

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 1/20</p>
--	---	---

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVO

2. ALCANCE

3. DEFINICIONES

4. REQUERIMIENTOS GENERALES

5. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

6. REQUISITOS DE SEGURIDAD

Requisitos de diseño
Requisitos Operacionales
Transporte de fuentes radiactivas
Seguridad física
Mantenimiento

7. EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

Establecimiento de áreas de trabajo
Dosimetría personal
Vigilancia radiológica de las áreas de trabajo
Investigación y comunicación

8. EXPOSICIÓN AL PÚBLICO

9. EXPOSICIÓN POTENCIAL

10. EMERGENCIAS

11. GESTIÓN DE CALIDAD

ANEXO I. REQUISITOS PARA OBTENER
LICENCIAS EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

ANEXO II. REQUISITOS PARA LA LICENCIA
INDIVIDUAL

ANEXO III. FUNCIONES DEL PERSONAL DE
RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

ANEXO IV. PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN
EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PARTICIPANTES

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 2/20</p>
--	---	---

0. INTRODUCCIÓN

La Radiografía Industrial es una práctica que involucra el uso de fuentes de alta intensidad que pueden exponer a personas a altas dosis de radiación, por lo que deben fijarse requisitos específicos de seguridad y protección para garantizar que las dosis y riesgos se mantengan dentro de un nivel apropiado, en concordancia con las regulaciones legales vigentes.

1. OBJETIVO

101. Establecer los requisitos de seguridad radiológica para la práctica de Radiografía Industrial.

2. ALCANCE

201. La norma es aplicable a las actividades de radiografía industrial que se realicen o vayan a realizar en el territorio nacional.

3. DEFINICIONES

301. Para objeto de la presente norma se aplican las siguientes definiciones:

Bulto radiactivo.

Es el equipo o contenedor con la fuente radiactiva, tal como se presenta para su transporte.

Contenedor.

Recipiente blindado aprobado por la OTAN, para almacenar o transportar fuentes radiactivas.

Gammagrafía industrial

Técnica de radiografía industrial en la que se utiliza los rayos gamma de una fuente radiactiva sellada.

Índice de transporte

Es el nivel de radiación en unidades de mSv/h a una distancia de 1 m de las superficies externas del bulto, multiplicado por 100.

Instalación fija

Instalación donde se utiliza un equipo de radiografía industrial autorizado, dentro de un recinto blindado.

Instalación móvil

Cualquier ubicación, diferente de una instalación fija, donde se almacenan y operan equipos de radiografía industrial autorizados. También se denomina radiografía móvil o de campo.

Licencia

Autorización concedida por la OTAN a una persona natural o jurídica para realizar una actividad con fuentes de radiación ionizante o relacionada con ellas.

OTAN

Oficina Técnica de la Autoridad Nacional, encargada de emitir las licencias y autorizaciones, así como inspeccionar y aplicar sanciones a infracciones a la normativa vigente en seguridad radiológica.

Radiografía industrial

Ensayo no destructivo en el que se utiliza las radiaciones ionizantes, tales como los rayos gamma o X, para obtener imágenes radiográficas en objetos, sin destruirlos.

Sobreenvase.

Es un recipiente metálico que se usa para introducir el bulto radiactivo para facilitar su manipulación, acarreo y estiba.

Titular de licencia

Persona natural o jurídica autorizada para realizar actividades específicas con fuentes de radiación ionizante y responsable de la seguridad radiológica y física de la instalación radiactiva.

4. REQUERIMIENTOS GENERALES

401. La práctica de radiografía industrial y otras actividades asociadas a ella, debe contar con una autorización de la OTAN, conforme con las disposiciones de la Ley 28028 – Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante, Ley N° 27757, el Reglamento de la Ley 28028 (D.S. No. 039-2008-EM), el Reglamento de Seguridad Radiológica (D.S. No. 009-97-EM) y otros dispositivos legales aplicables.

402. Las autorizaciones se conceden para la actividad y fuentes o equipos específicamente indicados, con sujeción a condiciones y límites

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 3/20</p>
--	---	---

específicos que deberán cumplirse en el modo y oportunidad prescritos.

403. La transferencia de equipos y fuentes de gammagrafía industrial, por cualquier modalidad, debe ser previamente notificada a la OTAN, quien la autorizará solamente cuando se realice entre Titulares que posean la correspondiente licencia vigente.

404. El personal que opere o manipule los equipos requiere una licencia individual vigente.

405. Las modificaciones que se efectúen en la instalación deben ser autorizadas conforme lo establecido en el Reglamento de la Ley 28028.

4.1 Licencias de instalación

406. La Licencia de Construcción, Operación o Cierre debe ser solicitada presentando la documentación que se indica en el Anexo I, según corresponda.

407. La Licencia de operación deberá ser revalidada para mantener su vigencia, cumpliendo con los requisitos señalados en el Anexo I.

408. El Titular de la Licencia debe notificar a la OTAN, con una anticipación no menor a 30 días calendario, el cese definitivo de sus operaciones y solicitar la correspondiente licencia de cierre remitiendo la información indicada en el Anexo I.

4.2 Licencias individuales

409. Las licencias individuales para Radiografía Industrial son:

- a) Operador
- b) Oficial de Protección Radiológica

410. Las licencias individuales deben solicitarse y revalidarse cumpliendo los requisitos indicados en el Anexo II.

5. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

501. El Titular de la Licencia es responsable de los equipos y fuentes de radiaciones declarados a su cargo, desde su llegada a la instalación hasta que sea entregado a la Planta de Desechos Radiactivos o sea devuelto al fabricante.

502. El Titular de la licencia debe asegurar que se cumplan las funciones indicadas en el Anexo III de la presente norma, para lo cual debe disponer de suficiente cantidad de personal con la correspondiente licencia individual. Un operador no podrá manejar dos equipos en forma simultánea ni operar.

503. La función del oficial de protección radiológica puede ser desarrollada por un operador, siempre que también haya obtenido la licencia de oficial de protección radiológica.

504. En el caso de contar con asistentes de operación, estos deben estar debidamente capacitados en protección radiológica para la práctica.

505. El personal operador y el oficial de protección radiológica deben estar instruidos en los procedimientos de su instalación y conocer las condiciones y límites de la licencia.

506. El Titular de la licencia debe contar con un programa de protección radiológica aplicable a sus operaciones de radiografía industrial, cuyo cumplimiento deberá ser supervisado.

507. El Titular de la licencia debe disponer que se lleve a cabo un programa de vigilancia médica de los trabajadores expuestos a su cargo, para asegurar que sus condiciones de salud se mantienen compatibles con el trabajo con radiaciones que desarrolla en su instalación.

508. En el caso de cierre de la instalación, el Titular de la licencia deberá asegurar que se cumplan todas las provisiones de seguridad para garantizar que todas las fuentes hayan sido gestionadas adecuadamente, no queden fuentes o radiactividad remanentes en la instalación y que el personal esté adecuadamente protegido durante las operaciones de cierre.

6. REQUISITOS DE SEGURIDAD

6.1 Requisitos de diseño

6.1.1 Diseño de fuentes y equipos de gammagrafía industrial

601. Las fuentes radiactivas selladas que se utilicen en gammagrafía industrial deben contar

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 4/20</p>
--	---	---

con el certificado correspondiente que acredite que cumplen la norma ISO 2919 o equivalente.

602. El equipo utilizado en gammagrafía, incluyendo cada dispositivo de exposición radiográfica, portafuente y todos los equipos auxiliares debe cumplir con la norma ISO 3999 o su equivalente.

603. El equipo de gammagrafía debe tener adherido un rótulo durable, legible y claramente visible donde se identifique:

- a) El símbolo de las radiaciones ionizantes.
- b) La palabra **RADIATIVO** de no menos de 10 milímetros de altura.
- c) Símbolo químico y de número de masa del radioisótopo;
- d) Actividad de la fuente y fecha de medición;
- e) Marca, modelo y número de serie de la fuente sellada;
- f) Marca, modelo y número de serie del equipo;
- g) Capacidad máxima del equipo.

604. El diseño de los equipos, fuentes selladas y componentes asociados no deben ser modificados o usados con componentes diferentes a los de fábrica, a menos que sea previamente autorizado por la OTAN.

605. El equipo que opere con la fuente fuera del blindaje debe contar con tubo guía, portafuente y telemando que cumplan lo siguiente:

- a) el acoplamiento entre la fuente y el cable de control debe estar diseñado de tal manera que se prevenga la desconexión de la fuente al moverse en el tubo guía;
- b) el equipo debe permitir guardar y trabar la fuente en la posición blindada, al ser devuelta a esta posición. Este sistema de seguridad deberá poder ser liberado solo mediante una operación voluntaria realizada en el equipo;
- c) las aberturas para la salida o retorno de la fuente deben poseer coberturas protectoras o tapas de seguridad, cuando se encuentren almacenados o sean transportados;
- d) el telemando debe tener una longitud no menor de 7,5 m y el tubo-guía una longitud no menor de 7 m.
- e) el tubo-guía debe estar sellado en su extremo final, para evitar la salida de la fuente.

606. Los contenedores para el recambio de fuentes deben poseer un sistema que asegure

que la fuente no escape accidentalmente del contenedor.

607. Los niveles de radiación en los equipos de gammagrafía industrial y los contenedores de recambio de fuentes, no deben exceder de 2 mSv/h en contacto y 0,1 mSv/h a 1 m de la superficie.

608. Los equipos de gammagrafía industrial cuya antigüedad sea mayor a 15 años deberán ser sometidos a un mantenimiento total certificado por el fabricante, antes de permitirse su funcionamiento.

609. El telemando y el tubo guía deberán ser inspeccionados periódicamente, no debiendo usarse los que estén deteriorados o muestren señales de una operación inadecuada.

6.1.2 Diseño de equipos de rayos X

610. El equipo de rayos X debe satisfacer la norma Comisión Electrotécnica Internacional IEC-204 o su equivalente.

611. El equipo debe contar con un panel de control que:

- a) permita operarlo desde el exterior del recinto de irradiación, en el caso de instalaciones fijas;
- b) posea un rótulo con el símbolo de las radiaciones ionizantes;
- c) posea un dispositivo de seguridad que impida su uso no autorizado o la realización de exposiciones en forma accidental;
- d) tenga señales que indiquen cuando el equipo está en preparación para el disparo y cuando está emitiendo radiación;
- e) tenga mandos para efectuar y detener la exposición, así como para el control del haz de radiaciones;
- f) muestre los parámetros de operación del equipo como la tensión (kilovoltaje), la intensidad (mili Amperios) y el tiempo.

612. Los cables de mando el equipo deben poseer longitudes no menores a 20 metros para equipos portátiles de hasta 300 kV. Esta longitud debe incrementarse conforme aumente la tensión del tubo.

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 5/20</p>
--	---	---

613. La tasa de fuga de radiación del tubo de rayos X no debe exceder de 1 mGy/h a un metro.

614. El tubo de rayos X debe contar con soportes para asegurar que se mantenga en su posición mientras se efectúe la exposición.

6.1.3 Requisitos adicionales para equipos que trabajan bajo agua

615. Además de los requisitos indicados en los párrafos 601 – 614, los equipos que se utilicen bajo agua deben estar diseñados y certificados para resistir esas condiciones ambientales y de presión, debiendo llevar indicado la máxima profundidad a la cual pueden trabajar en forma segura.

6.1.4 Requisitos adicionales para equipos Crawler

616. Los equipos de tipo crawler deben disponer de todos los dispositivos de mando correctamente operativos, así como señales apropiadas que indiquen su movimiento y ubicación dentro de la tubería.

6.1.5 Requisitos de una instalación fija

617. El recinto de irradiación de una instalación fija debe poseer blindajes de modo que asegure que la tasa de dosis en los lugares protegidos no excedan de 0,1 mSv/semana para áreas ocupadas por trabajadores expuestos y 0,02 mSv/semana para áreas donde se encuentre el público. Este diseño debe considerar la máxima carga de trabajo y factor de ocupación.

618. El recinto de irradiación debe ser exclusivo para la operación y almacenamiento de equipos y fuentes de Radiografía Industrial.

619. El acceso al recinto de irradiación debe poseer:

- a) una barrera de protección y dispositivos que prevengan el ingreso de personas al recinto durante la operación del equipo
- b) una alarma luminosa que se active durante la operación del equipo y que sea accionada por un detector de radiación ubicado en el recinto, y una alarma acústica que se active al abrirse la puerta del recinto durante la exposición.

c) dispositivos de seguridad física que impidan el retiro o utilización de los equipos por personas no autorizadas.

d) señales reglamentarias que indiquen el peligro.

620. La instalación fija debe estar localizada en zonas donde la presencia de personas del público sea escasa o esporádica.

6.1.6 Almacenamiento de fuentes y equipos de gammagrafía industrial

621. Los equipos y fuentes de gammagrafía industrial deben guardarse en un depósito o depósitos adecuados que estén ubicados dentro de un almacén autorizado, mientras no estén en uso.

622. El almacén de equipos y fuentes no debe estar situado en áreas donde exista presencia permanente de personas que puedan impedir o retardar cualquier acción de emergencia o que pueda agravarla. Está prohibido almacenar equipos y fuentes en viviendas familiares.

623. El almacén debe estar separado físicamente de otros ambientes, estar señalizado y poseer una puerta lo suficientemente sólida con cerradura o candado, para prevenir intrusiones, así como disponer de extintores contra incendios.

624. El depósito de los equipos debe:

- a. Ser de uso exclusivo y tener una capacidad adecuada a la cantidad de equipos que se almacenen.
- b. Tener una altura y área suficientemente amplias para colocar los equipos sin apilarlos.
- c. Tener una puerta o tapa metálica con cerradura o candado para impedir el retiro no autorizado de los equipos.
- d. Estar protegido para evitar daños mecánicos e inundaciones.
- e. No colindar ni estar junto con materiales inflamables, explosivos o que causen oxidación.
- f. Contar con un blindaje tal que la tasa de dosis en el exterior no sea mayor a 10 μ Sv/h.
- g. Poseer señales legibles con el símbolo de las radiaciones ionizantes y carteles que indiquen: PELIGRO. MATERIAL RADIATIVO.
- h. Contar con una alarma sonora que se active ante una intrusión no autorizada.

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	IR.001.2009 Página: 6/20
---	--	---

625. Los equipos móviles que se usen en el campo, deben guardarse temporalmente en un depósito que satisfaga los criterios del párrafo 624, excepto la parte h, o dentro de una caja metálica con cerradura o candado, en un área o lugar específico del emplazamiento debidamente señalizado y resguardado para prevenir robos o usos no autorizados.

626. No se debe almacenar los equipos en vehículos.

627. Las fuentes radiactivas y equipos en desuso deben almacenarse en los depósitos autorizados del Titular de la licencia, debiendo señalizarse con una etiqueta que indique su condición.

628. Las fuentes radiactivas en desuso deben ser devueltos al fabricante o enviarlos a la Planta de Gestión de Desechos Radiactivos del IPEN, en un plazo no mayor a 90 días de haber sido declaradas en desuso, debiendo notificarse el hecho a la OTAN.

629. Los equipos de gammagrafía industrial que poseen un blindaje de uranio empobrecido, deben ser declarados obligatoriamente a la OTAN, aun cuando no posean una fuente radiactiva en su interior. Estos equipos no podrán ser desechados o abandonados y serán entregados al IPEN para su almacenamiento definitivo una vez que sean declarados en desuso o en su defecto ser exportados.

6.2 Requisitos operacionales

630. Los equipos y fuentes deben ser manipulados y operados conforme con los procedimientos aprobados por el Titular de la licencia.

631. Debe establecerse un área controlada que esté limitada por barreras físicas apropiadas y señalizada reglamentariamente, debiendo controlarse su acceso para prevenir la exposición inadvertida de personas ajenas a la operación.

632. Se debe utilizar blindaje adicional, colimadores y accesorios adecuados siempre que sea posible y compatible con la técnica radiográfica.

633. La operación radiográfica debe ser efectuada, como mínimo, con un operador y un

oficial de protección radiológica que posean licencia. Los asistentes podrán realizar operaciones radiográficas solamente bajo supervisión de personal con licencia, no debiendo ser rutinarias, y solamente con fines de entrenamiento.

634. En el caso de operaciones en vías o áreas públicas, se debe comunicar a la OTAN, con una anticipación no menor de 48 horas, la fecha de inicio de las mismas, incluyendo las medidas de seguridad radiológica y física, las tareas a efectuar, la fecha de término de las operaciones y las disposiciones especiales a adoptar para la protección de operadores y público.

635. El oficial de protección radiológica y los operadores deben instruir sobre el riesgo de las radiaciones a las personas que sean ajenas al trabajo con radiaciones, pero que se encuentren trabajando en áreas vecinas, debiendo coordinar previamente las labores y tiempos de radiografiado con estas áreas. Esto debe hacerse especialmente en caso de radiografía móvil.

636. Durante las operaciones radiográficas debe disponerse del siguiente equipo de emergencia:

- a) detector de radiación con alarma audible;
- b) dosímetros de lectura directa;
- c) pinzas de 1 a 2 metros;
- d) desarmadores;
- e) balizas y lámparas de mano;
- f) blindajes móviles apropiados;
- g) blindaje semicilíndrico;
- h) cronómetro

637. Las fuentes radiactivas selladas así como los equipos que contienen uranio empobrecido como blindaje, deben ser sometidos anualmente a una prueba de contaminación removible o prueba de fuga de material radiactivo, de acuerdo a la norma ISO 9978. En el caso de un incidente en el cual se pudiera haber dañado la fuente radiactiva, esta prueba será previa a la reutilización del equipo y fuente radiactiva.

638. El recambio de fuentes debe ser efectuado utilizando los contenedores y accesorios diseñados específicamente para este propósito, siguiendo procedimientos escritos y aprobados, y por personal con Licencia Individual para este fin.

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	IR.001.2009 Página: 7/20
---	--	---

639. En el lugar de operación deben estar disponibles como mínimo, los siguientes documentos:

- a) Copia de la licencia de operación, sus condiciones y límites, así como las licencias del personal.
- b) Los registros de las operaciones.
- c) Los procedimientos de operación.
- d) Plan de Emergencias.
- e) Los certificados de calibraciones de los detectores y dosímetros y certificados de las fuentes y sus pruebas de fuga.

6.3 Transporte de fuentes radiactivas

640. El transporte de equipos con fuentes radiactivas por cuenta propia debe efectuarse cumpliendo los siguientes requisitos:

- a) la actividad de la fuente no debe ser mayor a la capacidad del contenedor o equipo
- b) las fuentes deben estar dentro del equipo o contenedor, trabadas en posición blindada y sin las llaves puestas;
- c) el equipo o contenedor debe estar colocado dentro de un sobre-envase metálico, el mismo que estará asegurado al medio de transporte, cerrado con candado y con la llave a cargo del responsable;
- d) el nivel de radiación en contacto con el bulto no debe ser mayor a 2 mSv/h;
- e) el nivel de radiación a 1 metro del bulto no debe exceder 0,1 mSv/h;
- f) el nivel de contaminación removible en el bulto no debe ser mayor a 4 Bq/cm² ;
- g) la distancia entre personas y el bulto no debe ser menor a 1,5 metros.
- h) debe contarse con instrucciones para los casos de emergencia previstos, así como los teléfonos para notificar el accidente
- i) deben estar acompañados de un operador con licencia o responsable designado por el Titular de Licencia
- j) no debe efectuarse almacenamientos intermedios entre el punto de partida y el de destino, salvo casos debidamente justificados.

641. El transporte terrestre de equipos radiactivos debe se efectuado solamente en un vehículo exclusivo o en un vehículo registrado para transportar materiales peligrosos. Para el transporte aéreo o marítimo el bulto debe cumplirse con las provisiones del párrafo 640,

excepto los puntos i) y j).

642. El bulto debe estar etiquetado de acuerdo a la categoría del transporte, conforme con lo siguiente:

- a) Categoría I:
 - i) radiación en contacto: menor o igual a 5 μ Sv/h;
 - ii) radiación a 1 m igual a 0.
- b) Categoría II:
 - i) radiación en contacto: mayor a 5 μ Sv/h pero menor o igual a 0,5 mSv/h;
 - ii) radiación a 1 m menor o igual a 10 μ Sv/h.
- c) Categoría III:
 - i) radiación en contacto: mayor a 0,5 mSv/h pero menor o igual a 2 mSv/h;
 - ii) radiación a 1 m mayor a 10 μ Sv/h pero menor o igual a 0,1 mSv/h.

643. Durante el transporte terrestre, el vehículo no deberá permanecer en la vía pública sin estar bajo la vigilancia del operador o responsable del transporte designado por el Titular de la Licencia.

644. Cada vez que se realice un transporte de las fuentes y equipos dentro del país, el Titular de la Licencia debe remitir una comunicación al IPEN con 24 horas de anticipación, en la que se indique la fecha, los datos del equipo y fuente que se transportará, el medio de transporte, nombre y licencia del responsable del transporte, lugar de destino, período de permanencia y fecha prevista de retorno.

6.4 Seguridad física

645. Las instalaciones fijas y móviles, depósitos y almacenes temporales de los equipos y fuentes radiactivas, deben contar con todos los medios y medidas de seguridad física necesarios para prevenir su retiro o su uso no autorizado. Para el diseño de las medidas se debe tener en consideración las amenazas estimadas en el área de operación o almacenamiento.

646. Las fuentes y equipos de radiaciones no deben dejarse sin vigilancia en ningún momento.

647. Las llaves de los equipos y almacén deben mantenerse en un lugar seguro y bajo control directo de un responsable específicamente designado.

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 8/20</p>
--	---	---

648. Debe efectuarse un inventario semanal de los equipos y fuentes radiactivas, manteniendo actualizado el registro de las mismas.

649. La información sobre la ubicación, características y transporte de fuentes radiactivas deberá estar protegida adecuadamente, limitando su disponibilidad a personas autorizadas por el Titular.

650. Los equipos y fuentes radiactivas móviles deberán estar bajo vigilancia permanente, mientras se encuentren en operación.

651. El transporte de equipos y fuentes radiactivas debe considerar la posibilidad de robo o sabotaje de los mismos y prever medidas para su protección.

6.5 Mantenimiento

652. Se debe contar con un programa de mantenimiento de los equipos, concordante con lo especificado por el fabricante.

653. El programa de mantenimiento debe considerar como mínimo lo siguiente:

- a) verificación de las conexiones;
- b) verificación del estado y operatividad del telemando y tubo guía;
- c) verificación de los dispositivos de bloqueo del movimiento de la fuente;
- d) detección de niveles de exposición en el exterior de los contenedores y equipos;
- e) verificación del estado de la identificación de contenedores y equipos, previéndose su reparación en caso de deterioro.
- f) verificación de dosímetros y detectores.

7 EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

7.1. Establecimiento de áreas de trabajo

701. Las áreas de trabajo se establecerán de manera que, en sus contornos, no se exceda el límite reglamentario correspondiente. El operador deberá establecer el valor de la tasa de dosis referencial para vigilar que se cumpla con este requisito, considerando todos los factores que influyan en la dosis final. Estas áreas deberán ser revisadas periódicamente para asegurar que mantienen su clasificación.

7.2. Dosimetría personal

702. El personal que intervenga o esté expuesto ocupacionalmente no debe recibir dosis mayores al límite reglamentario, debiendo aplicar medidas razonables de optimización. El control de la exposición ocupacional debe efectuarse mediante:

- a. Dosimetría personal provista por un servicio autorizado por la OTAN.
- b. Un dosímetro de lectura directa fiable con rango de 0 a 100 mSv y
- c. Un dosímetro con alarma acústica, para el caso de radiografía móvil.

703. El Titular de la licencia debe solicitar al trabajador el reporte de sus dosis recibidas en trabajos anteriores, antes que inicie sus labores.

704. El trabajador debe utilizar correctamente el dosímetro personal y devolverlo mensualmente para su lectura, lo que debe ser supervisado adecuadamente.

705. Los trabajadores sometidos a dosimetría deben ser puestos en conocimiento de su dosis mensual recibida de manera oportuna. Las dosis deben registrarse mensualmente y anualmente.

706. La lectura de los dosímetros de lectura directa deben registrarse diariamente en el cuaderno o registro de operación.

707. En caso que el dosímetro de lectura directa registre valores mayores a 2 mSv o en caso de sospecha de exposición accidental, debe enviarse rápidamente el dosímetro personal a la empresa proveedora autorizada, para su lectura inmediata. Mientras tanto el trabajador no podrá realizar trabajos con radiaciones. Este hecho debe ser registrado apropiadamente.

708. Cuando se extravíe un dosímetro personal, el Titular de Licencia debe disponer que se evalúe la dosis que pudo haber recibido la persona durante ese período y reportar el valor a la OTAN.

709. Los dosímetros de lectura directa y dosímetros con alarma acústica deben ser calibrados en forma anual o cuando se sospeche de mal funcionamiento, a través de un Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD).

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 9/20</p>
--	---	---

7.3. Vigilancia radiológica de las áreas de trabajo

710. Se debe llevar a cabo un programa de monitoreo rutinario de la radiación en las áreas de trabajo establecidas y en su contorno, durante las operaciones de radiografiado, así como en otras condiciones donde se requiera conocer los niveles de radiación presentes, debiéndose registrarse apropiadamente los valores.

711. El monitoreo debe efectuarse utilizando un detector de radiaciones adecuado, por cada grupo de trabajo en operación, que mida tasas de dosis entre 0 a 10 mSv/h dentro de una exactitud de $\pm 20\%$, con indicador de fuera de rango para tasas de dosis mayores.

712. Los detectores portátiles de radiación deben ser calibrados cada 12 meses, luego de un mantenimiento o cuando se sospeche de mal funcionamiento, a través de un Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD).

7.4. Investigación y comunicación

713. Cuando la dosis individual exceda de 2 mSv pero no supere los 20 mSv en un mes o cuando ocurra un evento anormal que deteriore o haya podido deteriorar las condiciones de seguridad radiológica, el Titular de la Licencia debe disponer la realización de una investigación para determinar las causas, así como las medidas correctoras necesarias de implementar. En este caso debe remitir a la OTAN un informe sobre la investigación dentro de los 30 días de ocurrido el evento, indicando además la forma en que se implementó las medidas correctoras.

714. El Titular de la Licencia debe informar a la OTAN de cualquier evento que haya causado o pudiera haber causado dosis mayores los límites establecidos en el Reglamento de Seguridad Radiológica. La notificación debe ser efectuada en plazo no mayor a 24 horas de ocurrido el evento, debiendo detener las operaciones en tanto se determinan las causas. Posteriormente, en no más de tres (03) días de ocurrido el evento, debe remitir un informe detallado del mismo, sus causas, sus consecuencias y las medidas correctivas implementadas. En este caso, la reanudación de las operaciones deberá hacerse previa autorización de la OTAN.

8 EXPOSICIÓN AL PÚBLICO

801. El Titular de la autorización debe asegurar y supervisar que se han implementado los medios de protección necesarios para que las fuentes de radiaciones a su cargo no produzcan dosis mayores a 1 mSv/año en personas del público que se encuentran en lugares próximos al área donde se realizan operaciones de radiografía industrial. Estas dosis deberán ser optimizadas de manera razonable.

802. En las operaciones de radiografía en instalaciones móviles deberán delimitarse claramente las áreas a las cuales no deben acceder miembros del público, así como vigilar y controlar adecuadamente su acceso.

803. Los niveles de radiación en las áreas de tránsito del público, deberán ser monitoreadas periódicamente durante las operaciones.

804. Las operaciones de radiografía industrial en ambientes o zonas de viviendas deberán ser temporales, debiendo aplicarse medidas especiales de protección para que las dosis no sean mayores a 0,3 mSv, durante toda la operación, en miembros del público.

9 EXPOSICIÓN POTENCIAL

901. Se debe evaluar la seguridad de las operaciones de radiografía industrial, tanto en operación normal como en condición accidental, considerando todos los modos de operación que pueda llevar a cabo el Titular de la instalación.

902. El Titular de la instalación debe identificar los posibles eventos que puedan conducir a exposiciones potenciales anormales, las medidas y procedimientos de seguridad a aplicar ante los eventos identificados, y estimar las consecuencias de los mismos, a fin de determinar la calidad y extensión de las medidas de seguridad y protección.

903. El Titular de la licencia deberá actualizar el informe de seguridad de la instalación de manera periódica, cuando existan situaciones operacionales no previstas o cuando se modifiquen las actividades para los que se solicitó la licencia.

<p align="center">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p align="center">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p align="center">IR.001.2009 Página: 10/20</p>
---	--	---

10 EMERGENCIAS

1001. El Titular de la Licencia debe contar con un plan de emergencias que considere todos los posibles accidentes radiológicos que pudieran ocurrir en sus operaciones de radiografía industrial.

1002. El Plan de Emergencia debe incluir los procedimientos para cada caso, con instrucciones concisas y fáciles de entender por las personas que responderán a la emergencia.

1003. El plan de emergencia debe incluir:

- a) alcance;
- b) identificación de los tipos de emergencias;
- c) niveles de actuación;
- d) notificación de la emergencia;
- e) organización y responsabilidades durante la emergencia;
- f) recursos disponibles;
- g) procedimientos de actuación;
- h) organizaciones externas de apoyo;
- i) ejercicios y entrenamiento;
- j) revisiones del plan;

1004. Los procedimientos de emergencia deben incluir los nombres y los números de teléfono de las personas identificadas en la respuesta de emergencia: Titular de la licencia, Oficial de Protección radiológica, médico, fabricante, servicios de emergencia, especialistas calificados y todos los que se encuentren en el directorio del Plan de Emergencias.

1005. Las operaciones de recuperación de fuentes deberán ser realizados por operadores que hayan recibido entrenamiento sobre ello.

1006. El plan de emergencia debe describir las acciones a ser tomadas como mínimo en los siguientes casos:

- a) fuente trabada en el tubo-guía, colimador o próxima a la entrada del contenedor de exposición;
- b) desconexión o rotura de la fuente del cable;
- c) pérdida de control de la fuente radiactiva.
- d) accidentes durante el cambio de fuentes.
- e) pérdida de integridad del equipo o de la fuente.
- f) accidente durante el transporte.
- g) incendio del almacén de equipos radiactivos.

- h) robo o pérdida de la fuente o del equipo.
- i) recojo involuntario de una fuente caída por un trabajador del área donde se está ejecutando el trabajo.
- j) ingreso inadvertido de público en área controlada durante la irradiación

1007. Se deben efectuar ejercicios de emergencia, como mínimo, una vez durante la vigencia de la licencia.

11 GESTION DE LA CALIDAD

1101. Debe disponerse de un programa de gestión de la calidad que incluya las actividades de adquisición de equipamiento, operación, mantenimiento y calibración de equipos, capacitación del personal, control de registros y de procedimientos.

1102. Los procedimientos obligatorios en radiografía industrial deben incluir:

- a) recepción, movimiento, almacenamiento y contabilidad de equipos y fuentes radiactivas;
- b) verificaciones previas, operación de equipos y verificaciones al finalizar la operación;
- c) determinación de áreas controladas y supervisadas;
- d) monitoreo radiológico en las operaciones, mantenimiento y almacenamiento;
- e) verificación e inventario de equipos y fuentes;
- f) chequeo de detectores de radiación;
- g) pruebas de fuga de material radiactivo;
- h) transporte de equipos y fuentes;
- i) supervisión de la aplicación del programa de protección;
- j) mantenimiento de equipos;
- k) investigación de eventos anormales;
- l) recambio de fuentes y gestión de fuentes gastadas;
- m) seguridad física de equipos y fuentes;

Para las instalaciones de rayos X e instalaciones fijas, no son aplicables los puntos a), e), g), h), l) y m).

1103. Los procedimientos y el Plan de Emergencia deben estar aprobados por el Titular de la Licencia, ser revisados regularmente y mantenerse actualizados. Las modificaciones que

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 11/20</p>
--	---	--

se realicen deberán ser informadas a la OTAN para su revisión.

1106. Todas las deficiencias u omisiones encontradas deben ser reportadas al Titular de la Licencia para su correspondiente corrección.

1104. Los registros deben estar elaborados de manera clara y legible, debiendo estar firmados por los operadores u oficiales de protección radiológica, según corresponda. Los registros obligatorios son los siguientes:

- a) Registro de la operación, que incluya datos del equipo, la fuente utilizada, operadores, oficiales de protección radiológica y asistentes de operación que trabajaron en el grupo, lugares donde se realizó el trabajo, desplazamientos, resultados del monitoreo en las operaciones, lecturas del dosímetro de lectura directa, eventos ocurridos durante la operación. Estos registros deben mantenerse por 5 años.
- b) Dosis individuales del personal, que deben ser mantenidos por 10 años luego de terminada la relación laboral;
- c) Historial médico del personal, deben ser guardados por 10 años luego de terminada la relación laboral;
- d) Inventario semanal de equipos y fuentes radiactivas;
- e) Movimiento de los equipos y las fuentes (entrega, recepción, exportación, transporte, transferencia, etc.);
- f) Certificados de calibración de los medidores de radiación y los dosímetros de lectura directa;
- g) Capacitación y actualización del personal;
- h) Registro de instrucción de personal no ocupacionalmente expuesto;
- i) Mantenimiento de los equipos;
- j) Pruebas de alarmas de las instalaciones permanentes;
- k) Pruebas de fuga de fuentes radiactivas y equipos de radiografía;
- l) Situaciones anormales;
- m) Supervisión interna;
- n) Gestión de fuentes radiactivas en desuso

Los registros mencionados desde el punto d) a la n) deberán ser conservados como mínimo por 3 años y estar disponibles para verificación de la OTAN.

1105. La aplicación del programa de protección y sus procedimientos deberá ser supervisada por el Oficial de Protección Radiológica.

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 12/20</p>
--	---	--

ANEXO I

REQUISITOS PARA OBTENER LICENCIAS EN RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

A. LICENCIA DE CONSTRUCCION

El representante legal de la entidad debe presentar solicitud dirigida a la OTAN, adjuntando la siguiente información:

1. Proyecto general de la instalación: Indicar la identificación del solicitante, ubicación, descripción de las características del diseño de la instalación y de las fuentes a utilizarse, carga de trabajo, sistemas y dispositivos de seguridad previstos. Adjuntar planos de la instalación.
2. Informe de seguridad radiológica y física: Análisis de las dosis normales que se recibirían, los accidentes previsibles y las dosis incurridas. Descripción de los medios de seguridad física previstos. Pruebas a realizarse antes de la operación.
3. Comprobante del pago de derechos de licencia de construcción de acuerdo a la tasa establecida por la OTAN.

B. LICENCIA DE OPERACIÓN

El representante legal de la entidad/empresa debe presentar solicitud dirigida a la OTAN, adjuntando la siguiente información:

1. Descripción de la instalación y fuentes de radiaciones.
 - a) Razón social de la entidad/usuario solicitante
 - b) Nombre y cargo del representante legal de la entidad
 - c) Dirección legal de la entidad (dirección, teléfono, fax, e-mail)
 - d) Dirección donde se encuentra el almacén principal de las fuentes.
 - e) Descripción del almacén y recinto de irradiación (instalaciones fijas) de las fuentes de radiaciones (dimensiones, material, espesores, áreas aledañas, clasificación de áreas, señales de advertencia, etc.) Adjuntar planos.
 - f) Características generales del almacén temporal de equipos radiactivos que se usan en trabajos en el campo (*para radiografía móvil*).
 - g) Características de la fuente de radiaciones
 - Rayos X : Marca, Modelo, No. de serie, tipo de equipo, kV máximo, mA máximo
 - Equipos gammagráficos: Marca, Modelo y No. de serie del contenedor; radioisótopo, actividad máxima. (*No presentar si es solo rayos X*)
 - Dispositivos para la manipulación / operación de los equipos (tubo guía, telemando, blindajes, etc.).
 - Previsiones para la disposición de las fuentes radiactivas agotadas (*No presentar si es solo rayos X*)
2. Informe de seguridad de la instalación y descripción de los equipos y dispositivos de protección (Adjuntar certificados de calibración de los detectores)
 - a) Niveles de dosis recibidos por los operadores y público en condiciones normales de trabajo
 - b) Descripción de eventos accidentales probables a ocurrir y medios técnicos de seguridad para prevenirlos o contrarrestarlos
 - c) Dosis probables a ser recibidas por operadores y público en caso de ocurrencia de accidentes.
 - d) Dispositivos de seguridad radiológica
 - blindajes móviles
 - dispositivos de transporte de equipos radiactivos (*No presentar si es solo rayos X*)
 - detectores portátiles (indicar número, marca, modelo, No. de serie, rango de medición)

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 13/20</p>
--	---	--

- dosímetros personales (indicar número de dosímetros personales, de lectura directa, dosímetros con alarma acústica, etc.)
 - señales de advertencia (sonoras y luminosas)
 - delimitación y control de accesos (balizas y acordonamientos, etc.)
 - kit de emergencia
- e) Describir los medios de seguridad física
- control de accesos
 - medios para impedir operación inadvertida de equipo de rayos X
 - llaves y seguros en el equipo radiactivo (*No presentar si es solo rayos X*)
 - candados y llaves en acceso a almacén
 - señales de alarma ante intrusiones (*no presentar en caso de rayos X*)
3. Informe sobre la organización, procedimientos de operación, protección, mantenimiento y plan de emergencias (Sección 1102 de la norma)
- a. Organización para la seguridad de las fuentes.
- b. Procedimientos para:
- chequeo, operación y recambio de las fuentes
 - inventario, contabilidad y movimiento de fuentes radiactivas (*No aplicable a rayos X*)
 - mantenimiento de los equipos
 - programa de protección radiológica (instrucciones, vigilancia radiológica, chequeo de detectores, pruebas de fuga, investigación de eventos)
 - seguridad física de los equipos (*No aplicable a rayos X*)
 - supervisión y auditoría interna
 - transporte de equipos radiactivos (*No aplicable a rayos X*)
 - recambio y disposición de fuentes gastadas (*No aplicable a rayos X*)
- c. Plan de Emergencias. Identificar eventos probables, instrucciones de actuación, notificaciones, acciones de respuesta, personal de respuesta, entidades de apoyo, etc. (Según la sección 1003 de la norma)
4. Relación de personal con licencia individual (Operadores y oficial de protección radiológica)
5. Comprobante de derechos de pago de la licencia, de acuerdo a lo establecido por la OTAN.

C. REQUISITOS PARA REVALIDAR LA LICENCIA DE OPERACIÓN

El representante legal de la entidad/empresa debe presentar solicitud dirigida a la OTAN, adjuntando la siguiente información:

- 1) Declaración jurada escrita de no haber variado las características iniciales de la instalación, de las fuentes de radiación y de haber cumplido con las condiciones y límites de la licencia.
- 2) Pago de derecho de renovación de licencia de acuerdo a lo establecido por la OTAN.

D. REQUISITOS PARA LA LICENCIA DE CIERRE

El representante legal de la entidad/empresa debe presentar solicitud dirigida a la OTAN, adjuntando la siguiente información:

- 1) Información del plan de cierre de la actividad.
- 2) Gestión de las fuentes y equipos radiactivos a su cargo, así como medidas para asegurar la inexistencia de fuentes y de contaminación en la instalación.
- 3) Procedimiento de retiro, acondicionamiento y transporte de fuentes hasta su destino final.
- 4) Pago de derecho de licencia de cierre de acuerdo a lo establecido por la OTAN.

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 14/20</p>
--	---	--

ANEXO II

REQUISITOS PARA LA LICENCIA INDIVIDUAL

A. REQUISITOS PREVIOS A CUMPLIR PARA POSTULAR A LA LICENCIA INDIVIDUAL.

1. OPERADOR.

Formación Básica mínima: Estudios secundarios

Formación Especializada:

- Poseer la calificación correspondiente a Nivel I en radiografía industrial.
- Experiencia mínima de 3 meses en operaciones de radiografía industrial (debe haber sido supervisado por un operador licenciado).
- Haber asistido a un curso de protección radiológica cuyo programa contenga el temario indicado en el Anexo IV.

Requisitos Médicos: No debe poseer ninguna condición que le inhabilite para desarrollar sus funciones.

2. OFICIAL DE RADIOPROTECCION.

Formación Básica: técnico de instituto tecnológico o instrucción superior.

Formación Especializada:

- Haber asistido a un curso de protección radiológica según el programa señalado en el Anexo IV.
- Experiencia mínima de 6 meses en operaciones de radiografía industrial o 1 año en protección radiológica en operaciones donde se haya utilizado fuentes radiactivas selladas.

Requisitos Médicos: No debe poseer ninguna condición que le inhabilite para desarrollar sus funciones.

B. REQUISITOS A PRESENTAR PARA OBTENER LA LICENCIA

1. Solicitud dirigida a la OTAN indicando el tipo de licencia solicitada.
2. Curriculum Vitae no documentado describiendo su formación básica, capacitación en protección radiológica y experiencia para el puesto requerido.
3. Certificado médico incluyendo un examen completo de sangre.
4. Una foto tamaño carné reciente.
5. Pago de derechos de licencia de acuerdo a lo establecido por la OTAN.

(*) En forma previa a la presentación de los requisitos, el postulante debe aprobar el examen de seguridad y protección aplicado por la OTAN (El postulante debe pagar el derecho del examen y tendrá hasta tres oportunidades para aprobarlo).

C. REVALIDACIÓN DE LA LICENCIA INDIVIDUAL

1. Solicitud dirigida a la OTAN informando sobre labores realizadas en radiografía industrial, últimas entidades o empresas donde laboró, actualización o re.entrenamiento realizado en protección radiológica en el último año.
2. Certificado médico incluyendo un examen completo de sangre.
3. Una foto tamaño carné reciente.
4. Pago de derecho de revalidación de licencia conforme lo establecido por la OTAN.

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 15/20</p>
--	---	--

ANEXO III

FUNCIONES DEL PERSONAL DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

1. **Funciones del Operador.** El operador tendrá como mínimo las siguientes funciones:

- a) Ejecutar las operaciones radiográficas de acuerdo con los procedimientos aprobados.
- b) Mantener una supervisión directa sobre los asistentes de operadores que estén trabajando a su cargo.
- c) Verificar que los equipos sean transportados y almacenados de acuerdo a las normas.
- d) Verificar la operatividad de los detectores de radiación, los equipos y fuentes de radiaciones antes de iniciar la operación.
- e) Completar y firmar los libros de operación y los registros.
- f) Verificar que existe el equipamiento de seguridad necesario previo al inicio de todo trabajo y utilizarlos debidamente.
- g) Verificar que los equipos y fuentes de radiación hayan detenido la emisión del haz o retornado a su posición segura.
- h) Iniciar la primera respuesta en la emergencia radiológica.

2. **Funciones del Oficial de Protección radiológica**

El Oficial de Protección radiológica tiene las siguientes funciones:

- a) Supervisar el cumplimiento de los límites y condiciones de la Licencia de Operación, el programa de seguridad radiológica y las normas aplicables.
- b) Controlar que solamente los operadores autorizados o asistentes supervisados ejecuten exposiciones radiográficas;
- c) Supervisar que estén disponibles los procedimientos de emergencia así como que el equipamiento de seguridad y emergencias este operativo, disponible y calibrado;
- d) Delimitar las áreas controladas y supervisadas en cada emplazamiento;
- e) Efectuar mediciones de tasa de dosis en los lugares de trabajo y registrar las dosis mensuales que reciban los trabajadores expuestos;
- f) Revisar que los registros de operación se hayan completado correctamente.
- g) Aplicar las medidas de protección necesarias durante las emergencias radiológicas.
- h) Realizar el inventario periódico de materiales y equipos radiactivos;
- i) Preparar y supervisar el transporte de los equipos radiactivos;
- j) Elaborar y mantener actualizada la documentación, procedimientos y registros, así como las requeridas por la licencia.

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 16/20</p>
--	---	--

ANEXO IV

PROGRAMAS DE CAPACITACION EN PROTECCION RADIOLOGICA

A. Programa del Curso de Protección Radiológica para Operadores

ASPECTOS GENERALES

- 1.1 Revisión de radiactividad y radiaciones
Radiactividad y Radioisótopos. Actividad y ley de decaimiento radiactivo. Semiperíodo. Unidad de actividad. Cálculos de decaimiento radiactivo.
Radiaciones ionizantes. Tipo y características de las radiaciones: Radiación alfa, beta, gamma y X.
- 1.2 Interacción de las radiaciones
Fenómeno de ionización.
Interacción de la radiación gamma y X. Efecto fotoeléctrico, dispersión Compton y producción de pares.
Absorción y atenuación. Capas hemirreductoras.
- 1.3 Magnitudes y unidades de radiación.
Exposición. Dosis absorbida. Dosis equivalente y factores de ponderación de radiación. Dosis efectiva y factores de ponderación de tejidos.
Cálculos de dosis.
- 1.4 Efectos biológicos de las radiaciones.
Mecanismos de acción directa e indirecta.
Efectos determinísticos. Umbrales de dosis y relación con efectos.
Efectos estocásticos. Probabilidades estimadas de efectos a largo plazo.
- 1.5 Instrumentación para vigilancia radiológica
Monitores de radiación externa. Características. Operación, chequeo y calibración. Técnica de monitoreo de la radiación externa.
Dosímetros personales. Uso correcto. Dosímetros de alarma y de lectura directa.

FUNDAMENTOS GENERALES DE SEGURIDAD RADIOLOGICA

- 2.1 Objetivo de la seguridad radiológica.
Principios básicos de protección: Justificación, limitación de dosis y optimización. Restricciones de dosis.
- 2.2 Áreas de trabajo.
Condiciones a cumplir por un área controlada y una área supervisada.
- 2.3 Exposición externa.
Métodos para controlar la exposición: Tiempo, distancia (ley de inversa del cuadrado de la distancia) y blindaje (materiales adecuados). Cálculos de dosis usando tiempo y distancia.

CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS RADIOGRAFICOS

- 3.1 Equipo de rayos X: Componentes y principio de funcionamiento. Requisitos de seguridad del equipo.
Longitud de cables. Colimación. Filtración.
- 3.2 Características de los equipos radiactivos usados. Partes constituyentes. Radioisótopos utilizados y niveles de actividad involucrados. Dispositivos de manipulación remota. Principios de operación de un equipo gammagráfico.
- 3.3 Consideraciones de seguridad del equipo. Diseño de la fuente. Diseño de los contenedores: Blindaje, tipos de contenedores (tipo obturador, tipo antorcha, tipo lanzamiento). Selección de contenedores y fuentes. Cierres y trabas de seguridad de la fuente. Señales y marcas en los equipos.

SEGURIDAD RADIOLOGICA OPERACIONAL

- 4.1 Seguridad en el almacenamiento. Barreras radiológicas y de seguridad física. Almacén de fuentes

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 17/20</p>
--	---	--

durante operaciones de campo. Contenedores de almacenamiento y transporte. Aseguramiento de los equipos.

- 4.2 Monitores de radiación. Barreras, avisos y señales de advertencia.
- 4.3 Consideraciones para la organización y personal. Estructura. Responsabilidades del personal.
- 4.4 Normas generales para la utilización del equipo. Condiciones previas a la operación. Determinación de áreas controladas y del punto de control. Monitoreo.
- 4.5 Montaje y preparación del equipo en el emplazamiento. Procedimiento de operación. Procedimientos y dispositivos de protección utilizados durante la operación de los equipos. Control de accesos. Vigilancia y seguridad física del equipo.
- 4.6 Transporte del equipo. Requisitos de seguridad física y radiológica.
- 4.7 Mantenimiento de equipos. Telemanipulador. Tubos guías. Limpieza y lubricación de los tubos de control y guías. Ajuste del odómetro. Pruebas de contaminación. Prueba de fuga de material radiactivo.
- 4.8 Recambio de fuentes. Requisitos y método operativo.
- 4.9 Disposición de fuentes en desuso.

SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.

- 5.1 Registro de ingreso, utilización y almacenamiento de fuentes.
- 5.2 Seguridad física de los equipos y fuentes.
- 5.3 Chequeo y prueba de detectores de radiación.
- 5.4 Entrenamiento y re-entrenamiento de personal.
- 5.5 Cultura de protección en la instalación.

INSTRUCCIONES Y MEDIOS ANTE ACCIDENTES Y/O EMERGENCIAS

- 6.1 Emergencias y planificación. Casos accidentales: Pérdida de fuentes, desenganche de la fuente y no retorno al equipo, irradiación accidental de personas, fuga de material radiactivo, robo de equipos, incendios.
- 6.2 Instrucciones de emergencia para acción inmediata. Medios necesarios para controlar la emergencia. Equipo y materiales.
- 6.3 Atención de accidentados.
- 6.4 Notificaciones a la OTAN.

ASPECTOS REGULADORES

- 7.1. Leyes y reglamentos en seguridad radiológica.
Disposiciones generales. Responsabilidades. Limitaciones. Obligaciones. Límites de dosis.
Normativa específica: Vigilancia individual. Gestión de residuos. Régimen de sanciones.
Notificaciones y sanciones.
- 7.2 Sistema de control. Normativa, Autorizaciones, Inspecciones y Coerción.
Licencia de instalación: Requisitos a cumplir y procedimiento. Licencia individual: Requisitos para obtener la licencia individual.

ASPECTOS PRACTICOS

- a) Empleo de los conceptos de distancia y tiempo.
- b) Utilización de blindajes.
- c) Uso y calibración de monitores portátiles.
- d) Verificación de fugas de material radiactivo - contaminación.
- e) Procedimientos operativos (zonificación, balizamiento, señalización, etc.)
- f) Verificación de condiciones de seguridad del equipo.
- g) Mantenimiento de equipos, accesorios e instrumental. Inspección del equipo.
- h) Procedimientos de emergencia (sobree xposiciones, mal funcionamiento de equipos y accesorios, daño de fuentes, pérdida y robo de fuentes, recuperación de fuentes, etc.).

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 18/20</p>
--	---	--

- i) Confección de Registros del movimiento de fuentes y equipos.
- j) Manejo de los registros de operación de los equipos.

B. Curso para Oficiales de Protección Radiológica

El programa del curso será el mismo que para los operadores, pero se incluirán los siguientes temas que deberán ser realizados en forma de talleres teórico-prácticos:

1. Definición de las responsabilidades de los miembros de la organización
2. Estudio detallado de 10 casos accidentales ocurridos en gammagrafía industrial. Análisis de causas y consecuencias. Medidas preventivas.
3. Elaboración de los procedimientos y formularios de registros de:
 - a. recepción de equipos, movimiento, almacenamiento.
 - b. procedimientos de protección radiológica durante las operaciones, almacenamiento y mantenimiento.
 - c. inventario de equipos
 - d. definición de áreas controladas y supervisadas
 - e. transporte de fuentes y equipos
 - f. auditorías de garantía de calidad
 - g. investigación de eventos anormales
 - h. seguridad física de equipos y fuentes
 - i. recambio de fuentes y recuperación de fuentes caídas
4. Elaboración de un informe modelo de seguridad para licenciamiento de las instalaciones.
5. Elaboración del Plan de Emergencia
6. Simulacro de una emergencia típica.

C. Programa del Curso de Actualización

1. Revisión de conceptos de protección radiológica:
 - a) Efectos biológicos de las radiaciones
 - b) Criterios y normas de protección radiológica
 - c) Técnicas de Protección Radiológica
2. Discusión de niveles de dosis anuales recibidos en la práctica.
3. Discusión de situaciones anormales reportadas.
4. Revisión de procedimientos operativos.
5. Revisión de procedimientos de emergencia.
6. Nuevas técnicas y equipos de radiografía.
7. Mantenimiento - Inspección periódica.
8. Transporte y almacenamiento.
9. Registro del movimiento de fuentes.
10. Instrucciones para el llenado de los registros.
11. Revisión de los últimos accidentes ocurridos a nivel mundial.
12. Charla inductiva de cultura de seguridad.

OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL	REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	IR.001.2009 Página: 19/20
---	--	--------------------------------------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DECRETO SUPREMO No. 039-2008-EM. Reglamento de la Ley No. 28028 Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante. Lima (2008).
- [2] DECRETO SUPREMO No. 009-97-EM. Reglamento de Seguridad Radiológica. Lima (1997)
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Radiation Protection and Safety in Industrial Radiography. Safety Reports No. 13. IAEA. Viena (1999).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography. Safety. Reports Series No. 7. IAEA. Viena (1998).
- [5] PROYECTO RLA/9/028(ARCALXX/OIEA). Requisitos de Seguridad para la Práctica de la Radiografía Industrial. (2001).

<p style="text-align: center;">OFICINA TÉCNICA DE LA AUTORIDAD NACIONAL</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL</p>	<p style="text-align: center;">IR.001.2009 Página: 20/20</p>
--	---	--

PARTICIPANTES

AMPUERO FLORES, C.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
BRUNA MERCADO, R.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
CÁCERES VIVANCO, G.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
DIAZ PALACIOS, M.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
LAZARO MOREYRA, G.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
MEDINA GIRONZINI, E.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
RAMIREZ QUIJADA, R.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
RAVELLO RATZENBERG, Y.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
ROMANI AGUIRRE, J.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
TICLLACURI CARBAJAL, M.	Instituto Peruano de Energía Nuclear
VILLANUEVA RIVERA, J.	Instituto Peruano de Energía Nuclear