración o coeficientes para una o más calidades de haz y que especifiquen parámetros tales como: linealidad de la respuesta, efectos de pérdida, etc.; y
4. la necesidad de llevar registros de las calibraciones efectuadas.

➤ *Procedimiento para el mantenimiento y verificación de equipos de Radiografía Industrial.*

El procedimiento del mantenimiento y verificación de equipos de Radiografía Industrial debe constituir un verdadero programa de mantenimiento preventivo y correctivo. Para el procedimiento deberán incluir como mínimo, los aspectos siguientes:

1. identificación del personal responsable por la ejecución del Programa de Mantenimiento y la realización del control de equipos y accesorios de radiografía;
2. notificación al Responsable de Protección Radiológica cada vez que se realice algún mantenimiento;
3. una clara delimitación de las personas que pueden llevar a cabo las tareas especiales de mantenimiento (cambio de fuentes, etc.);
4. establecimiento de un Plan de Mantenimiento Preventivo de equipos que contemple las frecuencias y aspectos recomendados por el fabricante (Manual de Mantenimiento) y un cronograma adecuado de inspección y verificación;
5. la verificación del correcto funcionamiento de los equipos;
6. la verificación de las condiciones de los accesorios; y
7. conservación de los registros de mantenimiento, inspección y verificación durante la vida útil de los equipos.

➤ *Procedimiento para la recepción y almacenamiento de los equipos y fuentes.*

El objetivo de este procedimiento es ejercer un control permanente sobre las fuentes selladas desde su recepción hasta su transferencia o evacuación como fuente en desuso, a fin de asegurar que no se produzcan robos, extravíos o traslados no autorizados y que el

inventario radiactivo coincida con el autorizado. Para ello el procedimiento deberá incluir como mínimo los aspectos siguientes:

1. identificación del personal autorizado para la compra y recepción de las fuentes;
2. instrucciones claras para la recepción de las fuentes, la inspección visual del embalaje, el monitoreo de los niveles de la radiación externa y la contaminación removible, así como la verificación de contenidos de los bultos y el monitoreo de los embalajes vacíos;
3. necesidad de realizar inventarios físicos de fuentes radiactivas; y
4. garantía de que al término de su uso, las fuentes radiactivas serán evacuadas según las condiciones del contrato y en correspondencia con la autorización que a tales efectos se requiere.

➤ *Procedimiento para la seguridad y protección física de los equipos y fuentes de Radiografía.*

El objetivo de este procedimiento es especificar las medidas a ser tomadas para prevenir robos, extravíos, usos no autorizados o daños a los mismos así como las dirigidas a garantizar que no se produzcan accesos de personas no autorizadas a zonas controladas; entre estas medidas se incluyen las siguientes:

1. establecimiento de restricciones de acceso y barreras físicas;
2. condiciones de seguridad para la tenencia de las fuentes, tales como: depósitos de almacenamiento con llave, acceso a las llaves sólo por personal autorizado, desconexión de paneles de alimentación al finalizar el uso de equipos, etc.; y
3. instrucciones para el personal de vigilancia en caso de situaciones anormales que afecten la seguridad de las fuentes radiactivas.

➤ *Procedimiento para las pruebas de la hermeticidad de las fuentes.*

El procedimiento deberá establecer:

1. los métodos a emplear para la toma de muestra en la prueba de frotis;
2. que los frotis deben ser tomados con la precaución adecuada para minimizar la exposición a la radiación y la diseminación de la contaminación;
3. los criterios de aprobación para considerar que una fuente se encuentra exenta de fuga de material radiactivo;
4. el registro y conservación, por al menos dos años, de los ensayos de hermeticidad indicando: fabricante de la fuente, modelo y número de serie, número de certificado de origen, actividad detectada, fecha de realización del ensayo y nombre de la persona e institución que realizó el análisis;
5. que en caso de detectarse fuga, la fuente deteriorada deberá ser retirada de su uso y almacenada en un lugar seguro, notificándolo de inmediato a la Autoridad Reguladora;
6. que las pruebas de hermeticidad de la fuente pueden ser realizadas por personal de la institución o contratando los servicios de una entidad reconocida por la Autoridad Reguladora para estos fines; y

7. la necesaria utilización de sistemas de medición con la sensibilidad apropiada; el límite de detección de los instrumentos de medición deberá ser menor de 5 Bq;

➤ *Procedimiento para la vigilancia radiológica del personal.*

El procedimiento deberá establecer:

1. las personas que deberán usar dosímetro personal;
2. el tipo de dosímetro en correspondencia con la tarea realizada;
3. las condiciones de uso de los dosímetros personales indicando cuándo, dónde y cómo utilizarlos;
4. la conservación de los dosímetros cuando no estén en uso para evitar usos indebidos, extravíos o deterioros;
5. la frecuencia de recambio y lectura de los dosímetros;
6. las investigaciones y acciones a emprender cuando se sospeche que un trabajador recibió una exposición elevada;
7. el control médico periódico incluyendo los casos de accidentes. Se indicará cómo se lleva a cabo la vigilancia médica de los trabajadores ocupacionalmente expuestos y el servicio médico especializado que lo efectúa;
8. la necesidad de mantener registros de las dosis del personal y llevar a cabo la evaluación de las mismas tomando en consideración los niveles de registro e investigación y las restricciones establecidas en la presente Guía;
9. la obligatoriedad de informar al personal sobre las dosis incurridas; y
10. la elaboración y actualización de los expedientes radiológicos individuales de cada trabajador ocupacionalmente expuesto.

➤ *Procedimiento para la vigilancia radiológica de zonas.*

El procedimiento deberá establecer:

1. el establecimiento y la determinación de las zonas para la exposición radiográfica;
2. el método para controlar el acceso al recinto blindado y las señalizaciones utilizadas;
y
3. la delimitación, señalización, control de acceso y vigilancia radiológica de la zona cuando la práctica se realice fuera de recintos blindados.

➤ *Procedimiento para el control de fuentes de radiación.*

El procedimiento deberá establecer:

1. indicar el responsable de su ejecución (inventario, localización, prueba de fuga, etc.);
2. la gestión de las fuentes y equipos en desuso (registro, notificaciones, etc.); y
3. movimiento de fuentes.

➤ *Procedimiento de actualización de registro y su periodicidad.*

Este procedimiento deberá establecer, entre otros aspectos, los siguientes:

1. el control de la documentación, incluyendo una descripción de la metodología utilizada por el Responsable de Protección Radiológica, de manera que se garantice el mantenimiento de los registros generados por la implementación del Programa de Protección Radiológica; y
2. indicar los datos que serán registrados, el formato para su registro, así como los informes que deben generarse y su periodicidad.

ANEXO III.I
CONTENIDO MINIMO DEL CURSO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN
RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

1. Estructura atómica:

- a) estructura del átomo; características; número atómico y número de masa; nucleidos; isótopos; tabla de nucleidos;
- b) materia; sustancia; átomo; molécula; peso atómico; masa atómica.

2. 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.

3. Interacción de la radiación con la materia:

- a) conceptos generales; ionización; excitación; 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”.

4. Principios de detección de la radiación:

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

5. 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;
- e) Radiación X; radiación neutrónica y gamma; fuentes gamma; fuentes puntuales; equilibrio electrónico; constante gamma de radiación; cálculo de la dosis y de la

dosis equivalente ambiental;

6. 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.);
- d) atención médica; control médico radiosanitario y conducta médica en caso de accidente radiológico.

7. Criterios y normas de protección radiológica:

- a) criterios de protección radiológica; justificación y optimización de la práctica; límites de dosis para los trabajadores ocupacionalmente expuestos y miembros del público; restricción de dosis;
- b) protección radiológica en Radiografía Industrial; criterios de diseño y operacionales vinculados con los equipos, fuentes e instalaciones de Radiografía;
- c) situaciones anormales; planificación, preparación y respuesta a emergencias radiológicas en Radiografía Industrial;
- c) transporte y almacenamiento de equipos y fuentes;
- d) gestión de fuentes en desuso y desechos radiactivos;
- e) disposiciones jurídicas, técnicas y de procedimiento vigentes en el país;
- f) aspectos de cultura de seguridad.

8. Fundamentos de cálculo de blindajes:

Blindaje para radiación X, gamma, y neutrónica; 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.

9. Evaluación de accidentes:

- a) reconstrucción de accidentes; evaluación dosimétrica; informes;
- b) descripción de diversos accidentes ocurridos en la práctica de Radiografía Industrial, sus causas, consecuencias y lecciones aprendidas.

10. 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, delimitación, señalización, etc.);
- h) verificación de condiciones de seguridad del equipo;
- i) mantenimiento de equipos, accesorios e instrumental; verificaciones periódicas operacionales;
- j) procedimientos de emergencia (sobree xposiciones, mal funcionamiento de equipos y accesorios, daño, pérdida y robo de fuentes, recuperación de fuentes, etc.);
- k) transporte y almacenamiento de equipos; y
- m) confección de registros del movimiento de fuentes y equipos.

8. Documentación vigente en la entidad

- Aspectos esenciales relacionados con el Informe de Seguridad y Manual de Seguridad Radiológica incluyendo las condiciones de vigencia de las autorizaciones.
- Referencia a la presente Guía.