



IBTEN



CPR

1 INTRODUCCIÓN

Considerando que la exposición a las radiaciones ionizantes, constituye un riesgo potencial para la colectividad, personal que las aplica y para quienes se benefician de su uso, es necesario reglamentar y controlar las actividades en este campo.

En este sentido, el Decreto Ley No. 19172 indica en su artículo 2 “..... se reconoce al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear¹, como la Autoridad Nacional Competente encargada de hacer cumplir la Ley de Protección Radiológica y su respectiva reglamentación”.

Consecuentemente, ninguna persona natural o jurídica, pública o privada; podrá recibir, adquirir, poseer, usar, transportar, transferir o disponer de cualquier fuente de radiación ionizante (si esta no esta exenta a juicio del IBTEN), sin contar con la licencia o autorización (según sea el caso) expedida por el IBTEN².

2 LICENCIA INSTITUCIONAL

Las licencias institucionales, serán otorgadas siempre y cuando se cumplan con los requisitos generales (indicados en el punto 3) y particulares (establecidos en el punto 4) los cuales se rigen a la Ley de Protección Radiológicaⁱ, su reglamentaciónⁱⁱ, Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante para la seguridad de las fuentes de radiaciónⁱⁱⁱ y, a criterios técnicos asumidos por el ente regulador facultado por la mencionada ley.

3 REQUISITOS GENERALES

Los requisitos generales de protección radiológica se dan bajo los criterios siguientes:

3.1 JUSTIFICACIÓN

Se debe justificar tomando como base criterios técnicos, la elección de técnicas que impliquen el uso de radiaciones ionizantes y el beneficio neto que se espera de su uso para quienes se expongan a las radiaciones y/o para la sociedad^{iv}.

3.2 OPTIMIZACIÓN

Realizar un estudio para optimizar la dosis que vayan a recibir trabajadores y público en general^v, en el que incluyan un nivel de restricción de dosis según lo permita la práctica. La

¹ Antes Comisión Boliviana de Energía Nuclear, institución que fue descentralizada según Decreto Supremo 19583.

² Dada su actividad y el riesgo insignificante que representan, algunas prácticas se podrían considerar exentas (ver Anexo I).



restricción de dosis establecida por la institución debe ser igual o inferior a la establecida por el IBTEN, que para esta práctica es de 6 mSv³ por año.

3.3 LÍMITES DE DOSIS

Los límites de dosis no son de aplicación para exposiciones potenciales (exposiciones no planificadas tales como accidentes) en cuyo caso se definen otros valores.

La exposición ocupacional de todo trabajador debe controlarse de forma que no se rebasen los siguientes límites^{vi}:

- Una dosis efectiva de 20 mSv por año como promedio en un período de cinco años consecutivos;
- Una dosis efectiva de 50 mSv en cualquier año;
- Una dosis equivalente al cristalino de 150 mSv en un año;
- Una dosis equivalente a las extremidades (manos y pies) o a la piel de 500 mSv en un año.

No se admite la exposición ocupacional de menores de 18 años. Sin embargo, se establecen los siguientes límites para menores entre 16 y 18 años que realicen labores como aprendices o labores relacionadas a su estudio^{vii}:

- Una dosis efectiva de 6 mSv en un año;
- Una dosis equivalente al cristalino de 50 mSv en un año;
- Una dosis equivalente a las extremidades o a la piel de 150 mSv en un año.

Las dosis promedio para grupos críticos del público, atribuibles a la práctica no deberán rebasar los siguientes límites^{viii}:

- Una dosis efectiva de 1 mSv en un año;
- En circunstancias especiales, una dosis efectiva de hasta 5 mSv en un solo año, a condición de que la dosis promedio en cinco años consecutivos no exceda de 1 mSv por año;
- Una dosis equivalente al cristalino de 15 mSv en un año;
- Una dosis equivalente a las extremidades (manos y pies) o a la piel de 50 mSv en un año.

³ Hecho un estudio estadístico de esta práctica, se determinó que más del 80% del personal ocupacionalmente expuesto en esta práctica, que son usuarios del servicio de dosimetría personal del IBTEN, tiene valores por debajo de 1,5 mSv por trimestre. Es por esta razón que se definió este nivel de restricción de dosis con la lógica de que si ese 80% es capaz de lograr esos niveles de dosis el otro 20% debería poder adecuar sus condiciones de trabajo con el fin de estar dentro de este rango de dosis.



IBTEN



CPR

En casos excepcionales podrán ser aprobados otros límites por el IBTEN para actividades y períodos específicos.

3.4 EXPOSICIONES POTENCIALES

Previendo exposiciones no planificadas, la institución deberá:

- Poseer mecanismos de identificación, investigación, mitigación, y modificación de procedimientos en caso de accidentes.
- Poseer sistemas de notificación tan pronto como sea posible al IBTEN y a entes que correspondan en caso de accidentes.

4 REQUISITOS PARTICULARES

Los requisitos particulares, son establecidos según la naturaleza de la práctica de la que se trate. El presente documento trata de requisitos para prácticas de "Medición Industrial", tanto para equipos fijos como para móviles y portátiles.

La solicitud para obtener la licencia institucional debe realizarse mediante solicitud oficial anexando toda la documentación que el solicitante considere necesaria para demostrar el cumplimiento de todos los requisitos.

4.1 AUTORIZACIONES DE IMPORTACIÓN Y/O EXPORTACIÓN

Toda vez que una institución pretenda importar, exportar o re-exportar material radiactivo del o hacia el país, debe solicitar una autorización expresa al IBTEN (ver documento RQ-DRI-002 Transporte de material radiactivo).

Las autorizaciones mencionadas, serán emitidas sólo a instituciones que posean su licencia institucional vigente.

Excepcionalmente se podrán emitir autorizaciones a aquellas instituciones que tengan un grado significativo de avance (a juicio del IBTEN) en el trámite para su obtención; siempre y cuando exista además un compromiso escrito de la institución de realizar todas las gestiones para obtener la licencia institucional, dentro de los siguientes 20 días hábiles al ingreso de la fuente.

4.2 DEVOLUCIÓN DE FUENTES

Se deberá demostrar que se tiene un acuerdo con el proveedor de las fuentes, para que éste acepte las fuentes una vez que entren en desuso. Para demostrar este aspecto se deberá presentar lo siguiente:



IBTEN



CPR

- Compromiso escrito del proveedor de aceptar las fuentes en desuso (no poniendo como pre-requisito la compra de una fuente nueva)
- Características de la empresa proveedora (nombre, país, responsable institucional, dirección, teléfonos, faxes, correo electrónico, página web y otros que correspondan)

Este requisito no es aplicable si la fuente dada su actividad y período de semidesintegración, puede ser descargada antes de los siguientes 5 años al ingreso de la fuente al país. Es decir, si al cabo de ese tiempo, la fuente se encuentra por debajo de los niveles establecidos para descarga. Se fija como nivel de descarga los mismos valores que los de exención (ver anexo I)^{ix}.

Bajo circunstancias excepcionales, y en función a la actividad y periodo de semidesintegración (factores que tendrían que ser lo suficientemente bajos), algunas fuentes podrían ser gestionadas en dependencias del IBTEN, bajo condiciones que esta institución estipule.

4.3 REGISTRO

Toda fuente de radiación debe estar registrada ante el IBTEN, registro que no implica de manera alguna, que la institución esté autorizada para trabajar con ella.

Para registrar fuentes ante el IBTEN, se debe solicitar en secretaría del C.P.R. el formulario correspondiente (uno para cada fuente) en la versión vigente y llenarlo correctamente.

4.4 MANUALES DE LOS MEDIDORES

Todo medidor que la empresa posea o vaya a adquirir, debe poseer un manual de operación de preferencia en idioma castellano.

4.5 FOTOGRAFÍAS

Es necesario adjuntar a la documentación, fotografías de cada medidor y si corresponde los accesorios que posea.

4.6 INVENTARIO Y MANEJO CONTABLE

Se deberá asegurar que se tienen los procedimientos para realizar un adecuado inventario y manejo contable de material radiactivo desde su llegada al país hasta su re-exportación, pasando por movimientos a campo, almacenamiento, transferencia, etc.



4.7 PLANOS

El solicitante debe hacer llegar los planos que correspondan para brindar la siguiente información:

- Dimensiones del ambiente donde se ubiquen y/o almacenen las fuentes y ambientes relacionados.
- Constitución y espesor de paredes
- Constitución y espesor del techo (si existen ambientes en el nivel superior)
- Constitución y espesores del piso (si existen ambientes en el nivel inferior)
- Ubicación de las fuentes
- Información de los ambientes vecinos

El lugar donde se almacenen las fuentes deberá estar construido de manera tal que se asegure que:

- La seguridad física de las fuentes es adecuada
- En el entorno del depósito los límites aplicables se cumplen considerando otras aplicaciones

4.8 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Este manual debe indicar de manera clara para todo el personal que vaya a utilizar de una u otra manera las fuentes, los procedimientos particulares de cada una de las actividades a realizar, relativas a operaciones de equipos, control, mantenimiento, transporte, gestión y otros que se vean convenientes.

Incluir además:

- Programa para el desarrollo, revisión e implementación de procedimientos, incluyendo reglas locales
- Programa de mantenimiento de equipos
- Transporte de material radiactivo según norma TS-R-1 revisada (OIEA)

4.9 MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

El manual de protección radiológica, debe contener las medidas a adoptar para la vigilancia y control de la exposición, tanto de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, como del público. Se debe además incluir como mínimo:

- Evaluación de la naturaleza, magnitud y probabilidad de las exposiciones atribuibles a la fuente^x.
- Medidas a tomar para la protección y seguridad del público^x.
- Procedimientos que permitan detectar problemas que afecten a la protección y



- seguridad y posteriormente corregirlos rápidamente según su importancia^{xi}
- Clasificación de áreas
 - Áreas supervisadas
 - Área controlada
- Régimen de acceso
- Dosimetría
- Seguridad de las fuentes

4.10 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Para demostrar que se cumplen requerimientos mínimos de seguridad, se deberá presentar la siguiente documentación:

- Manual de funciones: Los titulares licenciados (representantes legales de la empresa) podrán nombrar a otras personas para ejecutar acciones (si bien la responsabilidad primaria recae en él) para garantizar la protección y seguridad contra y de las fuentes. Este nombramiento deberá indicar de manera concreta la responsabilidad de todos los individuos encargados de lograr este objetivo en cada una de las actividades relacionadas^{xii}.
- Organigrama: Se debe presentar un organigrama oficial de la institución con el detalle suficiente como para apreciar la relación de la máxima autoridad de la institución con el responsable de protección radiológica, operadores y ayudantes.
- Estructura para la toma de decisiones en aspectos de protección radiológica: esta estructura puede estar incluida en los documentos de los puntos anteriores
- Líneas de autoridad relacionadas a la protección radiológica
- Sistemas de entrenamiento y actualización del personal
- Vigilancia médica

4.11 MANUAL DE EMERGENCIAS

Este manual debe incluir medidas a adoptarse en caso de accidente, líneas de autoridad⁴ y responsabilidad del personal de la instalación e identificación de datos a tomarse durante la emergencia y contactos a realizar según la gravedad del caso.

4.12 DETECTORES

4.12.1 MONITORES DE ÁREA

La institución deberá poseer por lo menos 1 detector (cuyas características sean acordes al tipo de fuente que se pretenda utilizar) por medidor que porte material radiactivo y uno adicional para emergencias.

⁴ En consonancia con 4.10



Se deberá brindar detalles sobre:

- Fabricante
- Especificaciones del fabricante
- Certificado de calibración de origen
- Sistema de calibración

Este detector debe ser calibrado periódicamente (el período máximo aceptable es de un año) por un laboratorio licenciado para tal efecto⁵.

4.12.2 MONITORES INDIVIDUALES

Todo personal considerado como trabajador ocupacionalmente expuesto debe portar durante su trabajo:

- Dosímetro personal brindado por una empresa licenciada para este efecto⁵ con una periodicidad máxima de dos meses

Debe además incluirse en los procedimientos correspondientes:

- Tipo de dosimetría
- Periodicidad del servicio
- Manejo de reportes dosimétricos
- Historial dosimétrico
- Niveles de referencia
- Acciones a tomar si se superan los niveles de referencia

4.13 PERSONAL

Todo trabajador ocupacionalmente expuesto debe poseer la licencia individual correspondiente. El personal que postule a esta licencia, debe presentar una solicitud escrita adjuntando la siguiente documentación^{xiii}:

- Curriculum vitae el cual refleje el cumplimiento de por lo menos:
 - Bachillerato (educación secundaria)
 - Curso de Protección Radiológica (certificado de aprobación) dictado por el IBTEN, para el área de medición industrial o similar a satisfacción del IBTEN
 - Formación y adiestramiento en el uso de las fuentes de radiación relacionadas con la práctica
- Copia del documento de identidad.

⁵ Hasta tanto se conformen instituciones para brindar este servicio, el IBTEN realizará esta actividad ajustándose tanto como lo permitan sus recursos, a normas y recomendaciones aplicables.



En algunos casos de medidores fijos, **podría** darse el caso de que ningún trabajador sea considerado como ocupacionalmente expuesto. Esta situación deberá ser demostrada mediante la ubicación de la fuente respecto a los trabajadores; el flujo de personas cerca de la misma; periodicidad de mantenimiento; dosis estimadas; etc.

4.13.1 RESPONSABLE DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

La institución deberá designar un Responsable de Protección Radiológica, quien velará que las condiciones de seguridad, se mantengan y mejoren en función a criterios que deberán ser definidos en coordinación con el máximo responsable de la institución^{vi}.

El postulante deberá presentar una solicitud escrita adjuntando la documentación siguiente:

- Curriculum vitae el cual refleje el cumplimiento de por lo menos:
 - Bachillerato (educación secundaria) o educación superior (de preferencia)
 - Curso para Responsables de Protección Radiológica dictado para el sector u otro similar a satisfacción del IBTEN
 - Experiencia en el uso de las fuentes relacionadas a la práctica de por lo menos tres años.
- Copia de la licencia individual
- Designación oficial de este cargo por parte del responsable institucional y un compromiso (también oficial) de este último de colaborar con los recursos que se requieran para mantener la seguridad de los trabajadores y de las fuentes en condiciones aceptables.

4.14 INSPECCIÓN DE HABILITACIÓN

Se deberá programar una inspección a cargo del IBTEN y será necesaria la presencia de por lo menos:

- Responsable de la institución o personal suficientemente autorizado
- Operador(es) del equipo

El IBTEN elabora un informe cuyas recomendaciones y conclusiones serán dadas a conocer al solicitante, las mismas que deben ser cumplidas a cabalidad en el plazo fijado en el citado informe.

Posteriormente y a criterio del IBTEN, se realizarán inspecciones de verificación.



IBTEN



CPR

4.15 GARANTÍA DE CALIDAD⁶

La institución debería tener un sistema de garantía de calidad que cubra los aspectos de protección radiológica, utilizando para ello normas según la práctica.

4.16 TRANSPORTE DE FUENTES

Se deberán tener las condiciones (equipos y accesorios para atender emergencias, vehículos, documentación, etc.) para realizar el transporte según lo indicado en el Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos Ed. 1996 del Organismo Internacional de Energía Atómica, reglamento que en el país se encuentra en vigencia por el reglamento 5 de la Ley de Protección y Seguridad Radiológica.

Una vez obtenida la licencia, se deberá notificar al IBTEN cualquier movimiento que se haga de cada fuente, fuera de su base, utilizando para ello el formulario correspondiente (FO-DRI-005 Notificación de movimiento).

4.14 RESTRICCIONES A LA LICENCIA

Una vez obtenida la licencia, la misma está sujeta a restricciones que se indican en la misma y que en general se las indica a continuación:

- Cualquier cambio que se vaya a realizar en la institución referida a personal, equipos, accesorios y cualquier otro factor que pueda afectar de manera significativa la seguridad radiológica y/o física de la fuente debe ser previamente autorizada por el IBTEN; esta autorización se emitirá siempre y cuando los cambios no influyan negativamente en los aspectos mencionados.^{xiv}

5 OBSERVACIONES

Cabe recalcar que si bien los requisitos mencionados (tanto generales como particulares), son los requisitos básicos; bajo ciertas circunstancias y a criterio del IBTEN, los mismos pueden ser incrementados o modificados, con el fin de asegurar el adecuado uso de las radiaciones ionizantes.

6 OTRAS CONSIDERACIONES

De cumplirse con los requerimientos, a satisfacción del IBTEN, se emitirá la licencia que tiene una validez de 5 años, siempre y cuando se cumplan las restricciones a las que esta sujeta la misma.

⁶ Este punto en esta primera etapa de regulación se lo coloca como una sugerencia más que como un requisito establecido. Sin embargo en posteriores versiones de este documento y considerando que se constituiría en un requisito que apoyaría de gran manera al sistema de protección radiológica que tenga la empresa



IBTEN

CPR-RQT-03.03
REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DE LICENCIA INSTITUCIONAL
MEDICIÓN INDUSTRIAL



CPR

Se recomienda iniciar el trámite de licenciamiento, si aún no se hizo (adjuntando toda la documentación que considere pertinente para demostrar el cumplimiento a los requerimientos correspondientes), evitando así posteriores sanciones que dicte el IBTEN, según la gravedad del caso (ver Anexo II).



IBTEN



CPR

ANEXO I EXENCIONES

Las prácticas y fuentes utilizadas en ellas podrán declararse exentas de las normas, si el IBTEN comprobare que se cumplen los criterios de exención establecidos por el D.S. 24483^{xv} y el reglamento del OIEA^{xvi}, considerando los ajustes que puedan existir⁷.

Quedan exentos de esta norma, siempre que la Autoridad Nacional Competente no entienda lo contrario, los siguientes casos:

- a) Prácticas que usen materiales radiactivos y en las cuales no sea conceptualmente posible, sin sistemas de mitigación, originar durante un año de práctica una dosis efectiva en los individuos más expuestos superior a 10 microsievert ni una dosis efectiva colectiva mayor a 1 sievert.hombre.
- b) Prácticas que usen materiales radiactivos cuya actividad, o actividad por unidad de masa (actividad específica), sea inferior a los valores establecidos en el cuadro I.I de la adenda I.
- c) Práctica que usen materiales radiactivos naturales a los cuales no se les haya incrementado, tecnológicamente, la actividad por unidad de masa; y
- d) Prácticas que usen generadores de radiación, como ser tubos de rayos catódicos, siempre que no cause en cualquier punto a 10 cm de la superficie accesible del aparato, una tasa de dosis que exceda 1 microsievert por hora o bien la energía máxima de la radiación producida no sea superior a 5 keV.
- e) Otros criterios que asuma el IBTEN en función de la normativa vigente en el país.

⁷ Tal el caso que en el reglamento citado se utiliza el término "excepciones" que considerando el contexto y la explicación que se hace de este término equivaldría al término "exenciones" de la norma internacional; como consecuencia es este último el término que se utiliza en esta y otras normas relacionadas



IBTEN



CPR

ANEXO II
RÉGIMEN DE SANCIONES PARA INFRACTORES DEL D.L. 19172
Y SU REGLAMENTACIÓN D.S. 24483⁸

INFRACCIÓN	SANCIONES ⁹
Realización de prácticas que involucren el uso de fuentes de radiación por parte de instituciones no licenciadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10X ▪ Clausura definitiva o temporal, total o parcial de las instalaciones, según la gravedad del caso y a criterio del IBTEN.
Comercialización, distribución de fuentes de radiación por parte de instituciones no licenciadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10X ▪ Decomiso de las fuentes y equipos que las contienen ▪ Clausura definitiva o temporal, total o parcial de las instalaciones, según la gravedad del caso y a criterio del IBTEN.
Importación de fuentes por parte de instituciones no licenciadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10X ▪ Decomiso de la fuente y el equipo que la contiene ▪ Clausura definitiva o temporal, total o parcial de las instalaciones, según la gravedad del caso y a criterio del IBTEN.
No remedio de no conformidades (indicadas en informe respectivo) dentro del plazo establecido	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 9X ▪ Suspensión o cancelación de la licencia de la instalación (según la gravedad y a criterio del IBTEN) ▪ Posterior clausura temporal (en caso de no-cumplimiento dentro de los 30 días calendario siguientes al vencimiento correspondiente) según criterios del IBTEN
Modificación de condiciones (por parte de instituciones licenciadas) que puedan afectar la seguridad radiológica o física de la(s) fuente(s) sin previa autorización por parte del IBTEN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 9X ▪ Suspensión o cancelación de la licencia de la instalación (según la gravedad y a criterio del IBTEN)
Compra, venta, préstamo, alquiler, transferencia, evacuación de fuentes radiactivas sin la autorización y/o licencia según corresponda.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 9X ▪ Decomiso de las fuentes y equipos que las contienen ▪ Clausura definitiva o temporal, total o parcial de las instalaciones, según la gravedad del caso y a criterio del IBTEN.
Importación de fuentes por parte de instituciones licenciadas sin obtención de autorización de importación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 8X ▪ Decomiso de la fuente y el equipo que la contiene ▪ Suspensión o cancelación de la licencia de la instalación (según la gravedad y a criterio del IBTEN)
Re-exportación de fuentes sin obtención de autorización de re-exportación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 8X ▪ Suspensión o cancelación de la licencia de la instalación (según la gravedad y a criterio del IBTEN)
Transferencia de fuentes de radiación sin previa notificación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 8X ▪ Suspensión o cancelación de la licencia de la instalación (según la gravedad y a criterio del IBTEN)
Personal sin posesión de licencia individual, trabajando con fuentes de radiación en una institución licenciada (sanción a la empresa)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 7X ▪ Suspensión o cancelación de la licencia de la instalación (según la gravedad y a criterio del IBTEN)
Personal sin posesión de licencia individual, trabajando con fuentes de radiación en una institución no licenciada (sanción al trabajador)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6X ▪ Suspensión o cancelación de la licencia individual (según la gravedad y a criterio del IBTEN)

⁸ Este régimen se encuentra en proceso de aprobación

⁹ La sanción económica está dada en número de salarios mínimos (X)



IBTEN

CPR-RQT-03.03
REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DE LICENCIA INSTITUCIONAL
MEDICIÓN INDUSTRIAL



CPR

INFRACCIÓN	SANCIONES⁹
Transporte de fuentes incumpliendo normativa vigente	<ul style="list-style-type: none">▪ 5X▪ Suspensión o cancelación de la licencia de la instalación (según la gravedad y a criterio del IBTEN)
Transporte de fuentes en el ámbito nacional, sin previa notificación al IBTEN	<ul style="list-style-type: none">▪ 5X▪ Suspensión o cancelación de la licencia de la instalación (según la gravedad y a criterio del IBTEN)
Personal sin posesión de licencia individual, trabajando con fuentes de radiación en una institución licenciada (sanción al trabajador)	<ul style="list-style-type: none">▪ 3X▪ Suspensión o cancelación de la licencia individual (según la gravedad y a criterio del IBTEN)



ADENDA I^{xvii}
NIVELES DE EXENCIÓN: CONCENTRACIONES DE ACTIVIDADES EXENTAS Y
ACTIVIDADES EXENTAS DE LOS RADIONULEÍDOS (VALORES REDONDEADOS)

NUCLEIDO	CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/g)	ACTIVIDAD (Bq)
Ac-228	1 E+01	1 E+06
Ag-105	1 E+02	1 E+06
Ag-110m	1 E+01	1 E+06
Ag-111	1 E+03	1 E+06
Am-241	1 E+00	1 E+04
Am-242	1 E+03	1 E+06
Am-242m*	1 E+00	1 E+04
Am-243*	1 E+00	1 E+03
Ar-37	1 E+06	1 E+08
Ar-41	1 E+02	1 E+09
As-73	1 E+03	1 E+07
As-74	1 E+01	1 E+06
As-76	1 E+02	1 E+05
As-77	1 E+03	1 E+06
At-211	1 E+03	1 E+07
Au-198	1 E+02	1 E+06
Au-199	1 E+02	1 E+06
Ba-131	1 E+02	1 E+06
Ba-140*	1 E+01	1 E+05
Be-7	1 E+03	1 E+07
Bi-206	1 E+01	1 E+05
Bi-207	1 E+01	1 E+06
Bi-210	1 E+03	1 E+06
Bi-212*	1 E+01	1 E+05
Bk-249	1 E+03	1 E+06
Br-82	1 E+01	1 E+06
C-14	1 E+04	1 E+07
Ca-45	1 E+04	1 E+07
Ca-47	1 E+01	1 E+06
Cd-109	1 E+04	1 E+06
Cd-115	1 E+02	1 E+06
Cd-115m	1 E+03	1 E+06
Ce-139	1 E+02	1 E+06
Ce-141	1 E+02	1 E+07
Ce-143	1 E+02	1 E+06
Ce-144*	1 E+02	1 E+05
Cf-246	1 E+03	1 E+06
Cf-248	1 E+01	1 E+04
Cf-249	1 E+00	1 E+03

NUCLEIDO	CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/g)	ACTIVIDAD (Bq)
Cf-250	1 E+01	1 E+04
Cf-251	1 E+00	1 E+03
Cf-252	1 E+01	1 E+04
Cf-253	1 E+02	1 E+05
Cf-254	1 E+00	1 E+03
Cl-36	1 E+04	1 E+06
Cl-38	1 E+01	1 E+05
Cm-242	1 E+02	1 E+05
Cm-243	1 E+00	1 E+04
Cm-244	1 E+01	1 E+04
Cm-245	1 E+00	1 E+03
Cm-246	1 E+00	1 E+03
Cm-247	1 E+00	1 E+04
Cm-248	1 E+00	1 E+03
Co-55	1 E+01	1 E+06
Co-56	1 E+01	1 E+05
Co-57	1 E+02	1 E+06
Co-58	1 E+01	1 E+06
Co-58m	1 E+04	1 E+07
Co-60	1 E+01	1 E+05
Co-60m	1 E+03	1 E+06
Co-61	1 E+02	1 E+06
Co-62m	1 E+01	1 E+05
Cr-51	1 E+03	1 E+07
Cs-129	1 E+02	1 E+05
Cs-131	1 E+03	1 E+06
Cs-132	1 E+01	1 E+05
Cs-134	1 E+01	1 E+04
Cs-134m	1 E+03	1 E+05
Cs-135	1 E+04	1 E+07
Cs-136	1 E+01	1 E+05
Cs-137*	1 E+01	1 E+04
Cs-138	1 E+01	1 E+04
Cu-64	1 E+02	1 E+06
Dy-165	1 E+03	1 E+06
Dy-166	1 E+03	1 E+06
Er-169	1 E+04	1 E+07
Er-171	1 E+02	1 E+06
Es-253	1 E+02	1 E+05



IBTEN

CPR-RQT-03.03
REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DE LICENCIA INSTITUCIONAL
MEDICIÓN INDUSTRIAL



CPR

NUCLEIDO	CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/g)	ACTIVIDAD (Bq)
Es-254	1 E+01	1 E+04
Es-254m	1 E+02	1 E+06
Eu-152	1 E+01	1 E+06
Eu-152m	1 E+02	1 E+06
Eu-154	1 E+01	1 E+06
Eu-155	1 E+02	1 E+07
F-18	1 E+01	1 E+06
Fe-52	1 E+01	1 E+06
Fe-55	1 E+04	1 E+06
Fe-59	1 E+01	1 E+06
Fm-254	1 E+04	1 E+07
Fm-255	1 E+03	1 E+06
Ga-72	1 E+01	1 E+05
Gd-153	1 E+02	1 E+07
Gd-159	1 E+03	1 E+06
Ge-71	1 E+04	1 E+08
H-3	1 E+06	1 E+09
Hf-181	1 E+01	1 E+06
Hg-197	1 E+02	1 E+07
Hg-197m	1 E+02	1 E+06
Hg-203	1 E+02	1 E+05
Ho-166	1 E+03	1 E+05
I-123	1 E+02	1 E+07
I-125	1 E+03	1 E+06
I-126	1 E+02	1 E+06
I-129	1 E+02	1 E+05
I-130	1 E+01	1 E+06
I-131	1 E+02	1 E+06
I-132	1 E+01	1 E+05
I-133	1 E+01	1 E+06
I-134	1 E+01	1 E+05
I-135	1 E+01	1 E+06
In-111	1 E+02	1 E+06
In-113m	1 E+02	1 E+06
In-114m	1 E+02	1 E+06
In-115m	1 E+02	1 E+06
Ir-190	1 E+01	1 E+06
Ir-192	1 E+01	1 E+04
Ir-194	1 E+02	1 E+05
K-40	1 E+02	1 E+06
K-42	1 E+02	1 E+06
K-43	1 E+01	1 E+06
Kr-74	1 E+02	1 E+09

NUCLEIDO	CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/g)	ACTIVIDAD (Bq)
Kr-76	1 E+02	1 E+09
Kr-77	1 E+02	1 E+09
Kr-79	1 E+03	1 E+05
Kr-81	1 E+04	1 E+07
Kr-83m	1 E+05	1 E+12
Kr-85	1 E+05	1 E+04
Kr-85m	1 E+03	1 E+10
Kr-87	1 E+02	1 E+09
Kr-88	1 E+02	1 E+09
La-140	1 E+01	1 E+05
Lu-177	1 E+03	1 E+07
Mn-51	1 E+01	1 E+05
Mn-52	1 E+01	1 E+05
Mn-52m	1 E+01	1 E+05
Mn-53	1 E+04	1 E+09
Mn-54	1 E+01	1 E+06
Mn-56	1 E+01	1 E+05
Mo-101	1 E+01	1 E+06
Mo-90	1 E+01	1 E+06
Mo-93	1 E+03	1 E+08
Mo-99	1 E+02	1 E+06
Na-22	1 E+01	1 E+06
Na-24	1 E+01	1 E+05
Nb-93m	1 E+04	1 E+07
Nb-94	1 E+01	1 E+06
Nb-95	1 E+01	1 E+06
Nb-97	1 E+01	1 E+06
Nb-98	1 E+01	1 E+05
Nd-147	1 E+02	1 E+06
Nd-149	1 E+02	1 E+06
Ni-59	1 E+04	1 E+08
Ni-63	1 E+05	1 E+08
Ni-65	1 E+01	1 E+06
Np-237*	1 E+00	1 E+03
Np-239	1 E+02	1 E+07
Np-240	1 E+01	1 E+06
O-15	1 E+02	1 E+09
Os-185	1 E+01	1 E+06
Os-191	1 E+02	1 E+07
Os-191m	1 E+03	1 E+07
Os-193	1 E+02	1 E+06
P-32	1 E+03	1 E+05
P-33	1 E+05	1 E+08



IBTEN

CPR-RQT-03.03
REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DE LICENCIA INSTITUCIONAL
MEDICIÓN INDUSTRIAL



CPR

NUCLEIDO	CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/g)	ACTIVIDAD (Bq)
Pa-230	1 E+01	1 E+06
Pa-231	1 E+00	1 E+03
Pa-233	1 E+02	1 E+07
Pb-203	1 E+02	1 E+06
Pb-210*	1 E+01	1 E+04
Pb-212*	1 E+01	1 E+05
Pd-103	1 E+03	1 E+08
Pd-109	1 E+03	1 E+06
Pm-147	1 E+04	1 E+07
Pm-149	1 E+03	1 E+06
Po-203	1 E+01	1 E+06
Po-205	1 E+01	1 E+06
Po-207	1 E+01	1 E+06
Po-210	1 E+01	1 E+04
Pr-142	1 E+02	1 E+05
Pr-143	1 E+04	1 E+06
Pt-191	1 E+02	1 E+06
Pt-193m	1 E+03	1 E+07
Pt-197	1 E+03	1 E+06
Pt-197m	1 E+02	1 E+06
Pu-234	1 E+02	1 E+07
Pu-235	1 E+02	1 E+07
Pu-236	1 E+01	1 E+04
Pu-237	1 E+03	1 E+07
Pu-238	1 E+00	1 E+04
Pu-239	1 E+00	1 E+04
Pu-240	1 E+00	1 E+03
Pu-241	1 E+02	1 E+05
Pu-242	1 E+00	1 E+04
Pu-243	1 E+03	1 E+07
Pu-244	1 E+00	1 E+04
Ra-223*	1 E+02	1 E+05
Ra-224*	1 E+01	1 E+05
Ra-225	1 E+02	1 E+05
Ra-226*	1 E+01	1 E+04
Ra-227	1 E+02	1 E+06
Ra-228*	1 E+01	1 E+05
Rb-86	1 E+02	1 E+05
Re-186	1 E+03	1 E+06
Re-188	1 E+02	1 E+05
Rh-103m	1 E+04	1 E+08
Rh-105	1 E+02	1 E+07
Rn-220*	1 E+04	1 E+07

NUCLEIDO	CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/g)	ACTIVIDAD (Bq)
Rn-222*	1 E+01	1 E+08
Ru-103	1 E+02	1 E+06
Ru-105	1 E+01	1 E+06
Ru-106*	1 E+02	1 E+05
Ru-97	1 E+02	1 E+07
S-35	1 E+05	1 E+08
Sb-122	1 E+02	1 E+04
Sb-124	1 E+01	1 E+06
Sb-125	1 E+02	1 E+06
Sc-46	1 E+01	1 E+06
Sc-47	1 E+02	1 E+06
Sc-48	1 E+01	1 E+05
Se-75	1 E+02	1 E+06
Si-31	1 E+03	1 E+06
Sm-151	1 E+04	1 E+08
Sm-153	1 E+02	1 E+06
Sn-113	1 E+03	1 E+07
Sn-125	1 E+02	1 E+05
Sr-85	1 E+02	1 E+06
Sr-85m	1 E+02	1 E+07
Sr-87m	1 E+02	1 E+06
Sr-89	1 E+03	1 E+06
Sr-90*	1 E+02	1 E+04
Sr-91	1 E+01	1 E+05
Sr-92	1 E+01	1 E+06
Ta-182	1 E+01	1 E+04
Tb-160	1 E+01	1 E+06
Tc-96	1 E+01	1 E+06
Tc-96m	1 E+03	1 E+07
Tc-97	1 E+03	1 E+08
Tc-97m	1 E+03	1 E+07
Tc-99	1 E+04	1 E+07
Tc-99m	1 E+02	1 E+07
Te-123m	1 E+02	1 E+07
Te-125m	1 E+03	1 E+07
Te-127	1 E+03	1 E+06
Te-127m	1 E+03	1 E+07
Te-129	1 E+02	1 E+06
Te-129m	1 E+03	1 E+06
Te-131	1 E+02	1 E+05
Te-131m	1 E+01	1 E+06
Te-132	1 E+02	1 E+07
Te-133	1 E+01	1 E+05



IBTEN

CPR-RQT-03.03
REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DE LICENCIA INSTITUCIONAL
MEDICIÓN INDUSTRIAL



CPR

NUCLEIDO	CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/g)	ACTIVIDAD (Bq)
Te-133m	1 E+01	1 E+05
Te-134	1 E+01	1 E+06
Th-226*	1 E+03	1 E+07
Th-227	1 E+01	1 E+04
Th-228*	1 E+00	1 E+04
Th-229*	1 E+00	1 E+03
Th-230	1 E+00	1 E+04
Th-231	1 E+03	1 E+07
Th-234*	1 E+03	1 E+05
Th-nat (incl.Th-232)	1 E+00	1 E+03
Tl-200	1 E+01	1 E+06
Tl-201	1 E+02	1 E+06
Tl-202	1 E+02	1 E+06
Tl-204	1 E+04	1 E+04
Tm-170	1 E+03	1 E+06
Tm-171	1 E+04	1 E+08
U-230*	1 E+01	1 E+05
U-231	1 E+02	1 E+07
U-232*	1 E+00	1 E+03
U-233	1 E+01	1 E+04
U-234	1 E+01	1 E+04
U-235*	1 E+01	1 E+04
U-236	1 E+01	1 E+04
U-237	1 E+02	1 E+06
U-238*	1 E+01	1 E+04
U-239	1 E+02	1 E+06
U-240	1 E+03	1 E+07
U-240*	1 E+01	1 E+06
U-nat	1 E+00	1 E+03
V-48	1 E+01	1 E+05
W-181	1 E+03	1 E+07
W-185	1 E+04	1 E+07
W-187	1 E+02	1 E+06
Xe-131m	1 E+04	1 E+04
Xe-133	1 E+03	1 E+04
Xe-135	1 E+03	1 E+10
Y-90	1 E+03	1 E+05
Y-91	1 E+03	1 E+06
Y-91m	1 E+02	1 E+06
Y-92	1 E+02	1 E+05
Y-93	1 E+02	1 E+05
Yb-175	1 E+03	1 E+07

NUCLEIDO	CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/g)	ACTIVIDAD (Bq)
Zn-65	1 E+01	1 E+06
Zn-69	1 E+04	1 E+06
Zn-69m	1 E+02	1 E+06
Zr-93*	1 E+03	1 E+07
Zr-95	1 E+01	1 E+06
Zr-97*	1 E+01	1 E+05

(*) Los nucleidos precursores y sus descendientes incluidos en equilibrio secular se enumeran a continuación:

Sr-80	Rb-80
Sr-90	Y-90
Zr-93	Nb-93m
Zr-97	Nb-97
Ru-106	Rh-106
Ag-108m	Ag-108
Cs-137	Ba-137m
Ba-140	La-140
Ce-134	La-134
Ce-144	Pr-144
Pb-210	Bi-210, Po-210
Pb-212	Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Bi-212	Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Rn-220	Po-216
Rn-222	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211,
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208(0.36), Po-212 (0.64)
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Ra-228	Ac-228
Th-226	Ra-222, Rn-218, Po-214
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
Th-nat	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Th-234	Pa-234m
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-232	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
U-235	Th-231
U-238	Th-234, Pa-234m
U-nat	Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
U-240	Np-240m
Np-237	Pa-233
Am-242m	Am-242
Am-243	Np-239



IBTEN

CPR-RQT-03.03
REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DE LICENCIA INSTITUCIONAL
MEDICIÓN INDUSTRIAL



CPR

- i Decreto Ley No. 19172; Ley de Protección y Seguridad Radiológica; 6 de octubre de 1982.
- ii Decreto Supremo 24483; Reglamentos de la Ley de Protección y Seguridad Radiológica; 29 de enero de 1997
- iii ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997.
- iv ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafo 2.20 a 2.22.
- v ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafos 2.24 al 2.26.
- vi ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafo 2.28 c).
- vii ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafo II-6.
- viii ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafo II-9.
- ix ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafo 2.19.
- x ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafo 2.13 c).
- xi ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafos 2.28 b).
- xii ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafos 2.15 y 2.28 c).
- xiii ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafo II-5.



IBTEN

CPR-RQT-03.03
REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DE LICENCIA INSTITUCIONAL
MEDICIÓN INDUSTRIAL



CPR

- xiv ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; párrafo 2.16.

- xv D.S. 24483; Reglamentos de la Ley de Protección y Seguridad Radiológica; 1997; Reglamento 3, artículo 6

- xvi ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; Adenda I.

- xvii ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA; Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación; Colección Seguridad No. 115; OIEA, Viena, 1997; Adenda I.