



Gobierno de Reconciliación  
y Unidad Nacional  
*El Pueblo, Presidente!*

## MINISTERIO DE SALUD

### COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

“GUÍA TÉCNICA DE PROTECCIÓN CONTRA LAS  
RADIACIONES IONIZANTES EN LA PRÁCTICA  
INDUSTRIAL DE MEDIDORES NUCLEARES”

Managua, Junio 2014

Guía Técnica de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes en la Práctica de Medidores Nucleares

**“GUÍA TÉCNICA DE PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LA  
PRÁCTICA DE MEDIDORES NUCLEARES”**

JUNIO, 2014



Gobierno de Reconciliación  
y Unidad Nacional  
*El Pueblo, Presidente!*



**COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA  
DISPOSICIÓN TÉCNICA No. 001-2014**

Nosotros, Tania Isabel García González, Licenciada en Derecho, actuando en calidad de Presidenta de la Comisión Nacional de Energía Atómica, calidad que se demuestra con Acuerdo Ministerial No. 195-2014, Juan Francisco Bolaños Méndez, Licenciado en Derecho, en calidad de Miembro designado por el Ministerio del Trabajo (MITRAB) y Norma Alejandra Roas Zúñiga, Licenciada en Física, en calidad de miembro designada por la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA), todos actuando en base a las facultades otorgadas en la Ley No. 156, LEY SOBRE RADIACIONES IONIZANTES, publicado en La Gaceta No. 73 del 21 de Abril de 1993, del DECRETO No. 24-93, CREACIÓN DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, publicado en La Gaceta No. 73 del 21 de Abril de 1993, en reunión de trabajo llevada a efecto el día viernes 27 de Junio del dos mil catorce, para discutir los alcances del Reglamento de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes que regirá para todas las prácticas sobre fuentes de radiaciones ionizantes y la Ley 156.

**CONSIDERANDO**

I

Que la Ley No. 156, "Ley sobre Radiaciones Ionizantes", en sus Artos. 1 y 2 establece: **Artículo 1.-** Esta Ley tiene por objeto regular, supervisar y fiscalizar todas las actividades relacionadas con el uso de los radioisótopos y las radiaciones ionizantes en sus diversos campos de aplicación, a fin de proteger la salud, el medio ambiente y los bienes públicos y privados. **Artículo 2.-** Las disposiciones de esta Ley son aplicables en todo el territorio nacional y de obligatorio cumplimiento por las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, lo mismo que para instituciones estatales, entidades descentralizadas, autónomas o semiautónomas, que realicen cualesquiera de las actividades siguientes: Instalar y/u operar equipos generadores de radiaciones ionizantes, irradiar alimentos u otros productos, producir, usar, manipular, aplicar, transportar, comercializar, importar, exportar o tratar sustancias radiactivas, u otras actividades relacionadas con las mismas.

II

Que la Ley No. 156, "Ley sobre Radiaciones Ionizantes", en el CAPÍTULO III, DE LAS LICENCIAS, **Artículo 4**, establece que: "Las personas, instituciones y entidades a que se refiere al artículo 2, de esta Ley, que realicen cualquiera de las actividades mencionadas en dicho artículo, deben obtener previamente la licencia respectiva, en la forma y condiciones que se establece en esta Ley y sus disposiciones reglamentarias."

III

Que la Ley No. 156, "Ley sobre Radiaciones Ionizantes", en el CAPÍTULO III, DE LAS PROHIBICIONES, **Artículo 20, literal C**, establece que se prohíbe: "Eliminar, confinar o en cualquier forma disponer de equipos desechados que contengan sustancias radiactivas, así como de cualquier desecho radiactivo, sin cumplir con las normas establecidas por esta Ley y sus disposiciones reglamentarias respecto a desechos radiactivos"

III

Que el Decreto No. 24-93, CREACIÓN DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, en su Artículo 2, literales f), g) y h) establece que: La Comisión Nacional de Energía Atómica, que en lo sucesivo de este Decreto por brevedad se denominará simplemente "la Comisión", tendrá su domicilio en la ciudad de Managua y sus oficinas principales en el Ministerio de Salud. De acuerdo con sus objetivos, le corresponden las siguientes funciones: f) Emitir resoluciones, opiniones, disposiciones y dictámenes referentes a las actividades de su competencia; g) Otorgar licencias referentes a la producción, uso, manipulación, transporte, comercialización, importación, exportación y aplicación de sustancias radiactivas, así como para el establecimiento y operación de instalaciones donde existan fuentes de radiaciones ionizantes; y h) Emitir las disposiciones reglamentarias que fueren necesarias para determinar y regular los requisitos y condiciones para el otorgamiento de tales licencias, las causales para su cancelación o suspensión, y para la aplicación de las sanciones correspondientes, todo dentro del marco de la Ley.

Que el artículo 249 del Reglamento Técnico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes, establece que: "Para implementar el presente Reglamento en las diferentes prácticas que utilicen fuentes de radiaciones ionizantes se debe de seguir las diferentes guías para este fin". Por tanto, Resolvemos,



**CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!**  
MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCIÓN GENERAL DE REGULACIÓN SANITARIA  
Complejo Nacional de Salud "Dra. Concepción Palacios,  
Costado oeste Colonia 1ero de Mayo, Managua, Nicaragua.  
PBX (505) 22894700. Web www.minsa.gob.ni

*[Handwritten signatures]*



**PRIMERO:** Se aprueban los documentos denominados:

1. Guía para la Vigilancia Radiológica de la Chatarra.
2. Uso de Señalización de Seguridad para Fuentes de Radiaciones Ionizantes.
3. Guía Técnica de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes en la Práctica Industrial de Medidores Nucleares.
4. Requisitos para Importar Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes (equipos de rayos X y aceleradores lineales).
5. Requisitos para Autorizar la Práctica Médica de Radiología Dental.
6. Requisitos para Importar Detectores de Humo Iónicos.

Los cuales forman parte de la presente Disposición.

**SEGUNDO:** Las disposiciones de los documentos referidos son de obligatorio cumplimiento para las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que realicen las prácticas con fuentes de radiaciones ionizantes médicas o industriales, señaladas, importen generadores de radiaciones ionizantes, o trabajen con chatarra.

**TERCERO:** La presente Disposición Técnica entrará en vigencia a partir de su firma, sin perjuicio de su posterior publicación en La Gaceta, Diario Oficial.

Comuníquese el presente, a cuantos corresponda conocer del mismo.

Dado en la ciudad de Managua, a los 27 días del mes de Junio del año dos mil Catorce.



Tania García González  
Presidenta

Comisión Nacional de Energía Atómica  
Directora General de Regulación Sanitaria  
Ministerio de Salud  
MINSA

Lic. Francisco Bolaños Méndez  
Miembro de CONEA  
Ministerio del Trabajo  
MITRAB



Licda. Norma Alejandra Roas Zúñiga  
Miembro de CONEA  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua  
UNAN-MANAGUA



**CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!**  
MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCIÓN GENERAL DE REGULACIÓN SANITARIA  
Complejo Nacional de Salud "Dra. Concepción Palacios",  
Costado oeste Colonia 1ero de Mayo, Managua, Nicaragua.  
PBX (505) 22894700. Web [www.minsa.gob.ni](http://www.minsa.gob.ni)



## ÍNDICE

Presentación .....	2
I. Introducción .....	3
II. Abreviaturas .....	7
III. Universo .....	7
IV. Campos de Aplicación .....	7
V. Disposiciones .....	7
Capítulo I Objetivo y Alcance .....	7
Capítulo II Términos y Definiciones .....	7
Capítulo III Requisitos Generales Relativos a la Práctica .....	9
Sección I Requisitos Administrativos .....	9
Sección II Requisitos de Protección Radiológica .....	9
Sección III Requisitos de Dirección y Organización .....	9
Capítulo IV Requisitos Relativos al Personal .....	10
Sección I Requisitos de Dotación del Personal .....	10
Sección II Puestos de Trabajos Sujetos a Licencias Individuales .....	11
Sección III Requisitos a Cumplir en los Puestos de Trabajo para Obtener las Licencias Individuales .....	11
Sección IV Responsabilidades del Personal que Realiza la Práctica .....	12
Capítulo V Exposición Ocupacional .....	14
Sección I Clasificación de las Zonas de Trabajo .....	14
Sección II Dosimetría Personal y Estimación de la Exposición Ocupacional .....	14
Sección III Observancia de los Límites de Dosis .....	15
Sección IV Vigilancia Radiológica de las Zonas .....	16
Sección V Monitores Dosimétricos .....	17
Capítulo VI Exposición del Público .....	17
Sección I Vigilancia Radiológica de la Exposición del Público .....	18
Sección II Gestión de Desechos Radiactivos y Fuentes Selladas en Desuso .....	18
Capítulo VII Exposición Potencial .....	18
Sección I Requisitos de Diseño de las Fuentes .....	18
Sección II Requisitos de Diseño de los Medidores Nucleares .....	19
Sección III Requisitos de Diseño de Instalaciones y Locales .....	21
Sección IV Requisitos Operacionales de Medidores Nucleares y Fuentes .....	22
Sección V Requisitos de Mantenimiento de Fuentes y Medidores Nucleares .....	24
Sección VI Evaluación de la Seguridad .....	25
Capítulo VIII Requisitos para el Transporte de Fuentes Radiactivas .....	25
Capítulo IX Emergencias Radiológicas .....	25
Capítulo X Registros .....	26
VI. Bibliografía .....	27
VII. Anexos .....	27

## PRESENTACIÓN

La ley 156 “Ley sobre Radiaciones Ionizantes” tiene por objeto regular, supervisar y fiscalizar todas las actividades relacionadas con el uso de los radioisótopos y las radiaciones ionizantes en sus diversos campos de aplicación, a fin de proteger la salud, el medio ambiente y los bienes públicos y privados.

En mayo del 2011 la Comisión Nacional de Energía Atómica aprobó las modificaciones al Reglamento Técnico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes el cual contiene disposiciones de obligatorio cumplimiento para las prácticas que utilicen fuentes de radiaciones ionizantes.

Dentro de las disposiciones se encuentra la obligación de solicitar autorización en las distintas prácticas, incluyendo los medidores nucleares utilizados en la industria.

El artículo 249 del Reglamento en mención establece que **“Para implementar el presente Reglamento en las diferentes prácticas que utilicen fuentes de radiaciones ionizantes se debe de seguir las diferentes guías para este fin”**.

Tomando en cuenta al artículo 249 se ha creado esta Guía para implementar el Reglamento en la práctica industrial de Medidores Nucleares.

La presente Guía comprende requisitos que deben de cumplirse en todas las actividades en las que haya exposición a radiaciones ionizantes en la práctica industrial de medidores nucleares. Su objeto es servir de guía práctica a las autoridades, establecimientos de servicios públicos y privados, empleadores y trabajadores, organismos especializados en protección radiológica y Comités encargados de la seguridad y de la protección radiológica.

La Comisión Nacional de Energía Atómica ha designado a la **Dirección General de Regulación Sanitaria del Ministerio de Salud** que preside dicha comisión, para realizar las tareas reguladoras concernientes a las radiaciones ionizantes

## I. INTRODUCCIÓN

### MEDIDORES NUCLEARES

Los métodos de producción modernos, sobre todo los automáticos, deben someterse a una constante vigilancia para comprobar la calidad de los productos y controlar el proceso de producción. Ese tipo de vigilancia se realiza a menudo con dispositivos de control de calidad que utilizan las propiedades características de la radiación ionizante, conocidos con el nombre de medidores nucleares. Estos dispositivos no necesitan estar en contacto con el material que se examina y, por tanto, pueden utilizarse para controlar procesos de alta velocidad, materiales con temperaturas extremas o propiedades químicas nocivas, materiales susceptibles de dañarse por contacto y productos envasados. Las radiaciones beta, gamma y X que se utilizan no dañan ni modifican de ningún modo el material. En cambio, la radiación neutrónica puede utilizarse concretamente para inducir cambios como por ejemplo inducción de radiactividad como medio de detección.

#### Tipos de medidores

Por lo general, los medidores instalados funcionan automáticamente y son de tipo fijo o de barrido (con movimiento de avance y retroceso). Los medidores portátiles están diseñados para que puedan utilizarse en distintos lugares.

Todos los medidores instalados y portátiles están compuestos por un recipiente de la fuente desde donde se emite la radiación y al menos por un detector, que o mide la tasa de dosis después de que la radiación ha interactuado con el material o determina el tipo y energía de la radiación que le ha llegado. Los medidores pueden clasificarse según el proceso que experimenta la radiación antes de llegar al detector. Hay tres categorías:

- 1) Medidores de transmisión
- 2) Medidores de retro dispersión
- 3) Medidores reactivos

#### Medidores de transmisión

El recipiente de la fuente y el detector están situados en lados opuestos del material. La radiación se atenúa al desplazarse a través del material y el detector mide una tasa de dosis (o tasa de recuento).

Si la geometría es constante, es decir, si la radiación pasa a través de un espesor constante del material o de una tubería o vasija, el detector medirá los cambios de densidad del material en que haya penetrado la radiación, o responderá a esos cambios.

Si la radiación tiene que atravesar un material más denso, su grado de atenuación aumentará y la tasa de recuento se reducirá. El detector también percibe la disminución de densidad. Los medidores de densidad emplean este principio (por ejemplo, para controlar la densidad del cemento y de los lubricantes para taladrar que fluyen a través de las tuberías) y los medidores de nivel lo hacen para controlar el contenido mínimo y máximo de las vasijas.

Si la densidad del material es constante, el detector medirá los cambios geométricos que se produzcan, como por ejemplo, en el espesor del material que pase entre la fuente y el detector, o responderá a esos cambios. El grado de atenuación

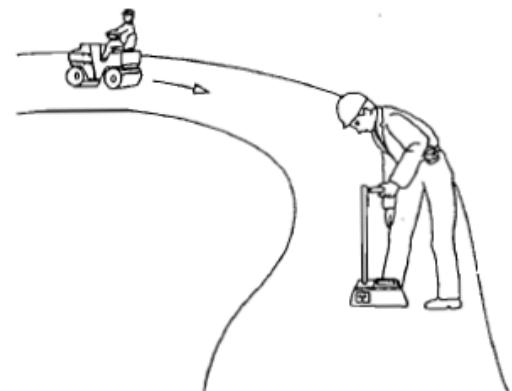
Fuente de radiación	Aplicaciones típicas de Fuente de radiación medidores de transmisión)
Prometio 147 (beta)	Densidad del papel
Talio 204 (beta)	Espesor del papel, el caucho y los Productos
textiles	
Kriptón 85 (beta)	Espesor del cartón
Estroncio	Espesor de metales delgados; contenido de tabaco de cigarrillos y paquetes
Itrio 90 (beta)	
Rayos X	Acero de hasta 20 mm; nivel en envases
Americio 241 (gamma)	Acero de hasta 10 mm; contenido de botellas
Cesio 137 (gamma)	Acero de 100 mm; contenido de tuberías/tanques
Cobalto 60 (gamma)	Contenido de hornos de ladrillos, etc.

aumentará con el espesor. Este principio lo utilizan los medidores de espesor, por ejemplo, para controlar la producción de metal laminado, en que la fuente de radiación se escoge para determinar el alcance y penetración necesarios.

Las actividades de las fuentes beta suelen variar entre 40 MBq Y 40 GBq, mientras que las fuentes gamma contienen por lo general entre 0.4 y 40 Gq.

### Medidores de retro dispersión

El detector y el recipiente de la fuente se instalan del mismo lado con respecto al material. El detector se protege contra la radiación primaria. La radiación penetra en el material e interactúa con los átomos y moléculas. La interacción será mayor en los materiales más gruesos o densos. El detector mide las radiaciones secundarias que se retro dispersan a partir de la interacción. En este caso también si hay una geometría constante el medidor indicará la densidad del material y si la densidad es constante, indicará el espesor del material.



*Medidor de retrodispersión portátil verificando las características de la superficie de una carretera asfaltada.*

La fuente de radiación se escoge cuidadosamente para la aplicación de que se trate. Los medidores de retrodispersión que utilizan rayos gamma y rayos X pueden ser más sensibles a la presencia de elementos más ligeros, como el carbono, que los medidores de transmisión que emplean la misma radiación primaria.

Si se utiliza la radiación neutrónica, el valor de la retrodispersión puede indicar la cantidad de átomos de hidrógeno presentes en el material. En este principio se basan, por ejemplo, los medidores de humedad en la producción de papel, los medidores de carreteras que determinan las características de las superficies asfaltadas, y los medidores de porosidad que determinan el contenido de agua o de hidrocarburos de las rocas del subsuelo.

### Medidores reactivos

Ciertos rayos gamma y rayos X de baja energía pueden ionizar átomos específicos y hacer que emitan rayos X fluorescentes con una energía característica. La medición con el detector de los rayos X fluorescentes no solo indica la presencia de los átomos específicos, sino también su cantidad en el material. En este principio se basan los medidores que analizan los elementos constitutivos de materiales como minerales y aleaciones, así como los medidores que miden el espesor de las capas de los substratos de materiales distintos.

Se pueden utilizar generadores de neutrones de alta energía accionados con electricidad para transformar sustancias no radiactivas en radiactivas. Los radio nucleidos que se forman emiten rayos gamma característicos que pueden identificarse por su energía. Estos medidores o instrumentos de referencia se utilizan en la prospección de petróleo.

Fuente de radiación	Fuente de radiación	Aplicaciones típicas del medidor de retrodispersión
Prometío 147 (beta)	Talio 204 (beta)	Espesor del papel; revestimiento de metal delgado
Estroncio	Itrio 90 (beta)	Espesor del caucho delgado y los productos
Americio 241 (gamma)	Americio 241 (gamma)	Espesor del plástico, caucho, vidrio y de aleaciones delgadas y ligeras
Cesio 137 (gamma)	Cesio 137 (gamma)	Vidrio de hasta 10 mm y plástico de hasta 30 mm
roca/carbón	Americio 241/berilio	Vidrio de más de 20 mm; densidades de
Americio 241/berilio		Detección de hidrocarburos en rocas

### Aplicación del medidor reactivo

Fuente de radiación	Aplicación del medidor reactivo
Hierro 55 (rayos X — 0,21 MeV)	Ánálisis: elementos de poca masa plástico de 0–25 $\mu\text{m}$ sobre aluminio
Americio 241	Ánálisis: elementos de masa mediana zinc de 0–100 $\mu\text{m}$ sobre hierro
Cadmio 109 (rayos X — 0,088 MeV)	Ánálisis: elementos de gran masa
Rayos X (hasta 60 kV)	Ánálisis: elementos diversos
Generadores de neutrones	Ánálisis de hidocarburos en rocas

Las actividades de las fuentes utilizadas varían entre unos 200 MBq Y 40 GBq.

### Ejemplos de utilización de los medidores nucleares

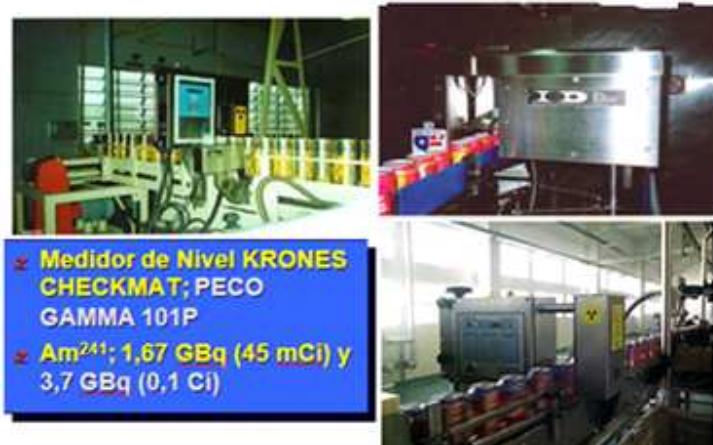
## MEDIDORES NUCLEARES



## MEDIDORES DE NIVEL



### *Medidores Nucleares industria de refrescos*



### FUENTES SELLADAS EN LA INDUSTRIA DEL CIGARRILLO



## II. ABREVIATURAS

1. MINSA: Ministerio de Salud
2. PPSR: Programa de Protección y Seguridad Radiológica
3. TOE: Trabajador Ocupacionalmente expuesto
4. TOEs: Trabajadores Ocupacionalmente expuestos
5. EPR: Encargado de Protección Radiológica
6. Sv: Sievert
7. Bq: Becquerelios
8. M: mega también se puede expresar  $10^6$
9. G: giga también se puede expresar  $10^9$

## III. UNIVERSO

El beneficio al cumplir esta guía es para toda la población: Trabajadores, empleadores y público en general. También se beneficia el medio ambiente, así como el bienestar de las futuras generaciones.

## IV. CAMPOS DE APLICACIÓN

El cumplimiento de la presente guía es de carácter obligatorio y debe ser aplicada en todas las empresas naturales o jurídicas poseedoras de medidores nucleares tanto públicos como privados del país.

## V. DISPOSICIONES

### CAPÍTULO I

#### OBJETIVO Y ALCANCE

1. La presente Guía tiene por objeto dar a conocer los requisitos para la práctica de Medidores Nucleares.
2. Los requisitos establecidos en la presente Guía son aplicables a las entidades que realizan la práctica y actividades relacionadas con los Medidores Nucleares en todo el territorio nacional.

### CAPÍTULO II

#### DEFINICIONES ESTABLECIDAS PARA ESTE DOCUMENTO

1. **Ángulo sólido:** es el ángulo espacial que abarca un objeto visto desde un punto dado, que se corresponde con la zona del espacio limitada por una superficie cónica. Mide el tamaño aparente de ese objeto. Para calcular el ángulo sólido bajo el cual se ve un objeto desde un punto, se proyecta el objeto sobre una esfera de radio  $R$  conocido, centrada en el punto de vista. Si la superficie de la proyección del objeto sobre la esfera es  $S$ , el ángulo sólido bajo el cual se ve el objeto es, por definición:

$$\Omega = \frac{S}{R^2}$$

2. **Autoridad Reguladora:** Autoridad reconocida con fines de reglamentación
3. **Auxiliar de operador:** persona que asiste al operador en el cumplimiento de sus funciones, y que no realiza la operación con el Medidor Nuclear, ni la manipulación de la fuente.
4. **Experto cualificado:** Individuo que en virtud de certificados extendidos por órganos o sociedades competentes, licencias de tipo profesional, o títulos académicos y experiencia es debidamente reconocido como persona con competencia en una especialidad de interés, por ejemplo en física médica, protección radiológica, salud laboral, prevención de incendios, garantía de calidad, o en cualquier especialidad técnica o de seguridad relevante.
5. **Fuente:** a los efectos de la presente Guía son las fuentes radiactivas selladas y los equipos emisores de rayos X.
6. **Haz útil:** radiación que pasa a través de una ventana, apertura, cono u otro dispositivo de colimación del recipiente de alojamiento de la fuente (algunas veces llamado haz primario).
7. **Medidor Nuclear:** equipo de medición y análisis de los resultados derivados de la interacción de las radiaciones ionizantes con la materia y que es utilizado para el control de procesos productivos o la comprobación de la calidad de un producto. Generalmente está conformado por una fuente radiactiva o un emisor de radiaciones ionizantes, un detector de radiaciones y la electrónica asociada al sistema de adquisición y procesamiento de datos.
8. **Medidores Nucleares de transmisión:** son aquellos en los que el material a analizar se interpone entre el detector y la fuente, atenuándose la radiación en su trayectoria por el material a controlar.
9. **Medidores Nucleares de retro dispersión:** son aquellos en los que el detector y la fuente de radiaciones se instalan del mismo lado, con respecto al material a controlar o medir. El detector se protege contra la radiación primaria a través de la interposición de un blindaje, y mide las radiaciones secundarias que se dispersan a partir de la interacción entre la radiación emitida por la fuente y el material a medir o controlar.
10. **Medidores Nucleares reactivos:** son aquellos en los que se emplean fuentes capaces de inducir radioactividad en el material investigado o producir la excitación de átomos específicos con la subsiguiente emisión de rayos X fluorescentes, con una energía característica.
11. **Medidores Nucleares fijos:** equipos que se diseñan e instalan para ser operados en una posición fija. Ejemplo: Medidores de nivel, flujo, densidad en diferentes procesos tecnológicos.
12. **Medidores Nucleares portátiles:** equipos que se diseñan para ser operados de manera móvil en distintos lugares. Ejemplo: medidores de densidad y humedad de suelo, equipos Troxler, CPN, Humboldt, etc.
13. **Medidores Nucleares móviles:** equipos que se diseñan para ser instalados y operados en instalaciones móviles. Ejemplo: Barcos, vehículos, equipos rodantes.
14. **Operador:** persona que opera un Medidor Nuclear o que realiza actividades de mantenimiento, calibración, montaje y desmontaje de medidores y manipulación de fuentes.
15. **Recipiente de alojamiento de la fuente:** lo constituyen el porta fuente y los medios para la atenuación de la radiación.
16. **Recipiente de alojamiento del detector:** recipiente que contiene el detector de radiaciones.
17. **Porta fuente:** dispositivo usado para alojar y contener una fuente sellada
18. **Condiciones ambientales:** existencia de humedad, polvo, temperatura extremas, sustancias químicas agresivas, entre otras.
19. **Número másico:** es la suma del número de protones y el número de neutrones. Se simboliza con la letra A.
20. **Herramientas Distanciadoras:** herramienta que pone distancia entre la persona y la fuente radiactiva por ejemplo una pinza de seguridad de 1 m.

## CAPITULO III

### REQUISITOS GENERALES RELATIVOS A LA PRÁCTICA

#### SECCIÓN I

##### Requisitos administrativos

1. Para la realización de la práctica de Medidores Nucleares se requiere autorización, como está establecido en el Reglamento Técnico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes vigente, sin perjuicio de lo establecido en otras regulaciones.
2. El personal que realiza la práctica y actividades relacionadas con los Medidores Nucleares debe contar con las autorizaciones que le correspondan, según lo establecido en la presente Guía.
3. La importación y la exportación de fuentes y Medidores Nucleares se realiza a través de una entidad autorizada a estos fines y para ello se requiere el correspondiente Permiso de Importación o Exportación, que otorga la Autoridad Reguladora según corresponda.
4. La calibración, el mantenimiento y la reparación de Medidores Nucleares; así como la comprobación de hermeticidad de fuentes selladas, solo pueden realizarse por entidades y personal debidamente autorizados por la Autoridad Reguladora.

#### SECCIÓN II

##### Requisitos de protección radiológica

1. En la práctica de Medidores Nucleares, se aplican las restricciones de dosis efectivas siguientes:
  - a) 5 mSv por año, para Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOEs) que cumplan una jornada laboral de ocho horas, o la parte proporcional a este valor, cuando la jornada sea menor.
  - b) 0.3 mSv por año, para los miembros del público.
2. En el supuesto que se demuestre que las dosis efectivas superan los valores establecidos en el punto anterior, la entidad debe de realizar un estudio formal de optimización y presentarlo a la Autoridad Reguladora.

#### SECCIÓN III

##### Requisitos de dirección y organización

1. El titular de autorización debe establecer e implementar un Programa de Protección y Seguridad Radiológica (PPSR) que garantice un adecuado nivel de protección de los TOEs y el público. Las bases para estructurar este programa son:
  - a) El establecimiento, implementación y mejora de un Sistema de Gestión.
  - b) El fomento de una Cultura de Seguridad para estimular, ante la protección y seguridad, una actitud interrogante y deseosa de aprender por parte de los trabajadores, y desestimular la complacencia.
2. El Sistema de Gestión debe incluir todos los procesos relacionados con la práctica de Medidores Nucleares y prever la ejecución de auditorías internas y evaluaciones que permitan valorar la efectividad global de las medidas de protección y

seguridad y su mejoramiento continuo. Este Sistema de Gestión debe integrar coherentemente, sobre la base de un enfoque basado en procesos, los aspectos de protección y seguridad con aquellos relacionados con la calidad, el medio ambiente, la protección física y la economía, de forma tal que la protección y seguridad no se vea comprometida y reciba por parte de las direcciones de las entidades la atención que por su relevancia requiera.

3. La documentación del Sistema de Gestión se elabora de forma que sea comprensible para los usuarios, legible, fácilmente identificable, y debe estar disponible en el lugar de uso. Esta documentación debe reflejar las características de la organización y sus actividades, así como las complejidades de los procesos y sus interacciones y debe incluir como mínimo:

- a) La declaración de las políticas de la organización (protección y seguridad, protección física; medio ambiente, salud e higiene, economía, y otras).
- b) La descripción del sistema de gestión.
- c) La descripción de la estructura de la organización;
- d) La descripción de las responsabilidades funcionales, responsabilidades generales, niveles de autoridad e interacciones de los encargados de la gestión, ejecución y evaluación de los trabajos.
- e) La descripción de los procesos y la información complementaria en la que se explique cómo se prepararán, revisarán, ejecutarán, registrarán evaluarán y mejorarán los trabajos.
- f) Los procedimientos e instrucciones que se necesiten para el desarrollo seguro de la práctica.
- g) Los registros necesarios y su conservación.

4. Para la ejecución de la práctica de Medidores Nucleares, el representante legal de la entidad debe designar oficialmente a un Encargado de Protección Radiológica (EPR), encargado de supervisar el cumplimiento del PPSR y a un especialista que cuando sea necesario sustituya al EPR en sus funciones.

## CAPÍTULO IV REQUISITOS RELATIVOS AL PERSONAL

### **SECCIÓN I**

#### **Requisitos de dotación del personal**

1. El titular de autorización debe garantizar la existencia de personal cualificado y suficiente para que la práctica se realice con un nivel adecuado de protección y seguridad radiológica. La dotación de personal, su capacitación y entrenamiento, deben estar en correspondencia con el tipo y la cantidad de Medidores Nucleares empleados y la carga de trabajo. Siempre que se produzcan cambios en cualquiera de estos aspectos, la dotación del personal debe ser reevaluada por la dirección de la entidad.
2. Para la realización de la práctica de Medidores Nucleares se debe contar con el personal siguiente:
  - a) Encargado de Protección Radiológica.
  - b) Un operador y un Auxiliar del operador, durante el uso de cada Medidor Nuclear portátil o móvil.
  - c) Un operador para Medidores Nucleares fijos.
3. En caso que existan varios turnos o lugares de trabajo, la dirección de la entidad debe garantizar que en cada uno de ellos se supervise la protección y seguridad radiológica.

## SECCIÓN II

### Puestos de trabajos sujetos a licencias individuales

1. Para la realización de la práctica de Medidores Nucleares requieren Licencia Individual todas aquellas personas que realizan las funciones siguientes:

- a) Encargado de Protección Radiológica.
- b) Operador de Medidores Nucleares móviles y portátiles
- c) Operador de Medidores Nucleares fijos con fuentes de las Categoría 1, 2 y 3 según se establece en el Reglamento Técnico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes.

## SECCIÓN III

### Requisitos a cumplir en los puestos de trabajo para obtener las licencias individuales

El personal que realiza la práctica de Medidores Nucleares para obtener la Licencia Individual debe satisfacer los requisitos mínimos siguientes:

#### a) Encargado de Protección Radiológica:

- Formación Básica: Graduado Universitario en especialidades de Ingeniería o licenciatura de facultad de ciencias naturales;
- Formación especializada: Curso teórico práctico de capacitación en protección y seguridad radiológica de al menos 40 horas;
- Capacitación en el uso del equipo por parte del fabricante a algún representante del fabricante.
- Poseer al menos 1 año de experiencia en el trabajo con Medidores Nucleares, y
- Resultar apto en el examen médico de aptitud psicofísica para trabajar con radiaciones ionizantes.

#### b) Operador:

- Formación Básica: Bachiller, estudios secundarios, técnico medio o superior;
- Formación especializada: Curso teórico práctico de capacitación en protección y seguridad radiológica de al menos 24 horas;
- Capacitación en el uso del equipo por parte del fabricante a algún representante del fabricante.
- Poseer al menos 1 año de experiencia en el trabajo con Medidores Nucleares, y
- Resultar apto en el examen médico de aptitud psicofísica para trabajar con radiaciones ionizantes.

Con carácter excepcional, la Autoridad Reguladora puede otorgar Licencia Individual a personas que posean una formación básica y especializada diferente a las requeridas, siempre que la dirección de la entidad demuestre y certifique documentalmente la experiencia laboral y la competencia técnica del solicitante.

Los certificados de los cursos de protección y seguridad radiológica que se presentan para acreditar la formación especializada exigida para cada puesto de trabajo, deben ser expedidos por entidades reconocidas por la Autoridad Reguladora.

La documentación para acreditar el cumplimiento de los requisitos exigidos para obtener la Licencia Individual tales como: copias de los diplomas de graduación, certificados de cursos, programas de estudios, acta de aptitud médica y demás se presenta a la Autoridad Reguladora de conjunto con la solicitud de Licencia Individual.

## SECCIÓN IV

### Responsabilidades del personal que realiza la práctica.

1. El personal que realiza la práctica de Medidores Nucleares tiene las responsabilidades siguientes:

#### a) Responsable de Protección Radiológica

- Asesorar al representante legal de la entidad en la toma de decisiones relativas a la protección y seguridad en el desempeño de la práctica de Medidores Nucleares, y en caso de emergencias radiológicas.
- Velar por el adiestramiento y comprobación de los conocimientos del personal ocupacionalmente expuesto sobre las normas y procedimientos de seguridad establecidos para la práctica específica.
- Supervisar el cumplimiento de los requisitos de protección y seguridad establecidos en las regulaciones vigentes, en las condiciones de la autorización y en el PPSR aprobado para la práctica.
- Comunicar de inmediato al representante legal de la entidad, cualquier hecho que a su juicio pueda implicar un aumento del riesgo de exposición, tanto para los TOEs como para el público.
- Asegurar que se cumplan los requerimientos para la gestión de las fuentes selladas en desuso.
- Llevar a cabo la vigilancia radiológica de la instalación y de los TOEs, supervisando las operaciones de mayor riesgo y velar por el cumplimiento de los procedimientos de seguridad radiológica aplicables a la práctica.
- Detener las operaciones cuando exista peligro inminente para los TOEs, el público y el medio ambiente.
- Supervisar la identificación de las zonas controladas y supervisadas y la realización del control de acceso, según los procedimientos aplicables.
- Verificar que solo los operadores autorizados ejecuten los trabajos con Medidores Nucleares.
- Verificar, coordinar e impartir, según corresponda, la capacitación y entrenamiento inicial y continuado de los TOEs,
- Velar por el cumplimiento del programa de mantenimiento de los medidores Nucleares y recibir, junto con el operador, los equipos luego de que se les concluya el mantenimiento, registrando las acciones de mantenimiento y su conformidad con los resultados obtenidos.
- Garantizar que los equipos para monitoreo de zona existentes en la entidad, sean verificados, en los plazos establecidos, por una entidad reconocida por la Autoridad Reguladora.
- Supervisar la realización de la comprobación periódica de los equipos para monitoreo de zona, utilizando para ello las fuentes patrónes destinadas a tales efectos.
- Verificar que se llevan a cabo las pruebas de hermeticidad de las fuentes de los Medidores Nucleares, cada año; así como el programa de mantenimiento de los Medidores Nucleares.
- Garantizar la comprobación periódica del inventario de los Medidores Nucleares utilizados y confirmar que los mismos permanecen en condiciones de protección y seguridad.
- Supervisar el control de acceso a los almacenes y a las bóvedas de los Medidores Nucleares y fuentes garantizando el control sobre las llaves de acceso a los mismos.
- Conducir la investigación e implementación de acciones correctivas, resultantes de exposiciones ocupacionales y accidentales.
- Supervisar que se realicen auditorías internas periódicas al PPSR.
- Organizar y realizar ejercicios y simulacros de preparación para emergencias.

- Garantizar que se mantengan actualizados todos los procedimientos y los registros relativos a la operación y a las situaciones de emergencia.
- Garantizar que se realicen correcciones a las no conformidades detectadas por las auditorías internas al sistema de gestión.

**b) Operador del Medidor Nuclear**

- Cumplir los procedimientos e instrucciones de operación y llenar los registros requeridos.
- Ejecutar con seguridad las tareas demandadas, sobre la base del conocimiento profundo de los principios de funcionamiento del Medidor Nuclear.
- Conocer y aplicar las regulaciones vigentes en materia de protección radiológica; así como las condiciones de la autorización.
- Utilizar los dosímetros personales reglamentarios, conforme a los procedimientos establecidos al efecto, siempre que el trabajo con un Medidor Nuclear así lo requiera;
- Evitar toda exposición innecesaria a la radiación.
- Utilizar los medios de protección (pinzas, herramientas distanciadoras, contenedores de emergencia, blindajes, entre otros) que sean requeridos durante la jornada de trabajo.
- Realizar la vigilancia radiológica para limitar la zona controlada y la zona supervisada.
- Operar los Medidores Nucleares en correspondencia con las exigencias del fabricante y los procedimientos operacionales aprobados en la entidad.
- Exigir la capacitación y el entrenamiento adecuados, para la operación de los Medidores Nucleares en condiciones de seguridad y protección;
- Reportar al EPR condiciones o prácticas inseguras y abstenerse de realizar cualquier operación o detenerla, si considera que la misma conlleva a un aumento del riesgo de exposición, que se han reducido las condiciones de seguridad o que no posee la preparación requerida para su ejecución.
- Cumplir las condiciones de custodia y operación de los Medidores Nucleares y fuentes.
- Realizar los controles diarios a los Medidores Nucleares, antes y después de su uso y registrar sus resultados.
- Recibir los Medidores Nucleares una vez culminado el mantenimiento.
- Asentar en registro las incidencias operacionales de los Medidores Nucleares.
- Comunicar al EPR, las acciones importantes para la seguridad realizadas sobre los Medidores Nucleares.
- Cumplir con las orientaciones e instrucciones del EPR, tanto durante la operación normal de los Medidores Nucleares, como en situaciones de emergencias.

**c) Auxiliar del Operador de Medidor Nuclear**

- Asistir al operador del Medidor Nuclear durante la ejecución de los trabajos, en correspondencia con los procedimientos e instrucciones de operación aplicables.
- Utilizar los medios de protección (pinzas, herramientas distanciadoras, contenedores de emergencia, blindajes, entre otros) que sean requeridos durante la jornada de trabajo.
- Utilizar los dosímetros personales reglamentarios, conforme a los procedimientos establecidos al efecto, siempre que el trabajo con un Medidor Nuclear así lo requiera.
- Evitar toda exposición innecesaria a la radiación.
- Recibir cualquier información, instrucción y entrenamiento relativo a la protección y seguridad, que contribuya a conducir su trabajo de forma segura.
- Cumplir las instrucciones a seguir en caso de accidente radiológico.
- Informar al EPR y al Operador, sobre cualquier situación de riesgo o de accidente.

- Mantener una continua actitud interrogante ante la protección y seguridad radiológica.

Las mujeres que realizan la práctica de Medidores Nucleares, tan pronto tengan conocimiento o sospecha de embarazo, deben notificar dicha condición al representante legal de la entidad.

Aquellas personas que en calidad de estudiantes realizan trabajos y entrenamientos con Medidores Nucleares, para dar cumplimiento a un programa docente, o realizar actividades como parte de su entrenamiento en el puesto de trabajo, deben estar supervisadas en todo momento por un trabajador que posea la correspondiente Licencia Individual otorgada por la Autoridad Reguladora.

## CAPÍTULO V EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

### SECCIÓN I

#### Clasificación de las zonas de trabajo

1. En las instalaciones o lugares donde se utilizan Medidores Nucleares, se deben delimitar las zonas de trabajo y se deben clasificar y señalizar como zona controlada y zona supervisada, según lo establecido en el Reglamento Técnico de Protección Radiológica.
2. En la práctica de Medidores Nucleares, como norma general, se clasifican como zona controlada las áreas siguientes:
  - a) Los almacenes de fuentes y Medidores Nucleares.
  - b) Las áreas de trabajo circundantes a los Medidores Nucleares fijos, portátiles y móviles, que hayan sido delimitadas basándose en el uso planificado de las mismas y en la medición de tasas de dosis.
3. La limitación de la zona controlada se debe realizar de manera tal, que en el perímetro de la misma, la tasa de dosis existente no supere los  $2,5 \mu\text{Sv/h}$ . En los casos que se justifique, se podrá adoptar otro valor, siempre que se demuestre ante la Autoridad Reguladora que no se superan las restricciones de dosis establecidas en la presente Guía. Sección II del capítulo III
4. Ante cualquier cambio que se realice en la práctica se debe realizar una revisión de la clasificación existente de las zonas.
5. El acceso a las zonas controladas y supervisadas se debe restringir a través del establecimiento de barreras físicas y la aplicación de procedimientos específicos de control y acceso, de manera que se evite la pérdida, la sustracción y el deterioro de las fuentes y de los Medidores Nucleares.
6. La Autoridad Reguladora puede exigir como condición de la autorización, en dependencia del tipo de Medidor Nuclear que se opere, la instalación de señales lumínicas y sonoras, en los límites de las zonas controladas, que indiquen que se están ejecutando trabajos con radiaciones ionizantes.

### SECCIÓN II

#### Dosimetría personal y estimación de la exposición ocupacional

1. El titular de autorización que realice la práctica de Medidores Nucleares debe garantizar el establecimiento de un programa de vigilancia radiológica individual que permita, sobre la base de las evaluaciones realizadas, comprobar que la exposición del TOEs no supera los límites de dosis establecidos en las regulaciones vigentes.

2. Para la realización de la práctica de Medidores Nucleares, requiere vigilancia radiológica individual el operador y el auxiliar de operador de Medidores Nucleares portátiles y móviles.
3. Los TOEs que habitualmente laboran en las zonas supervisadas no requieren del uso de dosímetros personales. En estos casos, las dosis serán estimadas a partir de los resultados obtenidos de la vigilancia radiológica del puesto de trabajo. No obstante, es recomendable la utilización de un número limitado de dosímetros personales, que permitan evaluar la exposición recibida.
4. A los fines de realizar la vigilancia radiológica individual de los TOEs ~~se~~ deben utilizar dosímetros personales integradores, con sensibilidad compatible con el tipo y la energía de la radiación emitida, como es el caso de los dosímetros termoluminiscentes.
5. Se recomienda la utilización complementaria de dosímetros de lectura directa con alarma sonora, en caso de exposiciones planificadas, a los fines de disponer de una evaluación inmediata de las dosis que puedan recibirse en determinadas situaciones tales como: la manipulación o el recambio de fuentes y la localización y el rescate de fuentes extraviadas.
6. El servicio de dosimetría individual debe ser realizado por una entidad reconocida por la Autoridad Reguladora. La lectura de los dosímetros personales y la evaluación de la dosis ocupacional recibida por cada TOE, debe realizarse con una periodicidad mensual.
7. Los resultados de la vigilancia radiológica individual, deben ser asentados mensualmente en los expedientes radiológicos de cada TOE.

### **SECCIÓN III**

#### **Observancia de los límites de dosis**

1. A los fines de garantizar el cumplimiento de los límites de dosis establecidos en el Reglamento Técnico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes de Nicaragua (Anexo 1) y las restricciones de dosis establecidas en la presente Guía en el capítulo III, sección II, el titular de autorización debe garantizar la realización de una evaluación sistemática de la dosis efectiva recibida por los TOEs y en tal sentido deben cumplir los requerimientos siguientes:
  - a) Investigar los resultados mensuales de dosis efectivas superiores a 1,6 mSv y registrar los resultados de tales investigaciones.
  - b) Comunicar a la Autoridad Reguladora los resultados mensuales de las dosis superiores a 6 mSv, y remitir a ésta Autoridad un informe con las causas y las medidas tomadas.
  - c) Comunicar a la Autoridad Reguladora los resultados de dosis acumulada que en cualquier etapa del año superen la restricción de dosis establecida para la práctica en la presente Guía en el capítulo III, sección II y remitir a ésta un informe con las causas y las medidas tomadas.
  - d) Comunicar a la Autoridad Reguladora los resultados mensuales de dosis superiores a 200 mSv y realizar una investigación especial que incluya una confirmación de la dosis recibida por dosimetría citogenética y remitir a la Autoridad Reguladora un informe de las medidas tomadas.

## SECCIÓN IV

### Vigilancia radiológica de las zonas

1. Para la realización de la práctica de Medidores Nucleares la dirección de la entidad debe implantar en el marco del PPSR, tanto para las condiciones normales de exposición, como para las potenciales, un esquema de la vigilancia radiológica de las zonas y los puestos de trabajo, que contemple la realización de mediciones periódicas de la tasa de dosis en las zonas controlada y supervisada.
2. La vigilancia radiológica de las zonas y los puestos de trabajo, debe ser realizada por una persona con adiestramiento y experiencia en el manejo de los equipos dosimétricos. Esta persona debe tener conocimientos sobre las características operacionales, las limitaciones de los equipos dosimétricos utilizados y los procedimientos de monitoreo.
3. La vigilancia radiológica de las zonas y los puestos de trabajo debe realizarse con la frecuencia que se establece en la presente Guía, de acuerdo al tipo de Medidor Nuclear. Los resultados de la Vigilancia Radiológica siempre deben ser registrados teniendo en cuenta, como mínimo, los aspectos siguientes:
  - a) Magnitudes a medir.
  - b) Fecha de realización de la vigilancia radiológica.
  - c) Nombres, apellidos y firmas de las personas que realizaron el monitoreo.
  - d) Descripción del área o del puesto de trabajo evaluado y esquema de los puntos donde se realizaron las mediciones, con una señalización del lugar donde se ubica el Medidor Nuclear, incluyendo los medios de transporte para los medidores portátiles y móviles y los almacenes de fuentes y de Medidores Nucleares.
  - e) Actividad de la fuente radiactiva del Medidor Nuclear y fecha de referencia.
  - f) Resultados de las tasas de dosis en los puntos donde se realizaron las mediciones y el tipo de radiación medida ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , n, rayos X).
  - g) Datos de los equipos dosimétricos utilizados, tales como: fabricante, modelo, número de serie y fecha de la última calibración, como se muestra en la siguiente tabla

Modelo	No Serie	Fabricante	Tipo de radiación que mide / intervalo de	Magnitud que mide	Fecha de la ultima calibración

- h) Observaciones y recomendaciones.
4. En caso que se empleen Medidores Nucleares fijos, se debe realizar mensualmente un control radiológico de las tasas de dosis en las zonas controladas y supervisadas. También se deben controlar las tasas de dosis durante y al finalizar los trabajos de mantenimiento y siempre que se realice la verificación del inventario físico de los medidores.
5. En caso que se realicen trabajos con Medidores Nucleares móviles y portátiles, se debe realizar la vigilancia radiológica de las áreas controlada y supervisada, durante la realización de los trabajos. Después de concluir los mismos, se debe verificar mediante mediciones de tasa de dosis, que la fuente se encuentre dentro de su blindaje en posición segura. También se deben realizar controles de las tasas de dosis, al finalizar los trabajos del mantenimiento de estos medidores y cada vez que se transporten.
6. Siempre que se acceda a los almacenes o depósitos de fuentes y Medidores Nucleares, se debe realizar un control radiológico operacional de las tasas de dosis existentes dentro de estos locales, en las superficies de las paredes externas de las mismas, así como en las puertas y en las cercas perimetrales. Como mínimo una vez al mes los resultados del control radiológico deben ser registrados.

## **SECCIÓN V**

### **Monitores Dosimétricos**

1. A fin de garantizar la vigilancia radiológica de las zonas y puestos de trabajo y la respuesta adecuada de posibles sucesos radiológicos, se requiere que la entidad disponga de equipos dosimétricos de monitoreo de tasa de dosis equivalente ambiental, en un número que satisfaga los requisitos siguientes:
  - Un equipo dosimétrico, por cada Medidor Nuclear portátil o móvil en operación y
  - Un equipo dosimétrico, en caso que existan Medidores Nucleares fijos, almacenes o depósitos de fuentes y Medidores Nucleares.
2. Los equipos dosimétricos, utilizados en la vigilancia radiológica de zonas y de puestos de trabajo, deben poseer una sensibilidad compatible con el tipo y la energía de los campos de radiación existentes en las zonas a controlar y consecuentemente deben medir las tasas de dosis presentes, cubriendo como mínimo un rango de medición, desde los  $0,5\mu\text{Sv}/\text{h}$  hasta los  $100\text{ mSv}/\text{h}$ , con un error intrínseco no mayor que 40%.
3. Durante la calibración de los equipos dosimétricos, el titular de la autorización debe garantizar la vigilancia radiológica de las zonas y los puestos de trabajo.
4. Los equipos dosimétricos deben poseer indicación acústica y lumínica, con una tasa de repetición de pulsos audibles proporcional a la tasa de dosis medida.
5. Los equipos dosimétricos, en los marcos del sistema de gestión del PPSR, deben someterse antes de su uso a la comprobación de las baterías y los ajustes a cero, así como a la comprobación de la respuesta, utilizando para ello fuentes de comprobación.
6. Los equipos dosimétricos utilizados en la vigilancia radiológica de zonas y puestos de trabajo, deben ser verificados con una periodicidad cada dos años. Se deben verificar también, después de cada reparación y cuando existan motivos para suponer una alteración en el resultado de las mediciones. En todos los casos la verificación debe ser realizada por una entidad reconocida por la Autoridad Reguladora.
7. En la entidad debe existir un expediente de los equipos dosimétricos utilizados en la vigilancia radiológica de zonas y puestos de trabajo. El EPR debe velar por la actualización y custodia del expediente, que debe contener la información siguiente:
  - a) Documentación del fabricante del equipo en idioma español;
  - b) Instrucciones de operación;
  - c) Certificados de Calibración;
  - d) Conclusiones documentadas sobre las calibraciones realizadas;
  - e) Reparaciones y mantenimientos; y
  - f) Cualquier otra documentación significativa del equipo.

## **CAPÍTULO VI**

### **EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO**

## **SECCIÓN I**

### **Vigilancia radiológica de la exposición del público**

A los fines de garantizar la protección de los miembros del público durante el uso de Medidores Nucleares, el titular de autorización debe garantizar que:

1. a) Se apliquen las restricciones de dosis para público, establecidas en la presente Guía Sección II del capítulo III

- b) Se ejerza un adecuado control de acceso de los miembros del público a las zonas controladas y supervisadas.
- c) se facilite información e instrucciones adecuadas, a los miembros del público que accedan a una zona controlada y que los mismos sean acompañados por una persona conocedora de las medidas de protección y seguridad aplicables a esa zona.

## SECCIÓN II

### Gestión de desechos radiactivos y fuentes selladas en desuso

1. El titular de autorización debe garantizar que la gestión de los desechos radiactivos y las fuentes selladas en desuso, se realice en correspondencia con lo establecido en el Reglamento de desechos radiactivos vigente y de acuerdo a los procedimientos establecidos.
2. El titular de autorización y las entidades importadoras y exportadoras, deben garantizar que en los Contratos de Compra Venta de Medidores Nucleares y fuentes, se prevea la devolución de las fuentes selladas en desuso o decaídas a los suministradores o fabricantes. Cuando no sea posible la devolución de las fuentes al país de origen, su gestión debe ser convenida con la Instalación Centralizada de almacenamiento de fuentes selladas en desuso denominada "El Retiro". la cual es propiedad del MINSA
3. Todo titular de autorización que posea fuentes aptas para el uso y para las que no prevea un uso ulterior, puede transferirlas a otro titular de autorización que las pretenda emplear, previa solicitud a la Autoridad Reguladora.

## CAPÍTULO VII EXPOSICIÓN POTENCIAL

### SECCIÓN I

#### Requisitos de diseño de las fuentes

1. Las fuentes selladas que se emplean en la práctica de Medidores Nucleares deben ser diseñadas, fabricadas y ensayadas, de forma tal que se satisfagan los requisitos de la Norma ISO 2919:1999 "Sealed Radioactive Sources- General requirements and classification".
2. Las fuentes selladas deben ser sometidas a pruebas de hermeticidad, en correspondencia con la Norma ISO 9978:1992 "Radiation Protection- Sealed Radioactive Sources-Leakage test methods" y poseer el certificado de prueba de hermeticidad válido.
3. El titular de autorización debe poseer, para todas las fuentes selladas, los certificados de fuente radiactiva sellada, según la norma ISO 2919, y cuando proceda, el certificado de material radiactivo en forma especial, según el Reglamento para el transporte de material radiactivo vigente.
4. Para los Medidores Nucleares que disponen de generadores de rayos X, el diseño de estas fuentes y su fabricación, deben satisfacer los requisitos de seguridad y la clasificación establecida en la norma internacional aplicable en cada caso.
5. El titular de autorización debe garantizar que la documentación de las fuentes y Medidores Nucleares esté disponible en idioma español y especifique aspectos tales como: las condiciones para el montaje, las pruebas de aceptación, el periodo de garantía, las condiciones de operación, el mantenimiento periódico, las instrucciones de seguridad, entre otros.

## SECCIÓN II

### Requisitos de diseño de los Medidores Nucleares

El diseño de los Medidores Nucleares, incluyendo los recipientes de alojamiento de las fuentes, blindajes, colimadores, obturadores, dispositivos de seguridad y sistemas de alojamiento de los detectores, debe satisfacer los requisitos establecidos en la norma ISO 7205 "Radionuclide gauges – Gauges designed for permanent installation" o de una norma equivalente.

#### Recipiente de alojamiento de la fuente

El diseño del recipiente que proporciona el blindaje y la colimación de la fuente, debe tener un mecanismo que evite el desmontaje por parte de personas no calificadas. En este sentido, el diseño de estos recipientes debe incluir elementos de fijación mecánica, que requieran el uso de herramientas especiales para su desmontaje.

El recipiente de alojamiento de la fuente debe permitir el correcto posicionamiento de la misma, de manera que se garantice la seguridad radiológica y física. Además debe proporcionar protección para todas las condiciones ambientales existentes durante el uso del Medidor Nuclear.

#### Blindaje

1. En los Medidores Nucleares con haz de radiación colimada, el colimador puede estar integrado en el propio blindaje, pero en cualquier caso, su focalización debe ser tal, que en operación normal, la radiación comprendida en el ángulo sólido formado por el colimador y todos los puntos de la superficie de la fuente, sea interceptada por el recipiente de alojamiento del detector y si es necesario, por cualquier otro absorbedor fijo.
2. Los Medidores Nucleares que operan por el método de retro dispersión, deben poseer medios para interceptar la radiación secundaria (o dispersa).
3. Los Medidores Nucleares sin haz de radiación colimado, deben poseer siempre que sea posible, un blindaje parcial para atenuar las radiaciones en un ángulo sólido, sin interferir con el volumen de medición.
4. Los Medidores Nucleares con fuentes que salen del blindaje y se encuentran separadas del detector (como ocurre en algunos Medidores de compactación), deben poseer sistemas de seguridad adecuados, para que en caso de fallas, pueda posicionarse la fuente dentro del blindaje y evitar su salida en ausencia del material procesado.
5. En el caso de Medidores Nucleares con tubos generadores de rayos x, deben preverse las medidas para garantizar que el alto voltaje sea desconectado, durante eventos tales como el fuego o las temperaturas elevadas, antes que ocurra la pérdida de integridad del blindaje.

#### Obturador para el haz útil

1. Los Medidores Nucleares con haz colimado, deben poseer un obturador, que en posición cerrado impida la exposición del haz de radiación a la salida del recipiente de alojamiento de la fuente. El obturador debe ser efectivo en situaciones de incidentes, accidentes u operación por parte de personas inexpertas.
2. El diseño debe prever la existencia de un obturador, que permita el control del haz a través del cierre y la apertura del mismo.

3. El diseño de un Medidor Nuclear que opere en régimen automático, debe garantizar el cierre inmediato del obturador, ante cualquier falla que se produzca en la línea tecnológica.
4. Los recipientes de alojamiento de las fuentes de los Medidores Nucleares, que dispongan de obturadores mecánicos o automáticos, deben estar cerrados cuando la fuente no sea utilizada. El obturador debe concebirse, de manera que quede cerrado cuando no haya ningún material a ser medido. El obturador debe disponer de una señal que indique la posición de abierto o cerrado del obturador.
5. Los Medidores Nucleares que poseen un tubo de rayos X en calidad de fuente, deben disponer de señales lumínicas que indiquen el momento en que el equipo está energizado, cuando está irradiando y cuando no está irradiando.
6. El diseño de los obturadores debe permitir su funcionamiento en todos los regímenes de temperaturas, vibraciones y golpes, a que estará sometido el Medidor Nuclear durante su operación en condiciones normales de trabajo.

#### **Recipiente de alojamiento del detector**

Los componentes del detector deben constituir una unidad integrada y estar protegidos por una cubierta que proporcione protección contra agentes externos que pueden estar presentes durante el uso del equipo.

Siempre que sea necesario, en los equipos con haz útil de radiación, han de ser instalados junto al recipiente del detector, blindajes adicionales para interceptar completamente el haz de radiación efectivo y reducir la exposición a los niveles más bajos que se puedan alcanzar.

El diseño del recipiente del detector debe ser tal, que el operador no pueda exponer sus manos u otra parte de su cuerpo al haz útil, durante el ajuste de los dispositivos electrónicos.

#### **Dispositivos de fijación**

Los dispositivos de fijación de la fuente y del detector deben ser diseñados de forma tal que:

- a) Facilten el posicionamiento de la fuente y el detector;
- b) Garanticen la instalación permanente en la posición seleccionada, teniendo en cuenta las condiciones ambientales existentes.

El espacio entre el detector y la fuente, por ejemplo en los Medidores de espesor, o el espacio entre el equipamiento al cual la fuente y el detector son fijados, debe ser mantenido en un mínimo estricto. La fuente y el detector deben ser diseñados, de forma tal que posea un dispositivo de fijación adicional que los acomode, si es necesario.

#### **Marcaje**

Sobre la superficie exterior del Medidor Nuclear debe estar claramente marcada la información siguiente:

- a) Modelo y número de serie del equipo.
- b) Símbolo fundamental de radiaciones ionizantes, de acuerdo a la ISO 361.
- c) Código de identificación, según la normativa aplicada, por ejemplo: la ISO 7205:1986.

Adicionalmente, en la superficie exterior del recipiente de alojamiento de la fuente, debe colocarse una etiqueta con la información siguiente:

- a) Símbolo químico y número másico del radionucleido.
- b) Actividad de la fuente y fecha de referencia.

c) Número de serie de la fuente radiactiva.

El marcaje debe estar estampado, empotrado o fijado, de forma tal que se mantenga legible durante toda la vida operacional del Medidor Nuclear.

### SECCIÓN III

#### Requisitos de diseño de instalaciones y locales

1. El diseño de las instalaciones donde se empleen Medidores Nucleares fijos debe garantizar, siempre que sea posible, que el montaje de los mismos se realice en áreas con nulo o limitado acceso de personal.
2. Los locales de almacenamiento de Medidores Nucleares y fuentes deben ubicarse en lugares con bajo riesgo de incendio e inundación y con poca circulación de público. Los materiales de construcción de los locales de almacenamiento de Medidores Nucleares y fuentes deben ser resistentes a la acción del fuego.
3. El diseño constructivo de los locales de almacenamiento de fuentes y Medidores Nucleares, debe garantizar el uso exclusivo de los locales para estas actividades y debe prever la existencia de blindajes eficaces, que protejan al personal de la instalación y al público en general.
4. En ningún caso se pueden almacenar junto con las fuentes y los Medidores Nucleares, otros materiales peligrosos tales como: explosivos, sustancias inflamables, combustibles o corrosivas, u otros.
5. Los locales de almacenamiento de Medidores Nucleares y fuentes se deben ubicar dentro de los límites del emplazamiento autorizado por la Autoridad Reguladora y en áreas que no colindan con entidades donde se realicen actividades con riesgo de incendio y explosión.
6. El cálculo de blindaje de los locales de almacenamiento de Medidores Nucleares y fuentes, debe ser optimizado, teniendo en cuenta el factor de uso y el factor de ocupación de los locales o áreas colindantes; garantizando además que las dosis que reciban los TOEs y los miembros del público sean tan bajas como razonablemente sea posible alcanzar y que en ningún caso superen los valores de tasa de dosis establecidos en la presente Guía (III.5). Sección II del capítulo III
7. La tasa de dosis en la superficie exterior de las paredes de los locales de almacenamiento de Medidores Nucleares y fuentes, o en la cerca perimetral, no debe superar el valor de 0,5 µSv/h.
8. La cerca perimetral debe tener una puerta con cerradura con candado o llave, que impida el acceso de personas no autorizadas. La superficie exterior de la puerta o cerca perimetral, debe estar señalizada con el símbolo fundamental de radiaciones ionizantes. De igual forma, el interior de los almacenes debe estar señalizado como zona controlada, según lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes de Nicaragua. Todas las señalizaciones deben ser visibles a tres (3) metros de distancia, como mínimo.
9. Dentro de los locales de almacenamiento, las fuentes deben estar colocadas dentro de sus correspondientes contenedores con cierre con candados. Se recomienda colocar los contenedores dentro de bóvedas en el suelo (tipo pozo). Las bóvedas deben contar con una tapa de concreto o acero, con cierre con candado. La tapa debe estar señalizada en su parte exterior con el símbolo fundamental de radiaciones ionizantes, de manera perdurable.
10. En el interior de los locales de almacenamiento, debe existir información visual actualizada sobre la distribución de las fuentes y Medidores Nucleares existentes.
11. El titular de autorización debe poseer la información sobre las fuentes y Medidores Nucleares almacenados. Esta información debe contener, entre otros aspectos, los siguientes:

- a) cantidad de fuentes y Medidores Nucleares almacenados;
  - b) número de serie de las fuentes y de los Medidores Nucleares almacenados;
  - c) radionucleido contenido en las fuentes almacenadas;
  - d) actividad de las fuentes almacenadas, y fecha de referencia de su medición;
  - e) resultados de la última prueba de hermeticidad realizada a cada fuente almacenada; y
  - f) modelo del Medidor Nuclear almacenado.
12. Los locales de almacenamiento deben poseer adecuada iluminación, tanto en el interior como en el exterior.
  13. Las llaves de acceso a los locales de almacenamiento deben estar bajo custodia del EPR, o de otra persona designada por el representante legal de la entidad.
  14. En todos los casos, las medidas de protección física que se implementen para proteger los locales de almacenamiento de fuentes y Medidores Nucleares deben satisfacer los requisitos establecidos al efecto en el país.
  15. Cuando después de finalizada la jornada laboral, no sea posible el retorno de los Medidores portátiles a los locales de almacenamiento, se debe garantizar la existencia de locales para su almacenamiento temporal. Estos locales deben garantizar las condiciones adecuadas de seguridad física y radiológica.
  16. El titular de la autorización que realiza la práctica debe suscribir acuerdos o actas de cooperación con las entidades en cuyos predios se almacenarán temporalmente las fuentes y los Medidores Nucleares, con el objetivo de definir las responsabilidades de cada parte con relación a las medidas de protección y seguridad radiológicas y las medidas de protección física a implementar. Igualmente en las actas de cooperación deben establecerse las responsabilidades de cada una de las partes relativas a la respuesta a las situaciones de emergencia radiológica, que podrían surgir en relación con el almacenamiento temporal.
  17. En ningún caso podrán emplearse los vehículos de transporte, como locales de almacenamiento temporal de Medidores Nucleares y fuentes.

#### SECCIÓN IV

##### Requisitos operacionales de Medidores Nucleares y fuentes

1. La operación de los Medidores Nucleares se realiza en correspondencia con las exigencias del fabricante, los requisitos que se establecen en la presente Guía y las condiciones de vigencia de las autorizaciones otorgadas por la Autoridad Reguladora. Para la operación del Medidor Nuclear deben seguirse las secuencias operacionales establecidas en los procedimientos de operación, aprobados formalmente en el marco del Sistema de Gestión de la entidad.
2. La operación de los Medidores Nucleares requiere elaborar procedimientos operacionales y de actuación, que contemplen las medidas a tomar en caso de ocurrencia de situaciones previstas que se desvén de la operación normal de los Medidores Nucleares, sin llegar a constituir situaciones de emergencia. Estos procedimientos se deben elaborar considerando las características de los Medidores Nucleares, las recomendaciones del fabricante y la experiencia operacional existente.
3. El titular de autorización debe poseer la documentación técnica del suministrador de los Medidores existentes, con vistas a elaborar los procedimientos operacionales. La documentación debe estar en idioma español y contener como mínimo la información siguiente:
  - a) la descripción técnica y esquemas de los Medidores Nucleares, principios de operación, características técnicas, en particular el número de serie de la fuente , el tipo de radionucleido utilizado y su actividad, con la fecha de referencia, así como las curvas de isodosis del equipo o tasas de dosis en puntos relevantes de su entorno;

- b) las instrucciones para el montaje y puesta en servicio del medidor;
  - c) los límites y las condiciones de operación que deben cumplirse para reducir la exposición a la radiación;
  - d) las instrucciones para realizar el mantenimiento, incluyendo el mantenimiento de las placas de identificación de los Medidores Nucleares, de las señales de advertencia o señalización, para evitar la exposición inadvertida, específicamente cuando se manipule la fuente, los interruptores y los dispositivos de seguridad; y
  - e) las instrucciones y procedimientos de actuación durante las emergencias radiológicas.
4. En caso que se pretenda realizar una operación que implique niveles importantes de radiación, o cuya realización puede ser compleja, tales como: el mantenimiento de Medidores Nucleares o el recambio de fuentes, se debe realizar una planificación previa de los trabajos, para lograr la optimización de la protección.
  5. En tales casos el EPR debe tomar parte en la planificación de las actividades que impliquen exposiciones significativas, y asesorar sobre las condiciones en que puede emprenderse el trabajo en zonas controladas.
  6. La planificación previa debe tener en cuenta aspectos tales como:
    - a) Información de la distribución de las tasas de dosis en la zona de trabajo y los posibles puntos calientes, basada en un estudio previo al trabajo;
    - b) estimación de la exposición individual para cada etapa del trabajo;
    - c) especificación de los dosímetros adicionales que se utilizarían los TOEs y
    - d) especificación de los medios individuales de protección que se emplearían en las diferentes fases del trabajo.
  7. Cualquier modificación en los procedimientos operacionales que influya en la protección y seguridad, debe estar regida por los requerimientos del Sistema de Gestión y presentarse ante la Autoridad Reguladora por el representante legal de la entidad, a los fines de su evaluación y conciliación, previo a su implantación.
  8. Los procedimientos operacionales y de seguridad radiológica deben estar disponibles en cada puesto de trabajo.
  9. Los Medidores portátiles y las fuentes, cuando no estén en uso, así como los Medidores fijos que estén por instalar, deben almacenarse siempre en locales que cumplan los requisitos que se establecen en la presente Guía en el artículo VII sección II. También deben almacenarse en estos locales, todos los Medidores Nucleares y fuentes declaradas en desuso, hasta tanto se gestionen.
  10. Todo Medidor Nuclear que se almacene debe poseer su obturador en posición cerrada y bloqueada.

### **Medidores portátiles y móviles**

11. Antes del uso o la manipulación de un Medidor portátil o móvil, se debe realizar una inspección visual del mismo, prestando especial atención al etiquetado, al estado general y a su funcionamiento seguro.
12. Solo deben aplicarse los procedimientos de operación aprobados por la dirección de la entidad. Asimismo los Medidores Nucleares y las fuentes solo pueden emplearse para los fines con que han sido concebidos y autorizados.
13. El Medidor portátil o móvil solo se debe utilizar, cuando se disponga de todos los accesorios auxiliares necesarios, tales como: blindajes adicionales (en el caso de Medidores portátiles), barreras físicas de limitación, cuerdas, instrumentos para manipular fuentes, avisos y señales, equipo dosimétrico para la vigilancia radiológica de zona, contenedor auxiliar, entre otros.
14. Mientras se trabaje con un Medidor portátil o móvil, se debe utilizar un equipo dosimétrico de tasa de dosis, para delimitar la zona controlada, monitorear las tasas de dosis recibidas por el operador en el puesto de trabajo, y comprobar que el obturador se encuentra en posición cerrada una vez terminados los trabajos. En los casos que proceda, se debe comprobar el retorno de la fuente radiactiva a su posición de blindaje, después de concluido el trabajo.

15. Los Medidores portátiles y las fuentes deben someterse a un control de inventario, cada vez que se extraigan o se devuelvan al local de almacenamiento y a un control de inventario semanal, cuando se encuentren almacenados. Debe existir un registro en el cual queden debidamente asentados todos los movimientos que se realicen con los Medidores Nucleares y sus fuentes.
16. Durante el receso de las operaciones con los Medidores portátiles, debe reforzarse el régimen de protección física.

### **Medidores fijos**

17. La tasa de dosis en lugares de paso o de permanencia eventual o permanente de público, cerca de los Medidores Nucleares instalados, no debe superar el valor de 0,5 µSv/h.
18. Antes del montaje del Medidor fijo, se deben realizar todas las operaciones de limpieza y ajuste de los anclajes que sujetan la fuente y el detector.
19. Las operaciones que exigen la aproximación a los Medidores fijos, tales como la limpieza y el mantenimiento en el interior de recipientes o tuberías, la verificación instrumental electrónica del medidor, el mantenimiento de la línea de producción, incluyendo el Medidor Nuclear, entre otros; deben ser realizadas, siempre que se verifique con antelación, el cierre y bloqueo del obturador del Medidor Nuclear.
20. Antes de las operaciones de montaje y desmontaje del Medidor fijo, se debe comprobar con un instrumento de medición de tasa de dosis, que el obturador está bloqueado y en posición cerrada.
21. El inventario de los Medidores fijos instalados y las fuentes existentes en la entidad y las condiciones de seguridad de los mismos, se deben verificar mensualmente. Se debe mantener un registro actualizado de los Medidores Nucleares y las fuentes existentes en la entidad.
22. El titular de autorización debe garantizar la seguridad radiológica y física, de todo Medidor fijo que por cualquier razón haya sido desmontado.

## **SECCIÓN V**

### **Requisitos de mantenimiento de fuentes y Medidores Nucleares**

1. El titular de autorización debe garantizar que se establezca un programa de mantenimiento y de revisiones periódicas de los Medidores Nucleares, en correspondencia con las especificaciones y la frecuencia establecida por el fabricante.
2. Si como resultado de las revisiones periódicas, se detectan defectos con repercusión sobre las condiciones de protección y seguridad, o sobre el funcionamiento correcto del Medidor Nuclear, se debe proceder a retirar el mismo del servicio, hasta tanto no sea reparado. La retirada del servicio del Medidor Nuclear se debe realizar siempre con el obturador en posición cerrado y bloqueado.
3. El programa de mantenimiento de los Medidores Nucleares debe incluir, entre otros aspectos, los siguientes:
  - a) realización del mantenimiento rutinario que debe realizar el operador, después de haber ejecutado un trabajo con un Medidor Nuclear;
  - b) realización de mantenimientos planificados y reparaciones definidos por el fabricante del Medidor Nuclear, que solo podrán ser realizados por las entidades que cuenten con la correspondiente autorización de la Autoridad Reguladora y
  - c) realización de las pruebas de hermeticidad a las fuentes selladas.
4. Las fuentes selladas deben someterse a la prueba de hermeticidad prevista en la Norma ISO 9978 o una norma equivalente, antes de comenzar a usarse y con una periodicidad anual. La prueba de hermeticidad se realiza

conforme a un procedimiento formalmente aprobado y autorizado en la entidad por la Autoridad Reguladora. También puede ser contratado el servicio a una entidad autorizada por la Autoridad Reguladora.

5. Luego de la ocurrencia de un evento en el que pudiera estar involucrada la fuente, se debe realizar (de ser posible) una inspección visual, de la fuente y posteriormente comprobar su hermeticidad.
  6. Toda prueba de hermeticidad y sus resultados, deben estar documentados y registrados. El informe conclusivo de los resultados debe poseer los datos (nombre, apellidos y cargo) y la firma de la persona que realizó esta prueba.
  7. Los criterios para las pruebas de hermeticidad por frotis en fuentes selladas, son los siguientes:
    - a) En las pruebas de frotis directa sobre la fuente (criterio de éxito): 185 Bq (5 nCi) y
    - b) En las pruebas de frotis sobre una superficie equivalente de prueba: 18,5 Bq (0,5 nCi).
- Las pruebas de hermeticidad no son aplicables a las Fuentes selladas:
- a) que contengan únicamente gas como material radiactivo, tales como kriptón y tritio;
  - b) con actividad hasta 3.7 MBq de un radionucleido emisor beta y/o gamma; y
  - c) con actividad hasta 0.37 MBq de un radionucleido emisor alfa.

## **SECCIÓN VI**

### **EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD**

1. El titular de autorización que realice la práctica de Medidores Nucleares debe garantizar que se realice una evaluación de seguridad, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Técnico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes de Nicaragua.
2. Las evaluaciones de seguridad deben considerar las lecciones aprendidas de accidentes ocurridos en el país y en el mundo, evaluando las barreras existentes en la entidad, para evitar o mitigar las consecuencias de dichos accidentes.
3. La lista de sucesos iniciadores elaborada, debe incluir todos los errores humanos y fallos de equipos que potencialmente pudieran conducir a exposiciones potenciales de los TOEs y el público en general.

## **CAPÍTULO VIII**

### **REQUISITOS PARA EL TRANSPORTE DE FUENTES**

1. Las entidades que realizan el transporte de fuentes para la realización de la práctica de Medidores Nucleares deben estar autorizadas por la Autoridad Reguladora y cumplir los requisitos prescritos en el Reglamento de transporte de material radiactivo vigente.

## **CAPÍTULO IX**

### **EMERGENCIAS RADIOLOGICAS**

1. Para la ejecución de la práctica de Medidores Nucleares se requiere la elaboración e implementación del Plan de Reducción de desastres, en correspondencia con las disposiciones legales vigentes y el Reglamento Técnico de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes de Nicaragua.

## CAPÍTULO X

### REGISTROS

1. El titular de autorización que realiza la práctica de Medidores Nucleares debe garantizar que se establezcan y mantengan actualizados los registros relativos a la ejecución del PPSR. Además de los registros exigidos en la presente Guía, deben implementarse y mantenerse, como mínimo, los documentos y registros siguientes:
  - a) Documentación técnica, en idioma español, de los Medidores Nucleares brindada por los suministradores o fabricantes de los mismos.
  - b) Copias de las Autorizaciones otorgadas y de los informes de las inspecciones realizadas por la Autoridad Reguladora; así como de la documentación técnica presentada en el marco del proceso de autorización de la práctica.
  - c) Listado de los TOEs y expediente radiológico de cada uno que incluya:
    - registro de exposición ocupacional (historial dosimétrico del TOE);
    - resultados de la capacitación recibida (resultados de los exámenes y programa de capacitación y entrenamiento en protección radiológica y de la práctica);
    - autorizaciones otorgadas (certificación de la entidad y cuando proceda, licencia individual); y
    - acta de aptitud médica
    - copia de título (bachiller, técnico o universitario)
  - d) Inventario de fuentes radiactivas y Medidores Nucleares, indicando:
    - el tipo de radio nucleido y la actividad;
    - la fecha de referencia en que la actividad es determinada;
    - el número de serie de la fuente;
    - copia del certificado de fabricación de la fuente sellada que incluya la clasificación ISO dada por el fabricante;
    - copia del Certificado de material radiactivo en forma especial;
    - el voltaje máximo y la corriente máxima, si la fuente es un tubo de rayos X;
    - el modelo y el número de serie del Medidor Nuclear; y
    - el número de serie del tubo de rayos X y el número de serie del Medidor Nuclear
  - e) Certificados de verificación de los equipos dosimétricos,
  - f) Resultados de la vigilancia radiológica de zonas y puestos de trabajos. Se debe indicar la fecha de realización de la medición, los puntos donde se realizan las mediciones, los resultados de las mediciones realizadas en cada punto y los datos personales del trabajador que realizó la medición.
  - g) Informes o certificados de las pruebas de hermeticidad realizadas a las fuentes selladas.
  - h) Resultados de los trabajos de reparación y mantenimiento realizados, indicándose el tipo de mantenimiento, la fecha en que fue realizado, las actividades ejecutadas y nombre y firma de la persona que la realizó.
  - i) Resultados, según los correspondientes certificados o informes, de las calibraciones realizadas a los Medidores Nucleares.
  - j) Resultados de las auditorías internas realizadas al Sistema de Gestión para la ejecución de la práctica.
  - k) Resultados de las pruebas de aceptación y de puesta en servicio realizadas tras la instalación de Medidores fijos en líneas de producción;
  - l) Lista de TOEs, indicándose sus nombres y apellidos y el número de cédula de Identidad, así como el puesto de trabajo o cargo que ocupan.
  - m) Carga de trabajo para cada operador del Medidor portátil o móvil.
  - n) Libro de las incidencias que ocurren en el trabajo de los Medidores Nucleares.

- o) Resultados de las investigaciones de incidentes y accidentes.
- p) Documento que acredite la gestión realizada con las fuentes selladas declaradas en desuso (devolución al suministrador/ fabricante, de almacenamiento realizada por el MINSA).
- q) Control de la entrada y salida de los Medidores Nucleares almacenados
- r) Control de Rutas durante el transporte

## **VI. BIBLIOGRAFIA**

1. Reglamento de Protección Contra las Radiaciones Ionizantes de Nicaragua, 2011.
2. Guía de seguridad para la práctica de medidores nucleares, Centro Nacional de Seguridad Nuclear, Cuba, 2013.
3. Manual sobre Medidores Nucleares del Organismo Internacional de Energía Atómica, 1994.
4. Normativa 070, Norma Metodológica Para la Elaboración de Normas, Manuales, Guías y Protocolos del Sector Salud, Nicaragua, 2011
5. ISO 9978:1992 "Radiation Protection- Sealed Radioactive Sources-Leakage test methods"
6. ISO 2919 Radiological protection –sealed radioactives sources-general requirements and classification, 2012
7. Guía de seguridad No.53, Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas, Madrid, Junio 1987
8. ISO 7205 "Radionuclide gauges – Gauges designed for permanent installation", 1996

## **VII. ANEXOS**

1. Acta de aptitud médica
2. Registro auditable de la dosimetría personal

## 1. ACTA DE APTITUD MÉDICA

I. DATOS GENERALES		Datos a completar por el Responsable de Protección Radiológica	No. Expediente.
Nombre (s): _____			
Apellido paterno: _____		Apellido materno: _____	
No. Cédula de identidad: _____		Sexo: _____	
Centro de trabajo: _____			
II. TRABAJOS REALIZADOS ANTERIORMENTE CON RADIACIONES			
Centro de trabajo: _____			
Período de trabajo: desde: _____		hasta: _____	
Actividad realizada: _____ _____			
Dosis acumulada (mSv): _____			
III. TIPO DE RADIACIÓN Y FUENTE A QUE ESTÁ EXPUESTO: _____			
Trabajo que realiza: _____ _____			
IV. EXAMEN MÉDICO			
IV.1. Examen físico (Exponer los datos positivos)			
IV.2. Exámenes de laboratorios (resultados relevantes)			
V. CONCLUSIONES			
Apto _____	No Apto _____	Apto B/C _____	
En caso de resultar Apto B/C explicar la condición y las recomendaciones a seguir: _____ _____ _____			
Fecha: _____	Nombre y firma _____ del médico autorizado _____ Institución: _____		
Validez: hasta _____			

## 2. REGISTRO AUDITABLE DE DOSIMETRÍA PERSONAL

Control dosimétrico individual

No. de Expediente:

Nombre y Apellidos:

Número de Cédula:

Cargo:

Resultados del control de la dosis efectiva

Dosis (mSv)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total

Dosis Mayores que 6mSv/mes requieren de notificación inmediata a la Dirección General de Regulación Sanitaria

**Los registros de dosis deben conservarse hasta que el trabajador alcance o hubiese alcanzado la edad de 75 años y durante 30 años, por lo menos después de terminada la relación laboral.**

