

# FISCALIZACIÓN DE INSTALACIONES Y TRANSPORTE DE MATERIAL RADIATIVO



3

La ARN controla al 31 de diciembre de 2001 un conjunto de 1767 instalaciones distribuidas en todo el territorio nacional. Estas instalaciones tienen fines diversos tales como la generación de electricidad, la fabricación de los elementos combustibles para reactores nucleares, la producción de radioisótopos, la producción de fuentes radiactivas, la esterilización de material médico y el uso y la aplicación de las radiaciones ionizantes en la medicina, en la industria y en la investigación básica y aplicada. La complejidad de las instalaciones y el inventario radiactivo involucrado abarcan un amplísimo rango y su distribución geográfica cubre todo el país. De acuerdo al propósito de uso se exige a la instalación que cumpla con determinados requisitos de diseño, equipamiento y personal, previo a la autorización o licenciamiento de la operación.

En la tabla siguiente puede observarse la variedad de dichas instalaciones agrupadas conforme al propósito que cumplen.

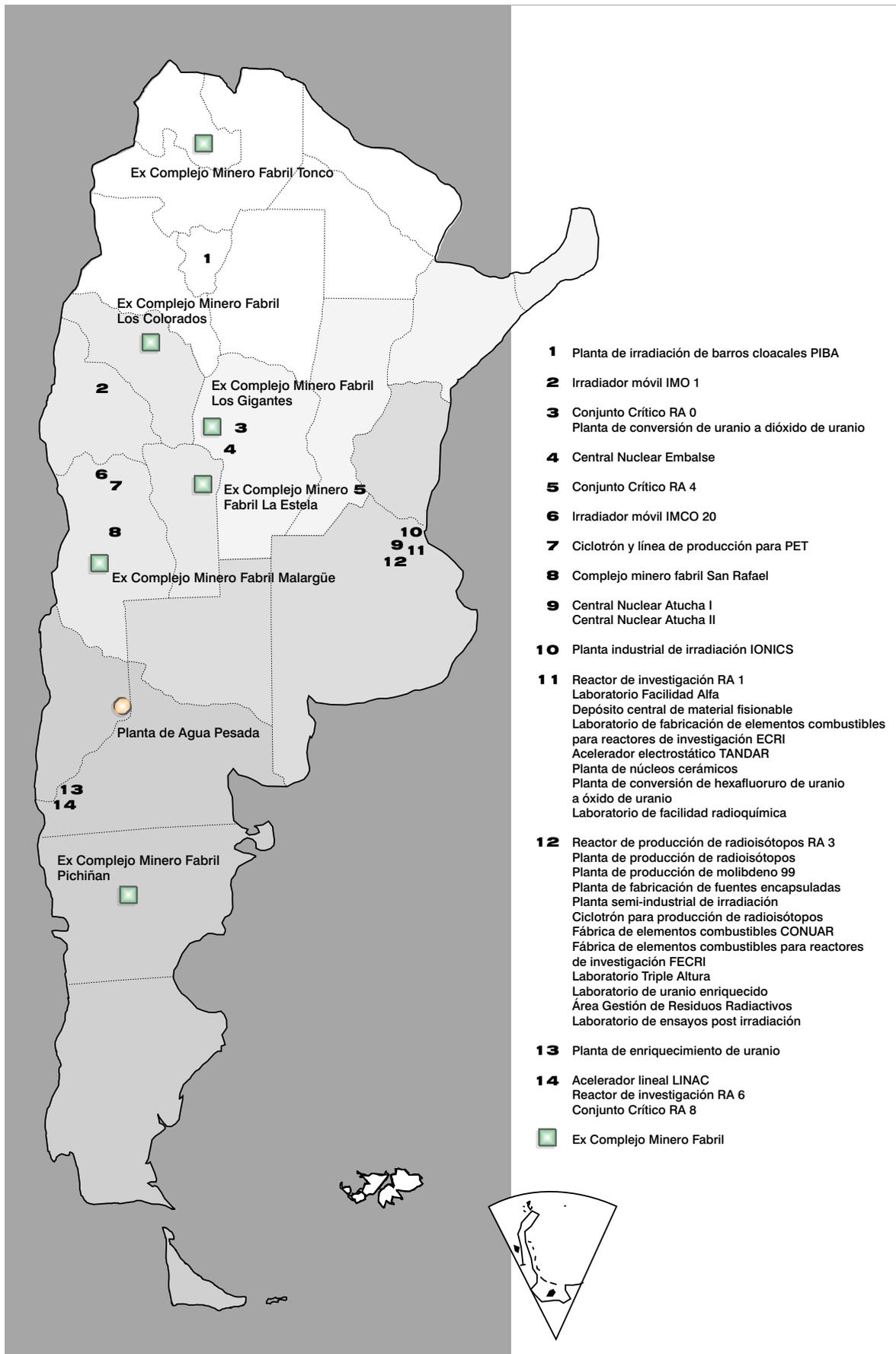
| Instalaciones bajo control regulatorio                       | Número      |
|--|-------------|
| Centrales nucleares en operación                             | 2           |
| Central nuclear en construcción                              | 1           |
| Reactores de investigación                                   | 3           |
| Conjuntos críticos   | 3           |
| Máquinas aceleradoras de partículas                          | 4           |
| Plantas de producción de radioisótopos o fuentes radiactivas | 5           |
| Plantas de irradiación con altas dosis                       | 2           |
| Instalaciones pertenecientes al ciclo de combustible nuclear | 13          |
| Área de gestión de residuos radiactivos de la CNEA           | 1           |
| Centros de cobaltoterapia                                    | 71          |
| Centros de braquiterapia                                     | 70          |
| Centros de medicina nuclear                                  | 509         |
| Instalaciones de gammagrafía                                 | 70          |
| Industria de petróleo y medidores industriales               | 369         |
| Centros de investigación y docencia, y otras aplicaciones    | 179         |
| Aceleradores lineales de uso médico                          | 43          |
| Laboratorios de radioinmunoanálisis                          | 422         |
| <b>Total de instalaciones</b>                                | <b>1767</b> |

Se controlan, además, ocho complejos minero fabriles de uranio, sólo dos de los cuales se hallan operativos. La ubicación de las instalaciones clase I y de los ex complejos minero fabriles puede observarse en la **Figura 3**.

La ARN controla y fiscaliza todas las instalaciones y prácticas que utilizan radiaciones ionizantes existentes en el país, excepto los equipos generadores de rayos x en los términos de la Ley N° 17.557, en materia de:

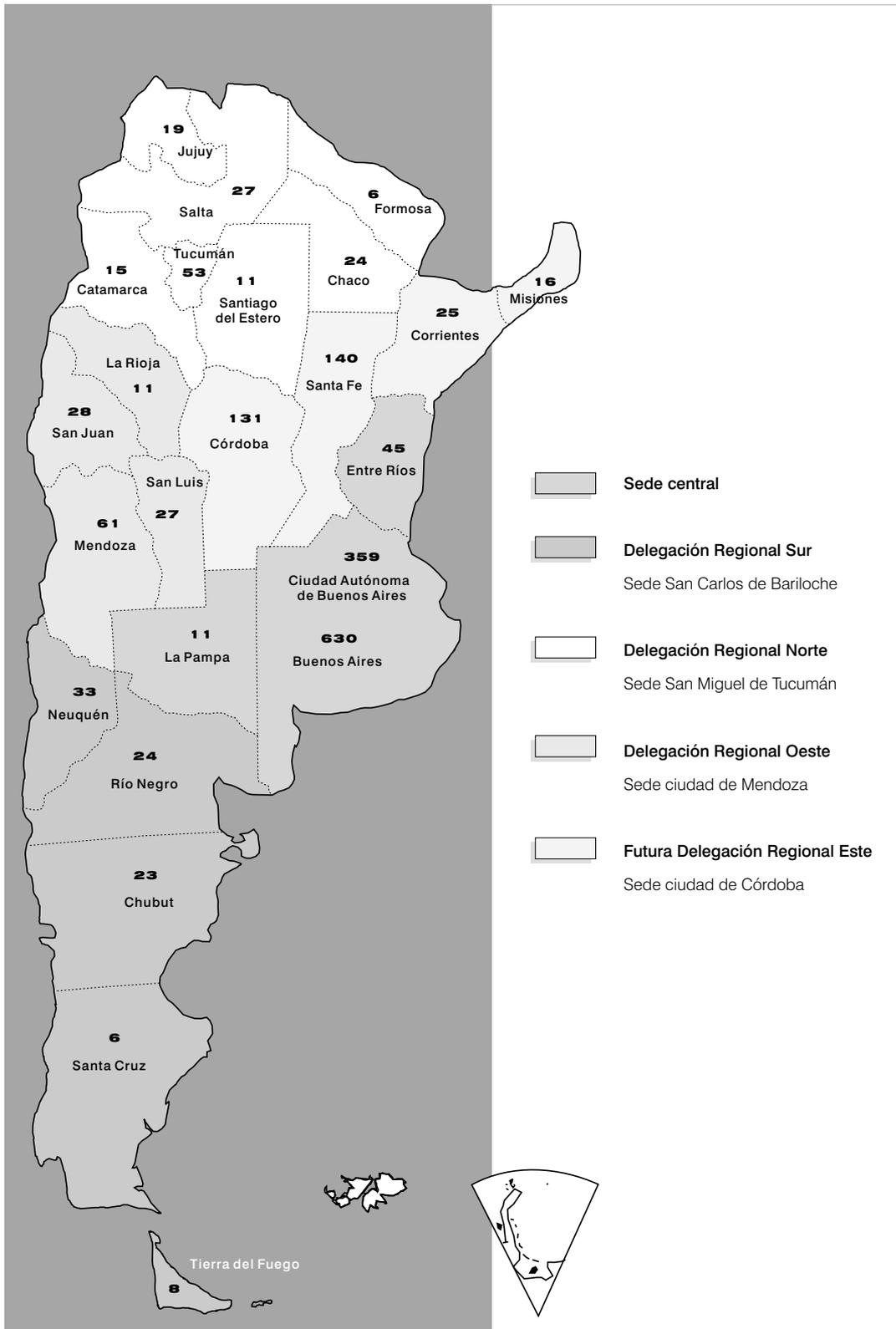
- Seguridad radiológica y nuclear
- Salvaguardias
- Protección física
- Transporte de material radiactivo

**Figura 3.** Distribución de instalaciones clase I (o relevantes) y ex complejos minero fabriles



La distribución de instalaciones clase II y III correspondientes a propósitos médicos, industriales y de investigación y docencia a lo largo del territorio nacional puede observarse en la **Figura 4**, en la cual se indican además, las Delegaciones Regionales de la ARN.

**Figura 4.** Distribución de las instalaciones médicas, industriales y de investigación y docencia



## SEGURIDAD RADIOLÓGICA Y NUCLEAR

La ARN en su función de verificar la seguridad radiológica y nuclear de diferentes prácticas e instalaciones radiactivas y nucleares realiza evaluaciones, inspecciones, auditorías y pruebas que permiten controlar el estado y el funcionamiento de las mismas. Esta tarea se desarrolla en forma sistemática durante las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y retiro de servicio de las instalaciones. Para su ejecución cuenta con un grupo de inspectores y evaluadores que le permiten, en forma autónoma e independiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de seguridad radiológica y nuclear.

El cuerpo de inspectores, formado por profesionales y técnicos especializados, cuenta con instrumental propio que le permite realizar mediciones independientes para corroborar la información proporcionada por los responsables de la instalación o práctica.

Las evaluaciones asociadas a las distintas instalaciones son llevadas a cabo por profesionales con formación específica en las distintas materias relacionadas con la seguridad radiológica y nuclear. Dichos profesionales tienen asimismo capacidad para realizar investigación aplicada relativa a los temas de interés. Cuentan con laboratorios especializados y códigos de desarrollo propio o adquiridos con sus debidas validaciones experimentales.

Las tareas de inspección y evaluación pueden dar lugar a que la ARN emita requerimientos a los responsables de la instalación que imponen correcciones a los procedimientos de operación. Los requerimientos efectuados a una instalación pasan a complementar las autorizaciones o licencias de operación y son de cumplimiento obligatorio.

Las acciones regulatorias que se toman sobre la base de esos resultados se reflejan en requerimientos (RQ), pedidos de información (PI) y recomendaciones (RC) a la entidad responsable de la instalación.

## REACTORES NUCLEARES

El objetivo de la actividad regulatoria aplicada al control de los reactores nucleares, es verificar mediante inspecciones y evaluaciones, que los mismos poseen y mantienen un razonable grado de seguridad radiológica y nuclear, cumpliendo como mínimo las normas, licencias y requerimientos regulatorios pertinentes.

### Inspecciones

El propósito de las inspecciones regulatorias es determinar, en forma independiente, el cumplimiento de los objetivos y requerimientos de seguridad; no eximen a la Entidad responsable de su responsabilidad para llevar a cabo sus propias actividades de vigilancia para controlar la seguridad de una central nuclear. Las inspecciones regulatorias constituyen una base importante para la toma de decisiones por parte de la ARN. El programa de inspección utiliza una serie de metodologías que pueden agruparse de la siguiente forma:

#### Verificación de procedimientos, registros y documentación

- La Entidad responsable debe documentar cuidadosamente sus actividades y esta documentación constituye una base esencial para el control regulatorio. Entre la documentación utilizada puede mencionarse: procedimientos de prueba, registros de garantía de calidad, resultados de pruebas, registros de operación y mantenimiento y registros de deficiencias o eventos anormales. Esta verificación puede, en algún caso, ser un paso en la preparación de una visita de inspección.

#### Vigilancia

- El programa de inspección prevé la vigilancia directa de ciertas estructuras, sistemas, componentes, pruebas o actividades, los cuales deben ser directamente observados por los inspectores.

---

#### Entrevistas con el personal

- En algunos casos, es fundamental que el inspector se comunique directamente con el personal que supervisa o realiza determinada actividad. Especialmente, cuando ocurre un evento, esta comunicación es imprescindible para realizar la reconstrucción del mismo y evaluar la respuesta del personal.

---

#### Pruebas y mediciones

- Esta técnica consiste en la obtención de datos o mediciones en forma independiente. Se aplica principalmente en el área de protección radiológica.

Las inspecciones regulatorias se llevan a cabo a través de inspecciones rutinarias y no rutinarias o especiales.

Los resultados de las inspecciones, evaluaciones y auditorías se encuentran documentados en informes de inspección (IN), informes técnicos (IT) e informes de auditorías.

### **Inspecciones rutinarias**

Las inspecciones rutinarias están relacionadas con las actividades normales de la planta, el monitoreo de procesos y la verificación del cumplimiento de la documentación mandatoria. Las mismas son llevadas a cabo, básicamente, por los cuatro inspectores residentes que la ARN mantiene en las centrales nucleares los cuales, además de desarrollar una inspección continua, proveen un contacto directo con el personal de la instalación interactuando con los grupos de análisis y evaluación. Dichos inspectores residentes realizan inspecciones generales de todas las actividades de la planta que revisten interés regulatorio. Reportan los resultados de su actividad a través de informes mensuales de inspección.

Las áreas a ser cubiertas por las inspecciones rutinarias son: operación, ingeniería y protección radiológica.

---

Las inspecciones rutinarias referidas a la operación de la central comprenden las siguientes actividades:

- Verificaciones en la sala de control
- Inspección en planta
- Control de aspectos químicos
- Seguimiento de maniobras, operaciones y acciones ante incidentes

---

Las inspecciones rutinarias en el área de Ingeniería cubren los siguientes aspectos:

- Seguimiento del plan de pruebas rutinarias.
- Modificaciones de diseño.
- Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

---

Las inspecciones rutinarias en el área de protección radiológica comprenden:

- Control diario del libro de novedades de operación.
- Fiscalización de las tareas ejecutadas en zona controlada.
- Fiscalización de las tareas relacionadas con la gestión de residuos radiactivos.
- Control de las descargas líquidas y gaseosas.
- Inspección de áreas de acceso para visitas.
- Control dosimétrico del personal profesionalmente expuesto.
- Verificación del transporte, manejo, almacenamiento y control de fuentes radiactivas.
- Control del orden y limpieza.





En el caso de una central en la etapa de construcción, las inspecciones rutinarias comprenden:

Control de las condiciones de almacenamiento y conservación de componentes.

Fiscalización de las tareas de montaje de equipos y componentes.

Control de las tareas de mantenimiento y ejecución de pruebas de los equipos y sistemas instalados.

### **Inspecciones no rutinarias**

Las inspecciones no rutinarias o especiales se realizan ante situaciones específicas, tales como en el caso de salidas de servicio programadas y no programadas. Estas inspecciones, en las cuales intervienen especialistas en diversos temas de seguridad radiológica y nuclear, se refieren a:

#### Seguridad nuclear

- Inspecciones de componentes o sistemas surgidos de modificaciones de diseño.
- Fiscalización de las pruebas de los sistemas de seguridad, previas a las puestas a crítico del reactor.
- Fiscalización de las inspecciones en servicio.
- Inspecciones de los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos durante los períodos en que la central está fuera de servicio.

#### Protección radiológica

- Fiscalización de los ejercicios de aplicación del plan de emergencias.
- Control dosimétrico independiente.
- Control de emisiones de material radiactivo al ambiente.
- Evaluación de los procedimientos de protección radiológica.
- Control de la calibración de equipos de protección radiológica.
- Control de las zonas establecidas para la ejecución de tareas durante paradas programadas: mediciones de tasa de exposición y contaminación, control de barreras físicas.

## **INSTALACIONES RADIATIVAS CLASE I**

La ARN controla un conjunto de 25 instalaciones Clase I existentes en el país, además de los reactores nucleares, cuyo detalle y distribución geográfica pueden observarse en la figura 4. Se trata de instalaciones que, calificadas en esta categoría debido al riesgo radiológico asociado, tienen finalidades diversas tales como: la producción de radioisótopos, la producción de fuentes radiactivas, la esterilización de material médico, la fabricación de combustible nuclear, la gestión de desechos radiactivos.

La inspección en cada instalación es realizada por una comisión integrada, como mínimo, por dos profesionales responsables de llevar a cabo la tarea. Ésta comienza con una fase preparatoria donde se analiza el estado de la instalación, evaluándose la documentación existente tanto en los aspectos correspondientes al plantel de operación como los inherentes a la documentación mandatoria de la instalación. Asimismo se analizan posibles modificaciones que se hayan introducido en la instalación y las respuestas técnicas dadas a requerimientos anteriores efectuados por la ARN. Cumplida esta fase de evaluación previa, se planifica la inspección.

Los principales aspectos a controlar en una instalación de este tipo son:

Estado y funcionamiento de los sistemas de seguridad radiológica en la instalación.

Registros de dosis ocupacionales.

Verificación de las descargas de efluentes líquidos y gaseosos de la instalación.

Almacenamiento de desechos líquidos y sólidos.  
Verificación de los sistemas de detección de incendio y seguridad física.  
Inventario radiactivo de la instalación.  
Nivel de contaminación en áreas de trabajo.  
Tasas de exposición en los diferentes ambientes de trabajo.  
Estanqueidad en cajas de guantes.  
Estado de los sistemas de ventilación y de filtros en chimeneas de descarga.  
Gestión de residuos radiactivos.

En las instalaciones relevantes la frecuencia de inspección varía entre 1 y 6 veces por año dependiendo del riesgo asociado y de factores tales como el estado general de la instalación, antecedentes, actividades desarrolladas en el año, etc.

Al cabo de una inspección rutinaria puede surgir la necesidad de efectuar mediciones o evaluaciones específicas. A título de ejemplo pueden mencionarse:

Medición de la descarga de efluentes por chimenea.  
Determinaciones dosimétricas en campos mixtos de radiación.  
Pruebas en sistemas de seguridad.

Como resultado de la inspección puede observarse el cumplimiento de las condiciones establecidas en la licencia de operación y en la normativa vigente o bien un apartamiento en dichas condiciones. En este último caso la ARN elabora, a posteriori de la inspección, requerimientos con plazo de cumplimiento para modificar dicha situación.

## **INSTALACIONES CLASE II**

### **Centros de teleterapia o braquiterapia**

El control regulatorio sobre este tipo de instalaciones y equipamientos se ejerce en forma continua desde su instalación y puesta en marcha. En las inspecciones rutinarias, cuya frecuencia media es anual, los equipos e instalaciones se someten a una serie de verificaciones para garantizar su operación segura. Un listado simplificado de tales verificaciones incluye:

Para teleterapia:

- Sistemas de alineación y conformación del haz de radiación.
- Sistemas de movimiento del cabezal y de la camilla de tratamiento.
- Funcionamiento de los sistemas de interrupción de la irradiación.
- Estado y funcionamiento de los equipos y sistemas complementarios del equipo de teleterapia.
- Presencia de la dotación adecuada de personal de operación.
- Registros de dosimetría individual del personal ocupacionalmente expuesto.
- Las operaciones de carga/descarga de un cabezal de un equipo de cobaltoterapia, se llevan a cabo, en caso de ser necesario en presencia de inspectores de la ARN.

Para braquiterapia:

- Inventario radiactivo e integridad de las fuentes.
- Inspección del local de almacenamiento, del depósito y de la sala de internación.
- Procedimientos de trabajo.
- Registro del movimiento de fuentes.
- Registros de dosimetría individual del personal ocupacionalmente expuesto.
- Para braquiterapia remota: sistemas de interrupción de la irradiación y restantes sistemas de seguridad del equipo y de la instalación.





### Centros de medicina nuclear

En este tipo de centros, durante las inspecciones, se verifican principalmente que se cumplan los siguientes aspectos:

Los procedimientos operativos empleados incluyendo la adecuada gestión de los desechos radiactivos generados.

El estado operativo de los equipos que posee el servicio.

El correcto uso de los blindajes destinados a la guarda de los radionucleidos.

Las tasas de exposición en las áreas de trabajo.

Los niveles de contaminación superficial.

Los registros de dosimetría individual del personal médico y técnico del servicio.

Las medidas a adoptar o procedimientos en caso de incidentes o accidentes con el material radiactivo.

### Gammagrafía industrial

Durante las inspecciones se controla el lugar de almacenamiento de los contenedores (inspecciones de depósito) y la práctica propiamente dicha donde se radiografían los tubos o cañerías (inspecciones de campo). A continuación se describen los principales aspectos verificados durante las inspecciones de los depósitos:

Correcta señalización del depósito.

Medición de tasas de dosis en las inmediaciones del mismo.

Mediciones de tasas de dosis en la superficie exterior de los contenedores.

Inspección del estado de conservación del contenedor verificando su identificación, existencia de la chapa identificatoria de la fuente que se aloja en su interior, verificación del modelo de la fuente.

Accionamiento de la llave de cierre del contenedor.

Inspección del estado de los telemandos, tubos guía y demás accesorios.

Verificación del instrumental de radioprotección.

Estado del libro de movimiento de fuentes y equipos.

En las inspecciones de campo se efectúan algunos de los controles mencionados anteriormente y además se realiza:

Verificación del instrumental de radioprotección.

Verificación de la señalización de la zona de trabajo

Monitoreo de los vallados.

La frecuencia recomendable de inspección, teniendo en cuenta que los equipos poseen fuentes radiactivas de considerable actividad y que en su mayoría son móviles, es anual.

### Medidores industriales

Las inspecciones a este tipo de equipamiento se realizan tanto a los medidores instalados funcionando como a los almacenados en depósitos de cada empresa. Durante la inspección se verifican principalmente los siguientes aspectos:

Identificación del cabezal del medidor instalado.

Señalización de la zona y tasas de dosis en contacto.

Inventario radiactivo.

Con relación a los medidores almacenados se verifica que la empresa disponga de un depósito exclusivo para esta finalidad con acceso controlado.

### **Uso de radioisótopos en la industria petrolera**

Durante las inspecciones se verifican principalmente:

El inventario radiactivo y la integridad de las fuentes.

Las condiciones de los depósitos de las fuentes radiactivas y de los blindajes para su transporte.

Las tasas de exposición en las áreas de trabajo.

Los registros de dosimetría individual.

### **DOSIS OCUPACIONALES**

La ARN recibe y evalúa regularmente la información relativa a la exposición ocupacional en todas las instalaciones clase I del país. Esta tarea permite elaborar indicadores de comportamiento de los sistemas de protección radiológica, identificar tendencias, verificar el cumplimiento de los límites de dosis y realizar comparaciones entre diferentes prácticas.

La exposición de los individuos que resulte de la combinación de todas las prácticas debe estar sujeta a límites de dosis, o a algún mecanismo de control del riesgo a la salud, en el caso de las exposiciones potenciales. La finalidad de tales controles es asegurar que ningún individuo esté expuesto a riesgos de irradiación considerados inaceptables, en circunstancias normales. Esto asegura que los efectos determinísticos sean evitados y que la probabilidad de sufrir efectos estocásticos sea suficientemente baja.

El límite de dosis efectiva para la exposición ocupacional incluido en la Norma Básica AR 10.1.1. es de 20 milisievert en un año. Este valor debe ser considerado como el promedio en 5 años consecutivos (100 milisievert en 5 años), no pudiendo excederse 50 milisievert en un único año. La Norma Básica establece que el responsable de una instalación o práctica debe llevar registros individuales de cada trabajador expuesto en áreas controladas y supervisadas, con los resultados de la evaluación de las dosis ocupacionales debidas a la exposición externa y a la incorporación de material radiactivo.

Adicionalmente a la revisión de esa información durante las inspecciones, la ARN ha establecido en la documentación mandatoria de las instalaciones clase I y de las principales instalaciones clase II, que los responsables de esas instalaciones deben enviar en forma periódica a la ARN los informes con las dosis individuales recibidas por los trabajadores.

La ARN ha desarrollado el sistema informático EVADOSIS para procesar y almacenar esta información. El mismo está constituido por bases de datos relacionadas entre sí, que poseen información sobre las dosis ocupacionales, la identificación de los trabajadores y de las prácticas, las descargas de efluentes radiactivos al ambiente y las dosis en la población.

Las bases de datos del sistema EVADOSIS se actualizan periódicamente, aplicándose mecanismos de control de la calidad para evitar el ingreso de datos incorrectos o duplicados al sistema. Para el caso de las centrales nucleares, la actualización de las dosis se realiza en forma electrónica, prácticamente en forma simultánea con las instalaciones, lo cual facilita el desarrollo de las tareas regulatorias tendientes a un control más efectivo del cumplimiento de las normas y requerimientos de protección radiológica en las instalaciones.

Para mantener la consistencia de la información que ingresa en EVADOSIS, la ARN ha coordinado el desarrollo en las instalaciones de sistemas informáticos compatibles y adecuados para el cómputo de las dosis quinquenales, y ha establecido un procedimiento común de asignación de una clave única de identificación de los trabajadores.





La base de datos contiene las dosis individuales anuales de aproximadamente 10 000 trabajadores registrados desde 1967, y las dosis individuales mensuales, a partir de 1994. La base contiene datos para la identificación de los trabajadores incluyendo diferentes claves (números de matrícula, documento y Cuil), fecha de nacimiento y departamento en el cual trabaja.

Entre las principales tareas para el control de la exposición ocupacional que realiza la ARN con la utilización del sistema EVADOSIS, se pueden enumerar: el seguimiento de las dosis ocupacionales en las diferentes instalaciones, la verificación del cumplimiento de los límites de dosis, el análisis de tendencias en la exposición ocupacional y de comparaciones entre diferentes prácticas, y la disponibilidad de información para fines legales.

El mantenimiento y actualización de las bases de datos históricos centralizados permite realizar análisis de la exposición ocupacional en las principales instalaciones, desde su comienzo de operación, y de las dosis individuales integradas en la vida laboral de los trabajadores.

## SALVAGUARDIAS

La ARN, en su función de control y fiscalización referida a la no proliferación nuclear, ha establecido un conjunto de procedimientos y métodos de control, incluyendo un sistema de contabilidad de los materiales nucleares y otros elementos, que deben implementarse en las instalaciones que los contienen o procesan. El eje central de estos procedimientos es la verificación independiente por parte de la ARN de los materiales nucleares, materiales, equipos e instalaciones sometidos a salvaguardias a través de un sistema de inspecciones, el que se complementa con la utilización de métodos de contención y de vigilancia, tales como cámaras de vigilancia óptica, precintos y detectores de radiación.

El sistema de contabilidad requiere la declaración por parte de los operadores de las existencias o inventarios de materiales nucleares. Para ello, los responsables de las instalaciones bajo control deben establecer sus inventarios a partir de mediciones no destructivas o destructivas (por ejemplo, pesada, determinación de la concentración de uranio, de su enriquecimiento, etc.), que luego son verificadas por la ARN. No se trata de un mero asiento contable, sino de un balance de masas en un período determinado tal que los inventarios a un dado momento y los ingresos y egresos de materiales nucleares, deben estar siempre justificados mediante determinaciones físicas y químicas, que a su vez deben cumplir con los estándares internacionales.

Para la aplicación del sistema de salvaguardias, se definen para cada instalación, áreas de balance de material. Éstas se seleccionan para asegurar la adecuada determinación de los inventarios y el flujo de material nuclear (ingreso y egreso de material nuclear a y desde la instalación).

El Informe cuestionario de diseño de la instalación es el punto de partida para el desarrollo del enfoque de salvaguardias y constituye uno de los requisitos previos a la emisión de la licencia o autorización de la ARN. El enfoque de salvaguardias consiste en el estudio, para cada instalación, de las estrategias y caminos posibles de desvío o retiro no autorizado de material nuclear y de los procedimientos y medidas de salvaguardias que cubran adecuadamente estos escenarios a un costo razonable y con la mínima interferencia posible en la operación normal de las instalaciones.

La información de diseño debe ser presentada por el responsable de la instalación con antelación suficiente a la primera recepción de material nuclear. Esta información debe incluir en detalle los siguientes contenidos básicos:

Características constructivas de la instalación (ubicación, vías de acceso, lugares de ingreso y egreso de materias primas y productos, áreas de proceso, áreas de almacenamiento, etc.).

Diagrama del proceso implementado y características operativas (datos técnicos referentes al flujo de materiales, producción anual, capacidad máxima y nominal, descripción de materias primas, productos intermedios, producto final y en el caso de los reactores, datos de flujo neutrónico, potencia térmica, quemado promedio, etc.).

Definición de las áreas de balance, diagrama de flujo del proceso y puntos estratégicos de medición.

Procedimientos de contabilidad y sistema de registros propuestos.

Información técnica sobre el sistema de medición de los materiales nucleares y los errores asociados al mismo.

Procedimiento para establecer el inventario físico del material nuclear.

Detalle de las medidas de contención y vigilancia, cuando son aplicables.

Detalle de los procedimientos de ingreso y egreso del personal y equipos en oportunidad de las inspecciones.

El sistema de registros e informes permite a la Autoridad Regulatoria la actualización mensual de los inventarios de material nuclear en cada instalación y la verificación de tales registros e informes para determinar la consistencia y veracidad de los inventarios declarados.

Los informes contables presentados por el responsable primario de cada instalación deben estar basados en los registros contables y operacionales. Estas declaraciones son el punto de partida para la fiscalización que lleva a cabo la ARN en sus inspecciones. El análisis de la consistencia de los datos que aparecen en los diferentes niveles de registros y en los informes, suministra la base para la identificación de discrepancias o anomalías que pudiesen indicar una pérdida o desvío del material nuclear bajo control hacia un uso no autorizado por las licencias o autorizaciones emitidas por la autoridad regulatoria.

El primer paso para un adecuado control del flujo y de los inventarios de materiales nucleares en las instalaciones, laboratorios, reactores o depósitos que los procesan, irradian o almacenan, es definir el área de balance de material, entendiéndose por tal un área virtual, que puede o no coincidir con los límites físicos de una instalación, en la cual es posible determinar todos los ingresos y egresos de materiales nucleares y al menos una vez por año, el inventario presente en la misma de acuerdo a procedimientos previamente especificados.

Para cada área de balance de material definida en la instalación y para cada categoría de material nuclear, los registros contables consisten generalmente en:

**Libro Principal:** en este libro se registran todos los cambios de inventario. Permite determinar en una fecha dada, el inventario contable, o sea la cantidad de material que debe estar presente en esa fecha en la instalación. Existe un libro principal por cada categoría de material presente en la misma (uranio natural, uranio enriquecido, plutonio o torio).

**Documentos Soporte:** son los documentos que constituyen la base para los asientos del libro principal y son el nexo entre los registros operativos (v. g. registro de las pesadas del material nuclear, calibración de los equipos utilizados para medir el material nuclear, resultados del análisis de muestras analíticas, etc.) y los datos contables registrados.

En algunos casos se llevan libros auxiliares, lo cual no es una condición necesaria del sistema de contabilidad. La conveniencia de su implementación está directamente relacionada con la complejidad interna del área de balance.

Sobre la base del sistema de contabilidad y registros operativos de cada área de balance de material, el responsable primario de cada instalación debe enviar a la ARN informes contables y operacionales, los que una vez verificados, se transmiten a la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC) y al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Estos informes se constituyen en declaraciones del gobierno argentino sobre el inventario de material nuclear bajo control y sobre sus variaciones con respecto a informes anteriores así como sobre la operación de las instalaciones.





El Acuerdo entre la República Argentina, la República Federativa del Brasil, la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares y el Organismo Internacional de Energía Atómica ha establecido la obligación por parte de ambos estados miembros de presentar los siguientes informes contables para cada área de balance de material bajo su jurisdicción o control:

Informe de cambio de inventario, conocido como ICR.

Informe lista de inventario físico, denominado PIL.

Informe balance de material nuclear, denominado MBR.

**ICR:** las instalaciones informan todos los cambios de inventario que han ocurrido o han sido establecidos en el período abarcado por el informe.

**PIL:** consiste en una lista de inventario físico y debe ser consistente con la lista de items presentada por el responsable primario de la instalación en oportunidad de la verificación del inventario físico, la que refleja la medición por parte del responsable primario de todo el material nuclear presente en el área de balance de material a una fecha dada, al menos una vez por año calendario.

**MBR:** refleja el balance de masa para cada categoría de material, teniendo en cuenta todos los cambios de inventario ocurridos durante el período contable, sus ajustes y correcciones y el resultado de la conciliación del inventario físico.

#### **Base de datos de materiales nucleares**

La ARN opera un sistema informático desarrollado para el control del sistema de contabilidad de materiales nucleares. Este sistema contiene funciones de auto validación, logrando una importante reducción de errores en los informes contables presentados por los operadores de las instalaciones que contienen material nuclear. Este sistema ha sido diseñado en concordancia con los requisitos establecidos en el Acuerdo de Salvaguardias Cuatripartito y en los procedimientos generales del Sistema Común de Contabilidad y Control de materiales nucleares.

El sistema requiere una actualización mensual de todos los cambios de inventario producidos, así como la presentación del balance de materiales y el listado de inventario físico una vez efectuada su verificación. Cada informe de cambio de inventario consiste en doce campos de información, cada uno de los cuales requiere el uso de códigos específicos. La incorrecta aplicación de alguno de dichos códigos da origen a una línea de corrección y a un retraso en el cumplimiento de los plazos establecidos por el acuerdo.

Este sistema permite la transferencia magnética de datos entre la ARN y las instalaciones, así como la aplicación software para auditoría de registros durante las inspecciones de salvaguardias, lo cual disminuye la incidencia de errores de transcripción y permitirá una mejor distribución de actividades y tiempos durante las inspecciones de salvaguardias.

### **PROGRAMA DE INSPECCIONES**

La ARN realiza inspecciones a las instalaciones sometidas a control. Las mismas se clasifican de la siguiente manera:

#### **Inspecciones de verificación del diseño**

Este tipo de inspecciones tiene por objetivo analizar y verificar el diseño de una instalación o los cambios significativos en el mismo, a fin de definir o actualizar el enfoque de salvaguardias aplicable.

Los principales aspectos del diseño de una instalación que se analizan y verifican son:

\_\_\_\_\_  
Datos para la operación (procesos a los que es sometido el material nuclear, el sistema de medición previsto para la determinación de los inventarios de material nuclear, etc.).

\_\_\_\_\_  
Las características de diseño constructivo que afecten el control de los materiales nucleares (medidas de contención y métodos o equipos vigilancia, diagramas de flujo, localización de los puntos estratégicos de medición, métodos de medición, requisitos de ingreso, accesibilidad al material nuclear, etc.).

\_\_\_\_\_  
El grado de avance en la construcción (cronograma de puesta en marcha).

\_\_\_\_\_  
El programa anual de operación.

Los cambios significativos en el diseño de una instalación deben ser comunicados a la ARN con suficiente antelación a su introducción, para que ésta pueda evaluar las modificaciones a introducir en los esquemas de control vigentes, proceder a su verificación e informar dichos cambios a la ABACC y al OIEA en los plazos estipulados en los acuerdos internacionales asumidos por la República Argentina.

La frecuencia de este tipo de inspecciones es de al menos una vez por año.

### **Inspecciones Rutinarias**

Estas inspecciones pueden ser interinas o de verificación de inventario físico.

#### **Inspecciones Interinas**

El objeto principal de estas inspecciones es evaluar los términos de flujo de la ecuación de balance de masas (ingresos y egresos de material nuclear) entre dos inventarios físicos.

Conceptualmente, el objetivo y la frecuencia de estas inspecciones se relacionan con la obtención de la detección oportuna. Esto es, dependiendo del tipo de material nuclear y el tiempo de conversión, se determina la frecuencia mínima de inspección para asegurar con un grado razonable de certeza, que no se ha producido el desvío de material nuclear hacia usos no autorizados en las respectivas licencias o autorizaciones.

El tiempo de conversión indica el tiempo necesario para convertir diversos compuestos de uranio o plutonio a componentes metálicos de uso no autorizado. Es uno de los elementos fundamentales para definir las hipótesis de desvío.

En estas inspecciones se realizan las siguientes actividades:

\_\_\_\_\_  
Verificación del sistema de contabilidad de la instalación para determinar la consistencia entre los registros e informes.

\_\_\_\_\_  
Realización de mediciones independientes para verificar la declaración del inventario efectuada por el responsable primario de la instalación.

\_\_\_\_\_  
Aplicación de medidas de contención y vigilancia.

\_\_\_\_\_  
Seguimiento y evaluación de errores contables detectados en el sistema de registros de la instalación.

\_\_\_\_\_  
Verificación de las importaciones, exportaciones o transferencias de material nuclear dentro del país.

\_\_\_\_\_  
Verificación de la calibración de los equipos de medición pertenecientes a la instalación utilizados para la determinación del inventario de la misma.

\_\_\_\_\_  
Seguimiento de eventuales discrepancias o anomalías.





### **Inspecciones de verificación de inventario físico**

Los responsables primarios deben observar el requerimiento regulatorio de determinar, como mínimo una vez por año, el inventario físico de material nuclear presente en la instalación. Esta actividad se conoce como toma de inventario físico, actividad que debe ser realizada de conformidad con los últimos estándares internacionales o por lo menos equivalentes con ellos.

Con el objetivo de evaluar el cierre del balance de material nuclear y confirmar que no se ha producido el desvío del mismo, la ARN efectúa inspecciones de verificación durante o a posteriori de la toma de inventario físico en todas las instalaciones bajo control.

Para un período de balance, el punto de partida en la contabilidad es el valor del inventario físico verificado al cierre del último balance. Como resultado de la actividad operativa, se producen ingresos y egresos (términos de flujo) que se controlan durante las inspecciones interinas. Al término del período de balance, se efectúa un nuevo inventario físico y se determina el valor del material no contabilizado (MNC) con la siguiente ecuación:

$$\text{MNC} = \text{Inventario Físico Anterior} + \text{Entradas} - \text{Salidas} - \text{Inventario Físico Actual}$$

El material no contabilizado debe estar dentro de ciertos límites de control que se determinan teniendo en cuenta los errores de medición, el material retenido en proceso, etc.

Los resultados de las inspecciones son evaluados a fin de llegar a conclusiones sobre el grado de cumplimiento de las licencias y autorizaciones y de los compromisos asumidos por la Argentina en materia de no proliferación.

### **Inspecciones de Fiscalización**

El objeto de estas inspecciones es fiscalizar que las actividades de inspección de los organismos internacionales competentes en la materia (ABACC y OIEA) se efectúen de conformidad con los derechos y obligaciones establecidos en los tratados internacionales y acorde a los procedimientos de inspección de aplicación general establecidos.

Las principales tareas a realizar consisten en corroborar las mediciones efectuadas por dichos organismos, controlar la correcta aplicación de medidas internacionales de contención y de vigilancia, responder y clarificar los interrogantes surgidos de la revisión de los sistemas de vigilancia y las correcciones contables efectuadas en el período.

Esta fiscalización contribuye a asegurar el desarrollo exitoso de las inspecciones internacionales y se realiza en el marco de la cooperación con los organismos involucrados.

### **Inspecciones Especiales**

Estas inspecciones se realizan en aquellos casos en los que se verifique un incumplimiento grave a lo establecido en las correspondientes licencias o autorizaciones.

## **PROTECCIÓN FÍSICA**

La ARN desarrolla diversas actividades vinculadas a la configuración y aplicación de Sistemas de Protección Física, en el marco regulatorio vigente a partir de la norma AR 10.13.1. "Protección Física de Materiales e Instalaciones Nucleares".

El Informe de Protección Física de una instalación es el punto de partida para el estudio (y consecuente prevención) del camino de mayor probabilidad de intrusión, o sea la mínima probabilidad de detección del adversario mientras exista suficiente tiempo para que actúen exitosamente las fuerzas de seguri-

dad. Constituye un requisito previo para la emisión de la licencia o autorización de la Autoridad Regulatoria.

Esta información debe ser presentada a la ARN con antelación suficiente a la primera recepción del material nuclear. El informe debe incluir en detalle los siguientes contenidos básicos:

La determinación de los objetivos de protección física, para lo que se requiere caracterizar a la planta acorde con el listado de materiales previsto para su operación rutinaria, la definición del tipo de amenaza al que puede estar sometida la instalación y la identificación de los objetivos susceptibles de acciones intencionales.

Un detalle del sistema de detección de intrusión, de las barreras implementadas como demora a la misma, de la fuerza de respuesta (Gendarmería Nacional, Seguridad privada, Policía, etc.) y tiempo de respuesta previstos.

Los métodos utilizados para la evaluación del diseño del Sistema de protección física y sus resultados.

El Sistema de protección física comprende:

Identificación de las zonas a proteger, su distribución en planta, vías de acceso a la misma y barreras de contención.

Disposición de equipos e instrumentos de protección física y procedimientos para el control periódico de los mismos.

Procedimientos de vigilancia habitual y extraordinaria.

Organización del personal encargado de protección física, incluyendo procedimientos de capacitación y entrenamiento.

Procedimientos y medios utilizados para el resguardo de la información.

## **PROGRAMA DE INSPECCIONES**

La ARN, en su función de control y fiscalización en la materia, realiza inspecciones a las instalaciones sometidas a control que se clasifican de la siguiente manera:

### **Inspecciones Rutinarias**

El objetivo de estas inspecciones es evaluar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la licencia de operación, verificar el funcionamiento de los elementos del Sistema de protección física de la instalación y evaluar la confiabilidad de los mismos.

Desde el punto de vista de la protección física, cada instalación se evalúa integralmente, identificando y relevando las áreas potencialmente más vulnerables a la intrusión. Se efectúan controles rutinarios para evaluar la confiabilidad de los elementos de protección física implementados para la detección oportuna, fuerza de respuesta y los cambios significativos en el diseño.

### **Inspecciones Especiales**

Estas inspecciones se realizan en aquellos casos en los que se verifique un incumplimiento grave de lo establecido en las correspondientes licencias o autorizaciones.



## TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS

El transporte de materiales radiactivos está regulado con estrictos criterios de seguridad. Desde hace aproximadamente 50 años se transporta material radiactivo a través del mundo sin que debido a dicho transporte se hayan producido consecuencias radiológicas de importancia en los trabajadores y el público en general, ni efectos nocivos en los bienes o el medio ambiente.

En la Argentina, el transporte de materiales radiactivos debe efectuarse de acuerdo a lo estipulado en la norma AR 10.16.1 "Transporte de materiales radiactivos" cuyo texto coincide con el del "Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos" del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

A partir del 17 de julio de 2001 se ha puesto en vigencia la Revisión 1 de la Norma AR 10.16.1, que corresponde a la Edición de 1996 (revisada) del Reglamento. Hasta el 31 de diciembre de 2001 estuvo también vigente la revisión 0 de la citada norma, que responde a la Edición de 1985 (enmendada en 1990) del Reglamento. En el período de transición comprendido entre el 17 de julio de 2001 y el 31 de diciembre de 2001, fueron aplicables cualquiera de las dos revisiones de la norma AR 10.16.1.

Existen, además, reglamentaciones nacionales e internacionales que regulan el transporte de materiales peligrosos por vía terrestre, aérea y acuática: en lo relativo a los materiales radiactivos, coinciden con el Reglamento del OIEA. Para el transporte por carretera y ferrocarril se aplican el "Reglamento Nacional de Tránsito y Transporte", Decreto 692/92, la Ley de Tránsito N° 24.449, reglamentada por el Decreto 779/95, la Resolución N° 195/97 sobre normas técnicas para el transporte de mercancías peligrosas por carretera y demás reglamentaciones establecidas por la Secretaría de Transporte de la Nación. Para el transporte marítimo, fluvial y aéreo, la República Argentina, al igual que la mayor parte de los países, ha adoptado las reglamentaciones de la Organización Marítima Internacional (OMI), de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y de la Asociación del Transporte Aéreo Internacional (en inglés, IATA), las que con distintos períodos de transición han adoptado, durante el año 2001, la Edición de 1996 (revisada) del "Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos" del OIEA.

Los criterios de seguridad reflejados en el Reglamento del OIEA y en sus documentos anexos, tienen el consenso de todas las organizaciones modales internacionales, regionales y nacionales dedicadas a regular el transporte terrestre, aéreo, fluvial y marítimo de materiales peligrosos.

La Revisión 1 de la norma AR 10.16.1 mantiene el objetivo de proveer un adecuado nivel de seguridad a las personas, a los bienes y al medio ambiente durante el transporte normal de material radiactivo, así como en caso de eventuales accidentes. Como en el caso de la Revisión 0, para alcanzar el nivel de seguridad deseado requiere, fundamentalmente, que el bulto a transportar posea la seguridad intrínseca o por diseño necesaria, minimizando así los requisitos operativos y administrativos pertinentes. Cabe aclarar que por bulto se entiende el embalaje conjuntamente con su contenido radiactivo, tal como se presenta para el transporte.

Para proteger a los trabajadores y al público durante el transporte normal, continúa estableciendo requisitos que, esencialmente, limitan la tasa de dosis en el entorno de los bultos, y la contaminación transitoria en la superficie externa de éstos. Se mantiene fiel a la filosofía de: cuanto mayor es el contenido radiactivo autorizado a transportarse en un bulto, mayor debe ser la capacidad resistente de dicho bulto frente a condiciones accidentales.

El cumplimiento con los criterios de aceptación de los resultados de ensayos mecánicos, térmicos e hidráulicos demuestra la aptitud que tienen los bultos para soportar el trato habitual durante el transporte normal y las posibles situaciones accidentales severas.

La Revisión 1 de la norma AR 10.16.1 contempla cinco tipos de bultos, que en orden creciente de capacidad resistente, se indican en el cuadro 1, junto con sus características principales.

| Tipos de bultos para el transporte de material radiactivo |   |
|---|---|
| Tipo  | Características   |
| Exceptuado  | El contenido radiactivo es muy limitado. Exento de la mayoría de los requisitos de diseño y uso de la norma AR 10.16.1., cumple los requisitos del buen arte de embalar.  |
| Industrial del Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3                    | Contiene materiales de baja actividad específica (BAE), y objetos contaminados en la superficie (OCS). El contenido es intrínsecamente seguro. Los requisitos están relacionados con el trato normal durante el transporte. En accidentes destructivos, debido a su contenido no se espera que de ellos deriven consecuencias radiológicas significativas.  |
| Tipo A  | Cantidad de actividad limitada. Requisitos y ensayos encaminados a demostrar que se mantengan íntegros cuando se los somete al tipo de maltrato considerado normal durante el transporte. En accidentes destructivos, no se espera que de ellos deriven consecuencias radiológicas significativas.  |
| Tipo B(U) y Tipo B(M)                                     | El contenido radiactivo es grande o muy grande (el que corresponda a la capacidad de cada modelo según su diseño, y de acuerdo a la Revisión 1 de la Norma AR 10.16.1, está limitado sólo para su transporte por vía aérea). Los requisitos están encaminados a demostrar el mantenimiento de su integridad luego de ser sometidos a ensayos que simulan accidentes durante el transporte. En accidentes severos, impactos e incendios, se garantiza un adecuado nivel de seguridad del bulto.  |
| Tipo C  | El contenido radiactivo es muy grande (el que corresponda a la capacidad de cada modelo, según su diseño, sin impedimentos de transporte por modo de transporte). Este tipo de bulto aparece en la Revisión 1 de la Norma AR 10.16.1 por primera vez, y los requisitos están encaminados a demostrar su integridad cuando se los somete a ensayos que simulan accidentes muy severos durante el transporte, inclusive los accidentes más probables que ocurren por vía aérea. En accidentes muy severos, impactos e incendios, que incluyen enterramiento, perforación y desgarramiento, se garantiza un adecuado nivel de seguridad del bulto. |

### TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS EN LA ARGENTINA

Se estima que hay un total de 20 000 expediciones anuales, en promedio, de materiales radiactivos en la Argentina, de las cuales alrededor de 500 están relacionadas con el ciclo de combustible nuclear y 19.500 corresponden a materiales radiactivos utilizados en investigación, industria y medicina. En el cuadro 4 se puede apreciar la magnitud y características principales de tales expediciones.

En la mayoría de las expediciones relacionadas con el ciclo de combustible nuclear, el transporte se limita a minerales y concentrados de uranio, óxidos de uranio ( $UO_2$  y  $U_3O_8$ ), elementos combustibles nuevos para las centrales nucleares y algunos residuos de baja actividad. Estas expediciones son transportadas por carretera, en bultos industriales para materiales de baja actividad específica.





| Transporte anual promedio de materiales radiactivos en Argentina |   |   |   |                      |
|--|---|---|---|----------------------|
| Expediciones de materiales                                       | Material radiactivo   | Tipo de bulto                             | Cantidad por bulto                                      | Expediciones por año |
| Del ciclo de combustible nuclear                                 | Concentrados de uranio natural  | Industrial (tambores)                     | 150 kg  | 75                   |
|  | Polvo de UO <sub>2</sub>  | Industrial (tambores)                     | 200 kg  | 50                   |
|  | Elementos combustibles nuevos para la CNA I   | Industrial (cajas)                        | 15 elementos combustibles con 2300 kg de uranio natural | 45                   |
|  | Elementos combustibles nuevos para la CNE   | Industrial                                | 36 elementos combustibles con 720 kg de uranio natural  | 30                   |
|  | Residuos radiactivos de baja actividad  | Industrial (tambores)                     | 200 kg  | 250                  |
|  | Óxidos de uranio enriquecido, UF <sub>6</sub> o elementos combustibles sin irradiar para reactores de investigación | Tipo A o B(U) para sustancias fisiónables | Variable  | 50                   |
| Usados en medicina, industria e investigación                    | Radiofármacos   | Tipo A                                    | Orden de 10 <sup>-2</sup> TBq                           | 16 500               |
|  | Cápsulas selladas de cobalto 60 e iridio 192  | Tipo B(U)                                 | Variable desde 4 a 4 10 <sup>3</sup> TBq                | 2 200                |
|  | Residuos radiactivos de baja actividad y aparatos con pequeñas fuentes  | Exceptuado o Industrial                   | Variable  | 800                  |

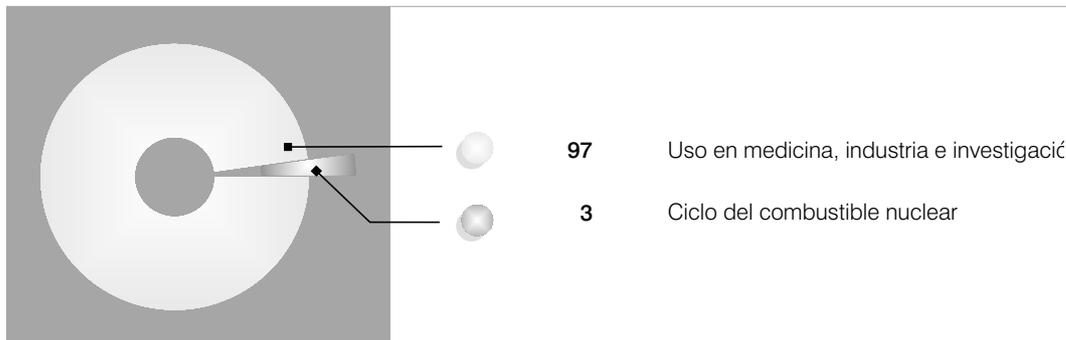
En envíos relacionadas con la medicina, una gran variedad de productos destinados al diagnóstico y tratamiento de pacientes se transportan en bultos del Tipo A, destinados a usuarios distribuidos en todo el país; el transporte se realiza por vías aérea y terrestre.

La mayor parte de las expediciones de materiales radiactivos utilizados en la industria y en teleterapia está constituida por fuentes encapsuladas de muy variada actividad. Dichas fuentes, clasificadas por la norma AR 10.16.1 como material radiactivo en forma especial, contienen entre los radioisótopos más significativos: iridio 192, cesio 137 y cobalto 60. El transporte de tales materiales se lleva a cabo, fundamentalmente, en bultos del Tipo B(U) por vía terrestre.

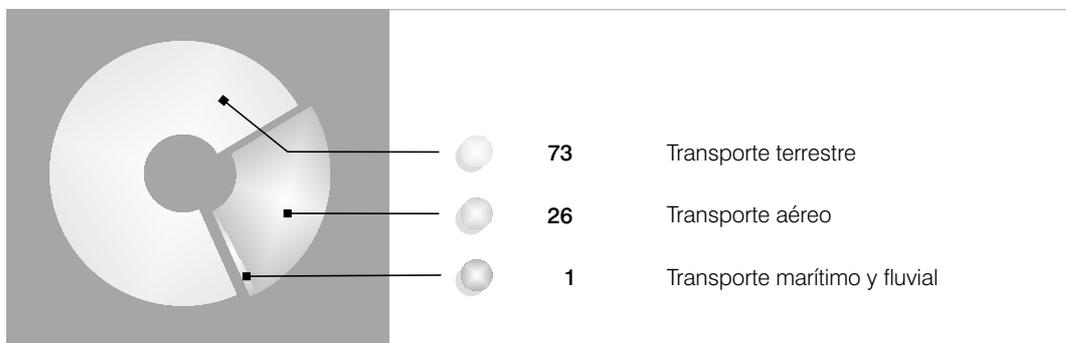
Los desechos radiactivos de baja actividad están constituidos principalmente por guantes, ropa de protección, envases vacíos y bolsas de plástico provenientes de diversas instalaciones, laboratorios y centros médicos. Dichos desechos son de muy baja actividad y habitualmente se los transporta por vía terrestre, en recipientes metálicos que cumplen los requisitos establecidos para bultos industriales.

En la **Figura 5** se puede observar la distribución de expediciones de material radiactivo en promedio por año en el país, y en la **Figura 6**, la distribución de expediciones de material radiactivo por modalidad en Argentina.

**Figura 5.** Porcentaje del número de expediciones de material radiactivo en promedio por año



**Figura 6.** Porcentaje del número de expediciones de material radiactivo por modalidad de transporte



### **Aprobación de bultos, materiales radiactivos y expediciones**

La ARN verifica el cumplimiento de los requisitos de la norma AR 10.16.1 y aprueba los modelos de bultos del Tipo B(U), de bultos que transportan sustancias fisionables y de materiales radiactivos en forma especial, ciertas expediciones, y los transportes por arreglos especiales, mediante la emisión del correspondiente "Certificado de Aprobación de la Autoridad Competente".

### **Aprobación de bultos**

El proceso de verificación del cumplimiento y aprobación implica una interacción continua entre el solicitante y la ARN. El solicitante debe presentar el diseño, las técnicas analíticas utilizadas para el cálculo, los ensayos propuestos y los métodos para evaluar los criterios de aceptación de los resultados de dichos ensayos. La ARN, por su parte, lleva a cabo una evaluación independiente, realiza inspecciones durante el diseño y la fabricación, hace un seguimiento de los ensayos y también requiere un informe final de seguridad, un programa de fabricación, un programa de garantía de calidad, los procedimientos para las pruebas antes de la primera expedición, y finalmente la documentación necesaria para el uso seguro de cada bulto, consistente en: manual de operación, manual de inspección y mantenimiento, y procedimientos para casos de emergencia radiológica durante el transporte. En aquellos casos de elevada complejidad tecnológica, se suele recurrir a consultores externos, de acreditada competencia técnica, para que efectúen una verificación independiente del diseño.





Finalmente, sobre la base del resultado de las evaluaciones del diseño, de los ensayos, de la documentación presentada y de las pruebas antes de la primera expedición del bulto, la ARN emite, si corresponde, un Certificado de Aprobación.

### **Otras autorizaciones**

Cuando no se puede cumplir con todos los requerimientos establecidos por la norma AR 10.16.1, el transporte se efectúa en virtud de arreglos especiales. En esos casos, la ARN establece requisitos, principalmente, de índole operativa, denominados medidas alternativas. Dichas medidas se determinan de manera que se garantice un grado global de seguridad durante el transporte y el almacenamiento en tránsito, equivalente -como mínimo- al que se alcanzaría si se cumpliera con todos los requisitos reglamentarios.

Los casos que más frecuentemente obligan a recurrir a transportes por arreglos especiales son aquellos en los cuales el remitente debe transportar un determinado material radiactivo y no posee un modelo de bulto aprobado por autoridad competente, para ese material, o el certificado que lo ampara ha sido otorgado en virtud de ediciones anteriores de la revisión vigente de la norma AR 10.16.1.

Para esas ocasiones, se toman medidas alternativas que contemplan el aumento de la aptitud funcional del bulto (por ejemplo, transportándolo dentro de un segundo embalaje, dentro de un gran contenedor o en un vehículo cerrado) y se aplican medidas operativas para disminuir la probabilidad de accidentes, como por ejemplo, limitar la velocidad de circulación del vehículo o acompañar el transporte con un vehículo escolta.

Para los casos en que la norma AR 10.16.1 requiere aprobación multilateral (aprobación de las autoridades competentes de los países a través de los cuales o al cual se dirige una expedición de material radiactivo), la ARN reglamentó el otorgamiento de un Certificado de Validez del diseño de bulto. Este certificado se emite para aquellos modelos que cuentan con certificado de aprobación emitido en virtud de revisiones anteriores de la norma AR 10.16.1 (ediciones anteriores a la Edición de 1996 del Reglamento del OIEA).

### **Bultos que no requieren aprobación**

En aquellos casos en que no se requiere expresa aprobación de la Autoridad Regulatoria Nuclear, ésta verifica la observancia del cumplimiento con los requisitos aplicables (de diseño, operativos o administrativos) de la norma AR 10.16.1 mediante inspecciones regulatorias. Por ejemplo, en caso de bultos del Tipo A o Industriales que no transportan sustancias fisionables, la ARN está presente durante el desarrollo de los ensayos requeridos por la norma.

## **SEGURIDAD EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS**

Los residuos radiactivos son aquellos materiales para los que no se prevé un uso ulterior y que contienen sustancias radiactivas con valores de actividad que exceden las restricciones de dosis establecidas por la Autoridad Regulatoria Nuclear para su dispersión en el ambiente. Proviene de un amplio espectro de actividades, desde el uso de radionucleidos en hospitales para diagnóstico y tratamiento, en laboratorios de investigación, pasando por el uso de materiales radiactivos en procesos industriales, hasta la generación de energía nucleoelectrónica (y las actividades asociadas al ciclo de combustible nuclear).

El objetivo básico a cumplir en esta área de actividad regulatoria es el de evaluar la seguridad radiológica en prácticas y sistemas de gestión de residuos radiactivos en instalaciones nucleares y radiactivas en el país. En tal sentido, la ARN dispone de una amplia experiencia en el establecimiento de criterios de seguridad radiológica asociados a la gestión de residuos radiactivos y en la fiscalización de los aspectos operativos de gestión. También cuenta con desarrollos propios en las metodologías de evaluación de seguridad de la disposición final de residuos radiactivos.

Para ello, se trabaja en:

- El relevamiento de las prácticas y sistemas de gestión de residuos radiactivos en diferentes instalaciones.
- La elaboración de propuestas de normas y criterios de seguridad radiológica asociados a la gestión de residuos radiactivos, en los niveles de aplicación que se requiera.
- El análisis y la evaluación de la seguridad radiológica asociada a la disposición final de residuos radiactivos.

### **Criterios de seguridad aplicados en la gestión de residuos radiactivos**

Los criterios de seguridad radiológica aplicados a la Gestión de Residuos Radiactivos, surgen de la Norma Básica de Seguridad Radiológica, AR 10.1.1 y su cumplimiento es fundamental para generadores y gestores de residuos radiactivos. Esta norma también provee criterios para la fase de aislación de los residuos y para las evaluaciones de seguridad de los sistemas de disposición final de residuos radiactivos.

Por otra parte la norma AR 10.12.1. "Gestión de residuos radiactivos" establece los requisitos generales para que la gestión de los residuos radiactivos provenientes de todas las instalaciones y prácticas controladas por la Autoridad Regulatoria se realice con un nivel adecuado de protección radiológica de las personas y de preservación del ambiente, tanto en el caso de las generaciones actuales como de las futuras. En particular, determina que los residuos radiactivos deberán mantenerse aislados del ambiente accesible al hombre el tiempo necesario para que hayan decaído suficientemente utilizando barreras múltiples adecuadas, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

### **Evaluaciones de seguridad para la disposición final de residuos**

La ARN ha dado particular importancia al desarrollo de su capacidad para evaluar la seguridad de la disposición final de residuos y su utilización con fines regulatorios. Ha desarrollado criterios para evaluar la seguridad de estas instalaciones, utilizando herramientas computacionales que proveen los resultados necesarios en la toma de decisiones regulatorias asociadas. Tales códigos han participado con resultados satisfactorios en el ejercicio de intercomparación "The Safety Assessment of Near-Surface Radioactive Waste Disposal facilities" (NSARS) del OIEA. En esta área de trabajo, la ARN está tomando parte actualmente de los programas de investigación coordinados por el OIEA denominados "Mejora de las metodologías de evaluación de seguridad de instalaciones de eliminación de residuos radiactivos próximos a la superficie" (sigla en inglés, ISAM), y "Modelado biosférico y métodos de evaluación" (sigla en inglés, BIOMASS).

Por otra parte, especialistas de la ARN participan regularmente en comités y grupos de expertos relacionados con la seguridad de la eliminación de residuos radiactivos. Entre estos cabe destacar el Comité sobre Normas de Seguridad para la Gestión de Desechos (sigla en inglés, WASSC), que tiene un rol fundamental en el proceso de elaboración y examen de las recomendaciones del OIEA en la materia.





3

La República Argentina es Parte Contratante de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos, que entró en vigor el 18 de junio de 2001. Esta Convención en su artículo 32 establece la obligación de presentar a examen un informe de las medidas de seguridad establecidas en cada país firmante para dar cumplimiento a las obligaciones derivadas de la misma. La ARN desempeña un rol relevante en la preparación del Informe nacional sobre la seguridad de los residuos radiactivos de instalaciones nucleares y radiactivas que operan en la Argentina, en los aspectos que corresponden a las actividades propias de la ARN, de acuerdo a los últimos lineamientos.