

## Parte II

### ACCIONES SUSTANTIVAS

La Autoridad Regulatoria Nuclear tiene como propósito establecer, desarrollar y aplicar un régimen regulatorio para todas las actividades nucleares que se realicen en la República Argentina. Este régimen tiene los siguientes objetivos:

- ▣ Sostener un nivel apropiado de protección de las personas contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes.
- ▣ Mantener un grado razonable de seguridad radiológica y nuclear en las actividades nucleares desarrolladas en la República Argentina.
- ▣ Asegurar que las actividades nucleares no sean desarrolladas con fines no autorizados por la ley y las normas que en su consecuencia se dicten, así como por los compromisos internacionales y las políticas de no proliferación nuclear asumidos por la República Argentina.
- ▣ Prevenir la comisión de actos intencionales que puedan conducir a consecuencias radiológicas severas o al retiro no autorizado de materiales nucleares u otros materiales o equipos sujetos a regulación y control.

Estos objetivos son alcanzados a través de la implementación de un sistema de regulación basado en:

- ▣ Una Planificación anual regular de sus Actividades y Proyectos.
- ▣ Un Marco Normativo compuesto por Normas y Guías Regulatorias, además de regímenes específicos que deben cumplir los usuarios que trabajan con radiaciones ionizantes.
- ▣ Un Plan de Inspecciones y Evaluaciones en Seguridad Radiológica y Nuclear, Salvaguardias y Protección y Seguridad Física aplicado a más de 1500 instalaciones controladas distribuidas en todo el país.
- ▣ Un Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas y Nucleares operativo las 24 horas del día durante todo el año.
- ▣ Un Plan de monitoreo de descargas de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos de las instalaciones relevantes y de fiscalización de la gestión de residuos radiactivos generados.
- ▣ La operación de laboratorios especializados en radioquímica, en dosimetría física y biológica, en radiopatología y en medición de la contaminación, en

apoyo a las tareas de inspección, y monitoreaje ambiental y control de descargas de efluentes y residuos radiactivos.

- ▣ La continua actualización del conocimiento necesario para efectuar evaluaciones de seguridad radiológica a fin de contribuir al proceso de mejora del accionar regulatorio.
- ▣ El mantenimiento de Acuerdos y Convenios con universidades, hospitales y fuerzas de seguridad, y con organismos internacionales con el objeto de optimizar esfuerzos y recursos en materia de seguridad radiológica.
- ▣ La capacitación permanente, tanto del personal de la ARN como de usuarios de material radiactivo y de agentes de instituciones involucradas directa o indirectamente con la acción de regulación.
- ▣ El cumplimiento de los compromisos derivados del Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares, de la Convención sobre Seguridad Nuclear, de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos, y otros compromisos internacionales relacionados con la Protección Física y las Salvaguardias de materiales e instalaciones.
- ▣ La participación activa de especialistas de la ARN en todos los comités técnicos del Organismo Internacional de Energía Atómica.
- ▣ La comunicación institucional de las acciones reguladoras y de las bases técnicas que las sustentan.

## Plan de Trabajo y Presupuesto

La ARN inicia cada año sus tareas con un Plan de Trabajo y Presupuesto aprobado por el Directorio. Este Plan contiene el conjunto de Actividades y Proyectos que son llevados a cabo a lo largo del año. Es publicado para difundir y hacer conocer en detalle las tareas específicas y el presupuesto asociado a cada una de ellas.

Esta acción se realiza regularmente desde la creación, en el año 1995, de la Autoridad Regulatoria como organismo independiente.

A partir de una caracterización del objetivo de cada Actividad o Proyecto, el Plan de Trabajo identifica las principales tareas que se espera realizar en el período, el cronograma de dichas tareas, la correspondiente afectación de recursos humanos y el gasto asociado, así como las responsabilidades asignadas y los resultados que pretenden lograrse.

La Unidad de Planificación y Prospectiva del organismo realiza el control de gestión del Plan de Trabajo en sus aspectos presupuestarios. En el caso de las actividades funcionales se controla el grado de cumplimiento de las tareas asignadas. En el caso de los Proyectos, el responsable debe responder, ade-

más del grado de avance y calidad de los resultados, por la administración de recursos.

A fines de 2008 el Directorio de la ARN aprobó el Plan de Trabajo y Presupuesto 2009 donde se describe el conjunto de Actividades y Proyectos programadas para el año. La publicación correspondiente, editada a principios de enero, da a conocer el detalle de las tareas específicas y el presupuesto asociado a cada una de ellas.

## Normas Regulatorias

La ARN está facultada para dictar Normas Regulatorias referidas a seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias, protección física y transporte de material radiactivo, conforme a lo expresado en el inciso a) del artículo 16 de la Ley N° 24.804.

Nuevas Normas o revisiones que entraron en vigencia durante 2009:

- AR 7.9.1. Rev. 3 Operación de equipos de gammagrafía industrial.
- AR 7.11.1. Rev. 3 Permisos Individuales para operadores de equipos de gammagrafía industrial.
- Guía AR 5 Rev. 1 Recomendaciones generales para la obtención y renovación de permisos individuales para operadores de gammagrafía industrial.

Anteproyectos finalizados de Normas y Guías durante 2009:

- Guía AR 6 Rev. 0 Niveles Orientativos de Exención.
- Guía AR 7 Rev. 0 Niveles genéricos de dispensa.

## Fiscalización de instalaciones

Las instalaciones fiscalizadas por la ARN tienen diversos propósitos tales como: la generación de energía eléctrica, la fabricación de elementos combustibles para reactores nucleares, la producción de radioisótopos, la producción de fuentes radiactivas, la esterilización de material médico y la aplicación de las radiaciones ionizantes en la industria, en la medicina, en el agro y en la investigación y docencia. La complejidad de las instalaciones bajo control es sumamente variable y su distribución geográfica cubre todas las provincias del país. Según el propósito, la instalación debe cumplir con requisitos de diseño, equipamiento y personal, previos al licenciamiento de la operación.

Para optimizar el control regulatorio de las instalaciones que utilizan radiaciones ionizantes, la ARN las ha agrupado en:

- ▣ Reactores nucleares y conjuntos críticos, dedicados a la producción de energía eléctrica, de radioisótopos para usos medicinales, investigación básica y capacitación en la operación de reactores nucleares.
- ▣ Instalaciones del ciclo de combustible, donde se agrupan todas las instalaciones y/o laboratorios dedicados a la producción de elementos combustibles, a la investigación de nuevos procesos químicos para la elaboración de materias primas, al enriquecimiento isotópico y a la obtención/purificación de otros insumos para la generación de energía eléctrica y/o producción de radioisótopos de interés.
- ▣ Instalaciones relevantes, en las que se incluyen los aceleradores lineales para uso médico con  $E > 1$  MeV, las gestadoras de residuos radiactivos, las plantas de irradiación, los complejos mineros fabriles, las plantas de producción de fuentes radiactivas y las instalaciones con potencial de criticidad.
- ▣ Instalaciones para aplicaciones médicas e industriales, en las que se incluyen los aceleradores lineales para uso médico con  $E < 1$  MeV, los equipos de gammagrafía industrial, los irradiadores autoblandados, las instalaciones de telecobaltoterapia, braquiterapia y de medicina nuclear, entre otras.

En la tabla que se adjunta se detalla la cantidad de instalaciones agrupadas por tipo de instalación.

Instalaciones bajo control regulatorio	Número
Centrales nucleares en operación	2
Central nuclear en construcción	1
Reactores de investigación y conjuntos críticos	6
Máquinas aceleradoras de partículas	5
Plantas de producción de radioisótopos o fuentes radiactivas	4
Plantas de irradiación con altas dosis	5
Instalaciones pertenecientes al ciclo de combustible nuclear	13
Área de gestión de residuos radiactivos de la CNEA	1
Laboratorios de la CNEA	22
Depósitos de material nuclear	3
Complejos minero fabriles (*)	9
Centros de teleterapia	162
Centros de medicina nuclear	288
Instalaciones de gammagrafía	67
Aplicaciones industriales	338
Laboratorios de radioinmunoanálisis, Centros de investigación, y otras aplicaciones	594

(\*) Los Complejos minero fabriles se encuentran actualmente fuera de servicio.

## Inspecciones regulatorias

El esfuerzo de inspección en días hombre llevado a cabo por la ARN durante el año 2009, agrupado en las distintas áreas de control regulatorio se presenta a continuación.

Esfuerzo total de inspección

Área regulatoria	Días hombre
Seguridad radiológica y nuclear	2840
Salvaguardias	636
Protección y seguridad física	159

Esfuerzo de inspección en seguridad radiológica y nuclear

Tipo de instalación	Días hombre
Reactores nucleares	1866
Instalaciones radiactivas Clase I	301
Aplicaciones médicas, industriales y de investigación y docencia	673

Esfuerzo de inspección en salvaguardias

Tipo de instalación	Días hombre
Reactores nucleares	425
Instalaciones radiactivas Clase I e investigación y desarrollo	211

Esfuerzo de inspección en protección y seguridad física

Tipo de instalación	Días hombre
Reactores nucleares	44
Instalaciones radiactivas relevantes	87
Instalaciones radiactivas Clase II	28

La Argentina, atendiendo su obligación de cooperar con la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC) para la aplicación del "Sistema Común de Contabilidad y Control de los materiales nucleares", puso a disposición de dicha agencia, durante el año 2009, a 18 inspectores de la ARN que cumplieron inspecciones en instalaciones brasileñas totalizando un conjunto de 320 días hombre de inspección.

Durante el año 2009, la ARN emitió las licencias, permisos, autorizaciones y demás certificados regulatorios detallados a continuación:

Tipo de documento regulatorio	Cantidad
Licencias individuales	67
Autorizaciones específicas individuales	287
Licencias de operación (Clase II)	263
Permisos individuales	691
Certificados de transporte	10
Registros individuales	112
Registros institucionales	102
Autorizaciones de importación	536
Autorizaciones de exportación	769

## Sanciones regulatorias aplicadas

El artículo 16 de la Ley N° 24.804 inciso “g” faculta a la ARN para “Aplicar sanciones, las que deberán graduarse según la gravedad de la falta en: apercibimiento, multa que deberá ser aplicada en forma proporcional a la severidad de la infracción y en función de la potencialidad del daño, suspensión de una licencia, permiso o autorización o su revocación. Dichas sanciones serán apelables al solo efecto devolutivo por ante la Cámara Nacional de Apelaciones en lo Contencioso Administrativo Federal”.

Durante el año 2009 el Directorio de la ARN aplicó las siguientes sanciones debido a infracciones a la normativa regulatoria vigente:

Resolución N°	Fecha	Tipo de sanción
15/09	21/01/09	Multas
34/09	02/03/09	
128/09	29/06/09	
02/09	06/01/09	Apercibimientos
13/09	19/01/09	
51/09	23/03/09	
144/09	21/08/09	

## Proceso de Licenciamiento de Centrales Nucleares

Las tareas cumplidas en el año 2009 se enmarcan principalmente en la decisión tomada por el Gobierno Nacional de completar y poner en marcha la Central Nuclear Atucha II (CNA II), lo que hizo necesario continuar con el proceso de licenciamiento, habiéndose efectuado una reevaluación integral de todos los aspectos concernientes a la Licencia de Construcción, de modo de asegurarse que el diseño de la planta y la finalización de su construcción satisfagan los requisitos exigibles actualmente a una instalación de ese tipo.

Otras tareas cumplidas consistieron en evaluaciones de seguridad nuclear para las Centrales Nucleares en operación, Central Nuclear Atucha I (CNA I) y Central Nuclear Embalse (CNE). Tanto para la CNA I como para la CNE se realizaron también tareas relacionadas con la extensión de su vida útil. Se realizaron asimismo algunas tareas relacionadas con los proyectos del reactor CAREM y de la Cuarta Central Nuclear.

---

## Central Nuclear Atucha I (CNA I)

---

En relación con el Proyecto de Extensión de la Vida Útil de la CNA I, se llevaron a cabo las siguientes tareas:

Debido a la importancia que tiene determinar si el Recipiente de Presión está en condiciones de afrontar una operación extendida por 25 años, se realizó una actualización de la fluencia neutrónica que recibirá el recipiente a final de la vida útil, contando con el Laboratorio Nacional Oak Ridge (ORNL) como asesor de la ARN.

Se realizó, junto con el ORNL, una primera evaluación de la integridad estructural del recipiente frente a la ocurrencia de un Choque Térmico Presurizado. Esta tarea aún no está finalizada.

Asimismo, se inició la evaluación de la Revisión 3 del APS Nivel 1 de la Central Nuclear Atucha I, presentado a la ARN por NA-SA con el objetivo de fundamentar técnicamente su pedido de ampliación a 18 meses del período de mantenimiento y pruebas periódicas, que actualmente se realizan cada 12 meses.

---

## Central Nuclear Embalse (CNE)

---

Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima (NA-SA) se encuentra desarrollando tareas de Reacondicionamiento y Extensión de Vida de la Central Nuclear de Embalse. Sin embargo, las tareas relacionadas con dicho proyecto no mostraron un avance significativo durante 2009.

El proyecto de Reacondicionamiento y Extensión de Vida implica la realización de numerosos estudios y evaluaciones. En este marco, durante el año 2009 se realizaron las siguientes actividades:

- ▣ Análisis de un conjunto de informes de Evaluación de Envejecimiento, en particular los informes relacionados con:
  - Estado de los detectores de temperatura por resistencia (RTD).
  - Estado del sistema de detección de tritio en aire.
  - Estado de las bombas de alimentación de control de presión e inventario.
- ▣ Estudios realizados con el asesoramiento del TÜV NORD/SÜD, conformándose los siguientes informes.
  - Evaluación de Vida de grandes recipientes de presión.
  - Evaluación de Vida de cañerías y soportes del área nuclear.
  - Evaluación de Vida de intercambiadores de calor.
  - Evaluación de Estado de cables del área nuclear.
  - Evaluación de Estado del sistema de veneno líquido del moderador.

- ▣ Revisión de las conclusiones y recomendaciones de los informes de sistemas relacionados con la seguridad. Se categorizaron las recomendaciones desde el punto de vista regulatorio.
- ▣ Evaluación del documento preliminar en el que se define el alcance del APS Nivel 2 a realizar en la CNE. Se elaboraron los comentarios correspondientes a NA-SA.

---

## Central Nuclear Atucha II (CNA II)

---

Teniendo en cuenta que la central comenzó a construirse en la década de 1980, el lento avance de la misma durante la década de 1990, la decisión del Gobierno Nacional de relanzar la actividad nuclear a partir de 2006 y la puesta en funcionamiento de dicha central, durante 2009 se continuó con la actualización de la Licencia de Construcción. En tal sentido, se mantuvieron activas las tareas relacionadas con la revisión, análisis y reevaluación del diseño original a la luz de los conocimientos actuales y las modificaciones que el titular de la licencia proponga.

Durante 2009 se trabajó principalmente en las siguientes áreas:

- ▣ Actualización de la Licencia de Construcción – Puntos críticos:
  - Durante 2009 se avanzó fundamentalmente en dos puntos críticos: el relacionado con el sistema de inyección de boro y el concepto de rotura adoptado en la base de diseño.
  - En relación al sistema de inyección de boro, se realizó un modelo empleando el código RELAP5 a los efectos de verificar el tiempo de inyección para el sistema original tal como fuera propuesto por KWU en 1981. Adicionalmente, la Universidad de Purdue (EE. UU.) desarrolló, para la ARN, una facilidad experimental de una parte del sistema de inyección de boro para validar el modelo en RELAP5. Los resultados obtenidos permiten concluir que la ARN cuenta con un modelo validado que le permitirá realizar los cálculos independientes requeridos para el licenciamiento de la CNA II.
  - En base a un requerimiento regulatorio de esta ARN, el sistema de inyección de emergencia de boro está siendo modificado con el objetivo de mitigar las consecuencias de accidentes más allá de las bases de diseño.
  - Teniendo en cuenta que la demostración del comportamiento del concepto de rotura es uno de los requisitos del diseño de la CNA II, se avanzó en la definición de las tareas necesarias para evaluar de manera independiente y conjunta dicho requisito.
- ▣ Fiscalización de las actividades de construcción y montaje en la obra:
  - Durante 2009 se trabajó activamente en las inspecciones y fiscalizaciones de las actividades de construcción y montaje. Estas inspecciones fueron realizadas por profesionales de la ARN conjuntamente con expertos del TÜV y abarcaron las áreas de Mecánica, Civil, Instrumentación y Control y Eléctrica.



- En todos los casos, durante las inspecciones y fiscalizaciones se verificó la implementación y cumplimiento de las medidas del Manual de Calidad (QAP 115) por parte de la Unidad de Gestión CNA II de NA-SA.
- ▣ Evaluaciones de Ingeniería:
  - Se inició la revalorización de la amenaza sísmica, en conjunto con la Universidad Nacional de San Juan, incluyendo la confección de los espectros para ser empleados en la verificación sísmica de los sistemas, estructuras y componentes relevantes para la seguridad de la CNA II.
  - Como resultado del uso de la experiencia operativa de la Central Nuclear Atucha I, la ARN recomendó a la Entidad Responsable la redefinición del Programa de Vigilancia del Recipiente de Presión de la CNA II. En respuesta, la Entidad Responsable presentó un conjunto de documentos técnicos conteniendo el nuevo diseño del Programa de Vigilancia.
- ▣ Puesta en Marcha:
  - Se evaluó la presentación preliminar del Manual de Puesta en Marcha, juntamente con expertos del TÜV.
- ▣ Revisión del Informe Final de Seguridad:
  - Durante 2009 se elaboró, con la colaboración del GRS (Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit), un documento conteniendo los lineamientos para la redacción del Informe Final de Seguridad, el cual fue remitido a la Entidad Responsable. Este documento fue realizado siguiendo lineamientos internacionalmente reconocidos, tales como la Reg Guide 1.70 (EE. UU.), recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica y la experiencia obtenida por el GRS en los reactores de tipo Konvoi de Alemania.
  - Se evaluó la versión preliminar los capítulos 2, 10, 12 y 17 y de las secciones 4.3 y 4.4 del capítulo 4 del Informe Final de Seguridad, presentadas por la Entidad Responsable.
- ▣ Evaluaciones de Análisis Probabilístico de Seguridad Nuclear:
  - Se organizó un taller sobre “Evaluación de la Confiabilidad Humana” (Human Reliability Assessment) junto con NA-SA, CNEA y GRS. Este seminario fue orientado a permitir el intercambio de información y mejorar el conocimiento para permitir incluir el tratamiento del riesgo por factor humano en el Análisis Probabilístico de Seguridad (APS) Nivel 1 de la Central Nuclear Atucha II.
  - Se continuó analizando el APS Nivel 1 con el asesoramiento del GRS, lo que ha permitido evaluar diferentes eventos accidentales postulados. En base a los resultados de estas evaluaciones se han realizado recomendaciones a la Entidad Responsable que deberán ser tenidas en cuenta en la versión final del informe APS Nivel 1.
  - Se iniciaron cálculos relacionados con el APS Nivel 2. Estos cálculos toman en cuenta las secuencias accidentales importantes usando datos preliminares provistos por la Planta.

- Se elaboró una nueva versión del documento con las especificaciones para el APS Nivel 3, modificando la metodología de aplicación, ahora basada en el riesgo individual.

La insuficiencia de profesionales de alta especialización luego de casi 25 años de muy escasa actividad en el campo de la Seguridad Nuclear aplicada al licenciamiento de nuevas centrales nucleares, obligó a continuar con la contratación de expertos del país y del exterior para asesorar y completar las tareas de análisis y evaluación, juntamente con los profesionales de la ARN. Las organizaciones convocadas son:

- ❑ GRS (organismo regulador a nivel federal del gobierno alemán), para evaluaciones de seguridad.
- ❑ TÜV (organismo de inspección del gobierno alemán a nivel federal), para las evaluaciones de inspecciones e ingeniería.
- ❑ BATTELLE (organismo que agrupa a varios laboratorios nacionales de EE. UU., pertenecientes al Departamento de Energía), para realizar cálculos independientes a nivel de estructuras, cañerías y componentes.
- ❑ Universidad de Purdue de EE. UU., para realizar estudios con códigos de cálculos independientes en el área de termo hidráulica, y en el análisis de accidentes.
- ❑ Universidad de Michigan de EE. UU., para realizar estudios con códigos de cálculos independientes en el área de neutrónica, como así también en el análisis de accidentes.
- ❑ Universidad de Carolina del Norte de EE. UU., conjuntamente con la Universidad de San Juan de la República Argentina, para efectuar las evaluaciones sísmicas correspondientes.
- ❑ Universidad de La Matanza, para desarrollar un código que permita acceder electrónicamente a toda la documentación de interés regulatorio.
- ❑ Universidad Austral (Facultad de Ingeniería) a los efectos de hacer la planificación y el control de gestión del proceso de licenciamiento de Atucha II.
- ❑ INVAP S.E., para el desarrollo de códigos neutrónicos.
- ❑ Laboratorio Nacional Sandia de EE. UU., para la revisión de los análisis probabilísticos de seguridad Niveles 2 y 3 de Atucha II, formación de personal de ARN y cálculos independientes.
- ❑ Laboratorio Nacional Oak-Ridge de EE. UU., para la evaluación de vida del Recipiente de Presión de la CNA I.

---

## CAREM

---

La construcción y puesta en marcha del Prototipo de Reactor CAREM fue declarada de Interés Nacional por Decreto N° 1107 del 24 de agosto de 2006 y por la Ley N° 26.566 del 25 de noviembre de 2009.

La CNEA presentó la siguiente documentación técnica para evaluación por parte de la ARN:

- ❑ Informe Preliminar de Seguridad del prototipo de reactor CAREM.
- ❑ Informe de la evaluación del Análisis Probabilístico de Seguridad.
- ❑ Informe acerca del contenido del Estudio de Impacto Ambiental requerido por Ley N° 25.675.

Se comenzó la elaboración de un instructivo para el licenciamiento del Reactor CAREM como un nuevo prototipo de reactor nuclear, teniendo en cuenta las características innovadoras de su diseño.

---

### Complejo Tecnológico Pilcaniyeu

---

En el marco de la reactivación del plan nuclear argentino, la Comisión Nacional de Energía Atómica informó a la ARN su intención de reanudar las actividades de enriquecimiento por difusión gaseosa en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu. Para ello, se prevé avanzar durante el año 2010 en el reacondicionamiento del laboratorio Mock Up, de la Planta de Enriquecimiento de Pilcaniyeu, el que se espera poner en funcionamiento durante 2011.

Este proceso básicamente consistirá en el reemplazo de equipos obsoletos, reacondicionamiento de válvulas, cañerías e intercambiadores de calor, desarrollo e implementación de lógicas de control modernas y diseño de una nueva estación de alimentación y retirada. Todas estas modificaciones se efectuarán poniendo énfasis en la preservación del medio ambiente y en los aspectos de seguridad.

En consonancia con esta decisión, durante 2009, la CNEA ha iniciado el reestablecimiento de los servicios generales de dicho complejo tecnológico, dotando al mismo con una infraestructura adecuada para reiniciar las actividades de enriquecimiento isotópico de uranio.

Por otra parte, la ARN licenció el laboratorio y al personal de la empresa INVAP S.E. que implementó un proceso de conversión vía seca que permite transformar el Hexafluoruro de Uranio en Dióxido de Uranio con calidad adecuada para la fabricación de pastillas de elementos combustibles. Este laboratorio recibió el material nuclear en marzo de 2009 y la ARN fiscalizó su operación desde el inicio de la misma.

### Sistema de emergencias

Con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la Ley N° 24.804 y su decreto reglamentario, la ARN ha creado el Sistema de Intervención en Emergencias

Nucleares (SIEN), que complementa al preexistente Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas (SIER).

En el cuadro siguiente se resumen las características principales de los sistemas de intervención de la ARN:

Sistema	Objetivo
SIEN Sistema de Intervención en Emergencias Nucleares	Emergencias originadas por accidentes en centrales nucleares con consecuencias en el exterior de la instalación. Interviene en las etapas de preparación, entrenamiento e intervención para emergencias. Sistema de enlace con la Dirección Nacional de Protección Civil.
SIER Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas	Emergencias radiológicas en instalaciones y prácticas menores o que involucren a la población. Emergencias radiológicas no previstas en áreas públicas. Asesoramiento a autoridades públicas y usuarios.

La ARN, a través del SIEN, convoca a la Dirección Nacional de Protección Civil, en base al Plan Nacional de Emergencias Radiológicas y Nucleares en la segunda fase de una emergencia nuclear. En caso de accidente de origen nuclear o radiológico de gran magnitud, la ARN debe comunicar la situación y mantener informadas a las instancias gubernamentales que correspondan como así también a organismos internacionales o países extranjeros afectados. En el Centro de Control de Emergencias de la ARN actúan Grupos de Evaluación, de Comunicación, de Difusión y de Radiopatología.

La organización de la respuesta médica en casos de accidentes con radiación, contempla tres niveles de acción:

El Nivel 1, conformado por los servicios médicos de las instalaciones relevantes. El Nivel 2, conformado por los hospitales generales regionales con influencia en la zona de las instalaciones relevantes. El Nivel 3, conformado por Centros de referencia de alta complejidad. Para dicho nivel se han firmado e implementado convenios con el Hospital de Quemados y con el Hospital Naval "Pedro Mallo".

En todos los niveles, la ARN trabaja en la conformación de grupos de profesionales con conocimiento sobre los efectos de las radiaciones ionizantes en el hombre y las técnicas de evaluación y tratamiento de personas sobreexpuestas.

### Preparación para la emergencia

En el marco de cumplimiento de la Ley de la Actividad Nuclear, la ARN tiene la responsabilidad de preparar a la población y a las organizaciones e instituciones identificadas para participar durante la respuesta a una emergencia nuclear o

radiológica. En este sentido, durante el año 2009, se realizaron las siguientes tareas:

- ❑ Jornadas sobre identificación, manejo de equipamiento y señalización y acciones en situaciones de emergencia para el personal de la Policía Aeroportuaria y Personal de Aduana de Ezeiza en junio y durante el Curso sobre Tráfico Ilícito en la Aduana de Dock Sud en agosto, y al personal del Edificio Centinela de Gendarmería Nacional en Julio.
- ❑ Participación en los ejercicios de mesa y simulacros de Manejo de Sustancias Peligrosas organizados por la Defensa Civil del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, el 5 y 6 de marzo de 2009.
- ❑ Organización e implementación junto al Ministerio de Salud de Córdoba de las Jornadas de Capacitación en Respuesta en Emergencias Radiológicas y Nucleares, ciudad de Córdoba, del 11 al 13 de junio de 2009.
- ❑ Jornadas de Actualización en Respuesta Médica en emergencias Radiológicas y Nucleares para los respondedores en salud en el marco del Simulacro Externo de la CNA I.
- ❑ Dictado del módulo “Toxicología de las Radiaciones Ionizantes” en la Cátedra de Toxicología de la Facultad de Medicina de la UBA, para alumnos de grado en el mes de agosto y para la carrera de especialista en el mes de octubre.
- ❑ Evaluación de un paciente sobreexpuesto proveniente de El Salvador enviado por el OIEA en el marco del Convenio de Asistencia en caso de accidente radiológico, durante el mes de setiembre.
- ❑ Disertación de la conferencia “Síndrome Cutánea Radioinducido y respuesta médica en emergencias” en el Congreso Argentino de Quemaduras del 23 al 26 de setiembre de 2009.
- ❑ Conferencia en la 4º Jornada de Protección Radiológica del Paciente y en el Congreso Anual de la Sociedad Argentina de Radiología durante el mes de setiembre.
- ❑ Participación en el 5º Curso de Gestión en Medicina de Desastres del SAME y la Universidad de San Martín en el dictado del módulo Emergencias Radiológicas y Nucleares, durante setiembre.
- ❑ Asesoramiento médico para la evaluación de un paciente sobreexpuesto en el accidente con fuente de gammagrafía en Ecuador, durante el mes de abril.
- ❑ Jornadas de capacitación para alumnos del último curso de Ciencias Naturales del Instituto Fragueiro de Embalse, para la toma y análisis de muestras en los laboratorios de la ARN en el CAE, en noviembre.
- ❑ Participación en la II Jornada Provincial de Emergencia realizada en la ciudad de San Martín, Provincia de Buenos Aires en diciembre.
- ❑ Jornadas de capacitación y reentrenamiento para el Personal del Ciclotrón del CAE, en diciembre.

- ▣ Participación en las reuniones mensuales como miembros del Grupo de Monitoreo y Coordinación de Emergencias y Desastres (GRUMON) de la Dirección Nacional de Protección Civil, Ministerio del Interior.
- ▣ Disertación de la Conferencia Sistemas de Respuestas de la ARN en caso de Emergencias Radiológicas y Nucleares en la embajada Británica en Buenos Aires para representantes de los gobiernos de Gran Bretaña, Canadá, Sudáfrica y Estados Unidos.

En el orden internacional se participó de los siguientes eventos:

- ▣ Disertación de la conferencia “Repuesta en Emergencias Radiológicas y Nucleares en Argentina y Latinoamérica” en la 18<sup>th</sup> Nuclear Medical Defense Conference and EU-MASH-Symposium del 11 y 12 de febrero de 2009 en Munich, Alemania.
- ▣ Realización del Workshop en Emergencias Radiológicas patrocinado por la OPS-OIEA con la participación de autoridades en salud y emergencias de Argentina y países de la región, del 28 al 30 de abril para elaborar la guía en español, curso de capacitación y simulacro en emergencias radiológicas, para ser implementado en países de la región.
- ▣ Participación en el “Workshop on implementation of RANET capabilities in medical response to radiation emergencies” del 12 al 16 de octubre de 2009 - Viena, Austria.
- ▣ Participación como conferencistas invitados en el Treinamento Anual Avançado das Ações de Resposta da Área de Saúde nos Acidentes Radiológicos e Nucleares, del 6 al 10 de noviembre de 2009 en la Central Nuclear de Angra dos Reis.
- ▣ Participación como asesores técnicos en la Guía para la Respuesta en Emergencias radiológicas con víctimas de la Organización Panamericana de la Salud.
- ▣ Participación en el curso de entrenamiento anual de CONUAR con el módulo “Respuesta en Emergencias Radiológicas” el 26 de noviembre de 2009.
- ▣ Disertación sobre la recuperación de una fuente radiactiva en Neuquén en el Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares en junio.
- ▣ Participación como observadores al Ejercicio 2009 de la Central Nuclear Angra de Brasil en octubre.
- ▣ Participación como observadores en el Ejercicio de manejo de Emergencias a escala completa EMPIRE-09 en Albany, Estados Unidos, durante junio de 2009. El ejercicio fue diseñado para verificar las capacidades de respuesta técnica en un ambiente urbano, frente a un evento radiológico mayor.
- ▣ Participación en el Curso Regional de Capacitación sobre la Aplicación de los Requerimientos (GS-R-2) en Caracas, Venezuela, en noviembre.

- ▣ Participación en el Grupo de Trabajo sobre Desarrollo Sustentable en el Largo Plazo de los Programas de Preparación y Respuesta ante Emergencias Radiológicas (WG-EPR) en el marco del Plan de Acción Internacional para el Fortalecimiento de los Sistemas Internacionales de Preparación y Respuesta ante Emergencias Radiológicas y Nucleares del OIEA (GOB/2004/40, C(48)/RES/10).
- ▣ Participación en la reunión sobre lineamientos técnicos para el Sistema RANET (Response Assistance Network) en el área de Biodosimetría (RANET Technical Meeting on Guidelines for National Assistance Capabilities), IAEA, Viena, Austria del 13 al 17 de julio de 2009.
- ▣ Participación en la reunión para la revisión del Manual sobre Aplicación de la Biodosimetría en Emergencias Radiológicas, IAEA, Viena, Austria del 2 al 6 de noviembre de 2009.
- ▣ Participación en el Quinto Encuentro de Representantes de Autoridades Nacionales Competentes en el marco de las Convenciones de Pronta Notificación y Asistencia en caso de Accidentes Radiológicos y Nucleares.

Se desarrolló el Ejercicio de Aplicación N° 28 del Plan de Emergencia de la Central Nuclear Atucha I (Simulacro CNA I 2009) de acuerdo a lo establecido en la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (N° 24.804), en su Decreto Reglamentario (N° 1390/98) y en la Convención Internacional sobre Seguridad Nuclear (aprobada por Ley N° 24.776). El simulacro se desarrolló en las localidades de Lima y Zárate, Provincia de Buenos Aires, el día 17 de setiembre de 2009.

En este marco, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) debe aprobar los planes de contingencia para el caso de accidentes nucleares. Estos planes involucran a la central, a la población de los alrededores de la central nuclear y a las organizaciones, siendo la ARN la responsable de conducir y coordinar las acciones durante la respuesta.

El Simulacro CNA I 2009 incluyó, como elemento relevante, la participación de los pobladores en los alrededores de la CNA I aplicando las acciones de protección correspondientes. En el Simulacro CNA I 2009 participaron alrededor de 40 instituciones diferentes, se acreditaron 150 personas entre observadores externos y periodistas. En los distintos escenarios intervinieron más de 330 personas, en calidad de actores y facilitadores-evaluadores. Respecto de la participación del público, 1000 alumnos de las distintas escuelas involucradas practicaron la evacuación temprana o la puesta a cubierto y profilaxis con yodo estable. Por otra parte, en la primera fase del reparto de pastillas de yodo estable, estas fueron recibidas en mano por más del 80% de la población de Lima, que es de más de 10 000 habitantes. Asimismo, considerando los llamados realizados a las radios FM locales y otros medios, puede inferirse una gran participación y un gran impacto en los pobladores de Lima.

Las principales organizaciones involucradas en la respuesta ante emergencias nucleares que participaron del simulacro en forma activa fueron: Defensa Civil Municipal de Zárate, Central Nuclear Atucha, Escuadrón Atucha de la Gendarmería Nacional, Policía de la Provincia de Buenos Aires, Bomberos Voluntarios de Lima y Zárate, Compañía QBN del Batallón de Ingenieros 601 y Compañía de Obtención Aérea del Ejército Argentino, Prefectura Naval Argentina, Base Naval Zárate de la Armada Argentina, medios locales de difusión e instituciones educativas, Defensa Civil Provincial y Nacional y el Servicio Meteorológico Nacional.

El Ejercicio tuvo los siguientes objetivos:

- ▣ Verificar la adecuada implementación de los controles de accesos terrestre y fluvial a cargo de las organizaciones designadas.
- ▣ Verificar la adecuada implementación de la evacuación dentro de los 3 km, el reparto de pastillas de yodo y la provisión de la información correspondiente a los pobladores.
- ▣ Verificar la capacidad para evacuar a los alumnos de las escuelas por parte de la CNA I.
- ▣ Comprobar la aptitud del personal de respuesta para interactuar con el personal docente y los alumnos, y para manejar situaciones imprevistas durante la evacuación.
- ▣ Verificar la adecuada implementación del reparto de pastillas de yodo y la puesta a cubierto de la población.
- ▣ Verificar la implementación de la medida de protección en las escuelas y el grado de conformidad por parte de los alumnos.
- ▣ Verificar la aplicación de las medidas automáticas de protección consignadas por el Comité Interno de Control de Emergencia (CICE).
- ▣ Verificar la actuación del Centro Operativo de Emergencia Municipal (COEM) para dirigir la respuesta durante la emergencia y aplicar las medidas necesarias, incluyendo: la verificación del estado de la planta, la emisión de los comunicados para alertar a la población, la realización de las evaluaciones radiológicas, la recepción de las acciones llevadas a cabo por las organizaciones y su coordinación, las disposiciones de protección radiológica para el personal de respuesta, la provisión de información para el público en general a través de los medios de difusión e información al CCE-ARN del estado de situación.
- ▣ Verificar la capacidad de gestión de evacuados por parte de los organismos designados para esta tarea. En particular: recepción, registro, asistencia social, atención sanitaria y de información.
- ▣ Comprobar la capacidad para mantener operativos a una o varias de las radios en caso de falla de suministro eléctrico.



- ❑ Evaluar la capacidad para descontaminar vehículos y personas y verificar la interacción y colaboración entre las distintas organizaciones que realizan dichas tareas.
- ❑ Verificar la capacidad del servicio médico de la CNA I para brindar los primeros auxilios a personal de la central injuriado y contaminado, incluyendo su derivación cuando sea pertinente.
- ❑ Caracterizar la nube radiactiva y verificar la implementación de las medidas de protección.
- ❑ Comprobar la capacidad de los grupos de monitoreo ambiental de la ARN y la CNA I para realizar mediciones en una situación de emergencia.
- ❑ Evaluar la capacidad para suministrar la información obtenida al COEM, en tiempo y forma.
- ❑ Ejercitar la capacidad del Centro de Información al Público (CIP) para informar de manera eficaz a los medios de difusión en una emergencia nuclear.
- ❑ Identificar las oportunidades de mejora del Sector Prensa y Comunicación de la ARN para interactuar con los periodistas de los distintos medios acreditados.
- ❑ Determinar la capacidad medición de la contaminación del público y/o vehículos antes de abandonar la zona de emergencia.
- ❑ Brindar capacitación a la población sobre la aplicación de las medidas de protección.
- ❑ El resultado del Simulacro CNA I 2009 fue altamente positivo debido a que se pudo verificar la correcta implementación de las medidas de protección a la población y fue posible extraer oportunidades de mejora para perfeccionar la preparación y respuesta ante emergencias nucleares.

### Intervenciones del SIER

El Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas (SIER) fue requerido durante el 2009 en las siguientes oportunidades:

- ❑ Pérdida de control de una fuente de cesio 137 de perfilaje de pozos de BAKER ATLAS, recuperada y colocada en su contenedor el 13 de enero en la localidad de Rincón de los Sauces, Neuquén.
- ❑ Robo en la Base Neuquén de la empresa BAKER ATLAS de un contenedor con fuente radiactiva de cesio 137 el 19 de febrero. Al día siguiente la fuente fue recuperada por personal del SIER de la ARN, mediante el uso de equipamiento de alta sensibilidad, y devuelta al bunker de la empresa.
- ❑ Asalto y robo de un camión de la empresa BACON S.A. el 2 de marzo con un generador de molibdeno-tecnecio.
- ❑ Detección con equipamiento de alta sensibilidad de varios generadores de tecnecio 99m vacíos abandonados cerca del CAE, con residuos del

radioisótopo en cuestión. Se identificaron como pertenecientes a la empresa Tecnonuclear y uno de sus choferes era el responsable de haber arrojado dichos embalajes luego de haber sustraído el blindaje de plomo para venderlo.

- ▣ Robo y recuperación de un vehículo con un equipo de gammagrafía industrial, de la empresa ENOD S.R.L. el 16 de mayo. Se le solicitó al responsable que efectuara la correspondiente denuncia policial.
- ▣ Detección de NORM (residuos de material radiactivo natural) en rezagos de una empresa petrolera el 7 de julio en la empresa AcerBrag S.A. de Bragado, Provincia de Buenos Aires, al pasar un camión con chatarra a través del portal para detección de material radiactivo.
- ▣ Robo de varios bultos con material radiactivo con destino a distintos lugares del interior del país perteneciente a la empresa Laboratorios BACON S.A.I.C. el 3 de agosto. (yodo 131: 200 mCi, galio 67: 3,3 mCi, yodo 131: 150 mCi). La empresa realizó la correspondiente denuncia policial solicitada por la ARN y el SIER notificó de la situación a la Brigada de Riesgos Especiales de Policía Federal, ante la posibilidad de que el material en cuestión apareciera abandonado en la vía pública.
- ▣ Robo de un bulto con material radiactivo perteneciente a la empresa Laboratorios BACON S.A.I.C. el 9 de diciembre conteniendo 20 mCi de yodo 131. La empresa realizó la correspondiente denuncia policial solicitada por la ARN y el SIER notificó de la situación a la Brigada de Riesgos Especiales de Policía Federal, como medida preventiva en caso de identificación del mismo.

## Vigilancia radiológica ocupacional

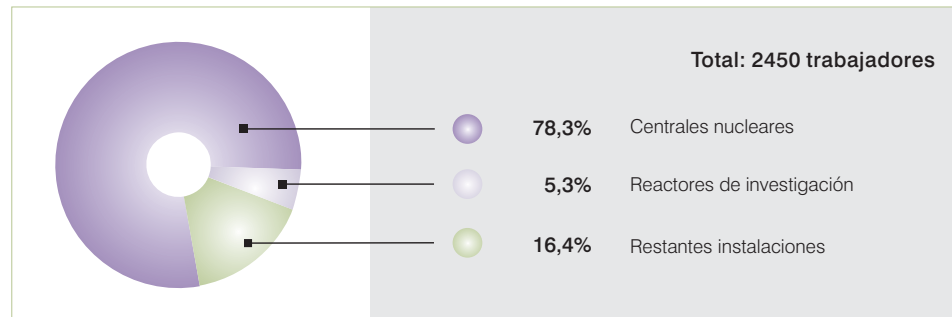
### Dosis ocupacionales

En esta sección se muestran los resultados de la evaluación de las dosis recibidas por los trabajadores de instalaciones relevantes y, en particular, de las centrales nucleares Atucha I y Embalse durante el año 2009. Se presenta el análisis de las distribuciones de dosis individuales y de las dosis colectivas correspondientes.

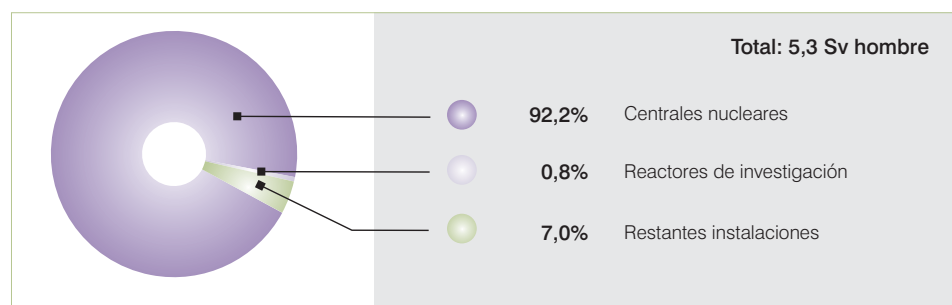
Las dosis, informadas por las instalaciones, corresponden a mediciones individuales de exposición a la radiación externa realizadas con dosímetros termoluminiscentes; y estimaciones de dosis debidas a contaminación interna, a partir del análisis de muestras de orina y con mediciones realizadas en contador de cuerpo entero. Las dosis menores que el límite de detección: 0,01 mSv, fueron consideradas cero.

Las **Figuras 1 y 2** muestran la contribución de las centrales nucleares al número total de trabajadores de instalaciones relevantes y a la dosis colectiva anual total. Estas contribuciones alcanzan el 78% y el 92%, respectivamente.

**Figura 1.**  
Distribución de  
trabajadores  
controlados  
en instalaciones  
relevantes

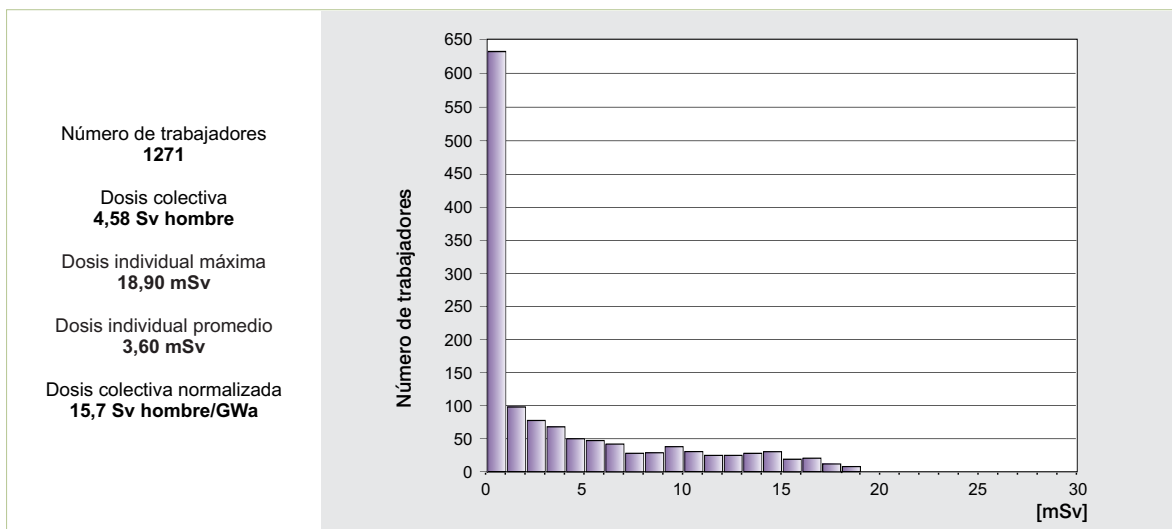


**Figura 2.**  
Distribución de  
la dosis colectiva  
anual en  
instalaciones  
relevantes



La **Figura 3** presenta la distribución de dosis individuales recibidas por los trabajadores de la central nuclear Atucha I durante 2009. En la misma puede observarse que todos los trabajadores recibieron una dosis individual menor que 19 mSv, y el 50% de ellos recibió una dosis individual anual menor que 2 mSv.

**Figura 3. Central Nuclear Atucha I - Distribución de dosis individuales**

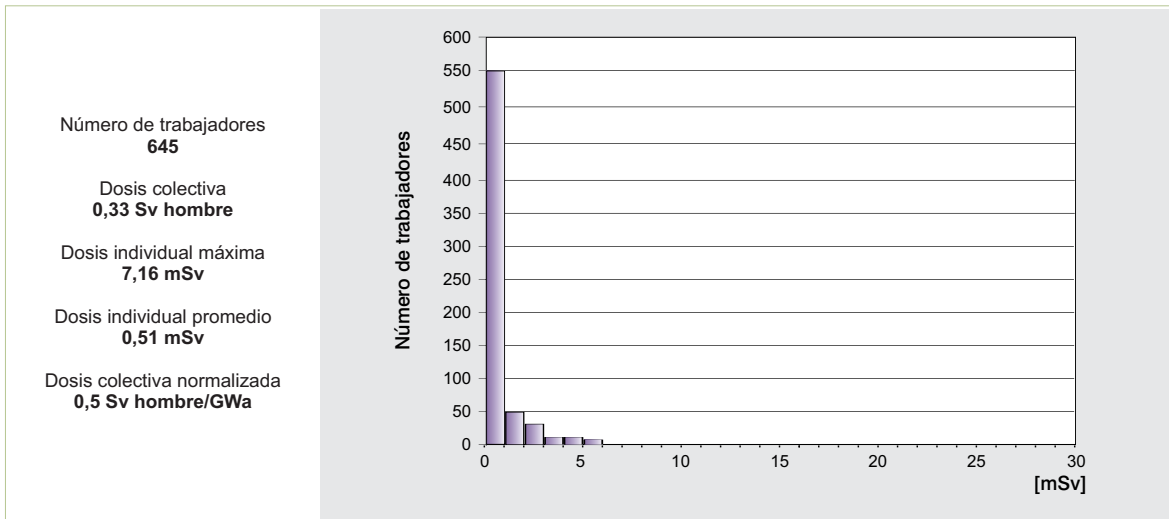


Durante 2009 la CNA I efectuó una parada programada para mantenimiento preventivo y correctivo de 7 semanas de duración. En el desarrollo de las tareas

de la parada se recibió el 68% de la dosis colectiva anual total. Las tareas que más contribuyeron a esa dosis colectiva fueron las inspecciones en servicio (ISI) y en los generadores de vapor.

En la **Figura 4** se presenta la distribución de dosis individuales de los trabajadores de la CNE correspondiente a 2009. De la misma surge que ningún trabajador recibió una dosis individual anual superior a 8 mSv. El 50% de ellos recibió una dosis individual anual menor que 1 mSv.

**Figura 4. Central Nuclear Embalse - Distribución de dosis individuales**



En el año 2009 la CNE no efectuó parada programada para mantenimiento.

Con respecto a las dosis individuales acumuladas en el quinquenio (2005/2009), contabilizando las dosis recibidas en todas las instalaciones, todos los trabajadores recibieron menos de 20 mSv promedio anual.

En la tabla siguiente se presentan los parámetros correspondientes a las dosis colectivas y a las dosis colectivas normalizadas.

	Dosis colectiva Sv hombre	Dosis colectiva normalizada Sv hombre/GWa	Dosis colectiva debida a tritio %	Energía bruta generada GWa
Central Nuclear Atucha I	4,58	15,7	17	0,292
Central Nuclear Embalse	0,33	0,5	31	0,640

Los parámetros correspondientes a las distribuciones de dosis individuales para ambas centrales se presentan en el siguiente cuadro.

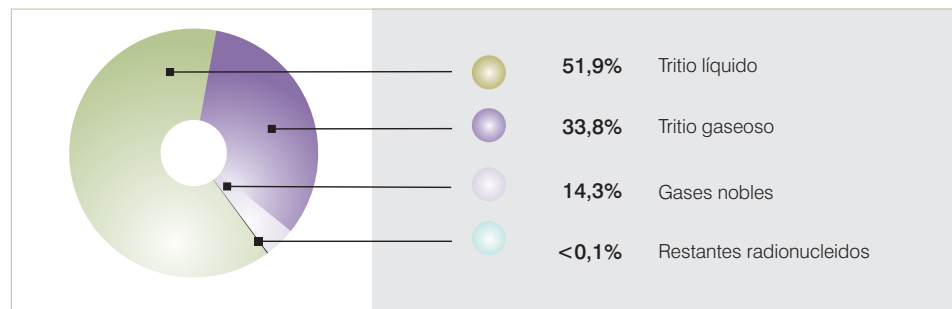
	Dosis promedio mSv	Dosis individual máxima mSv	Número de trabajadores
Central Nuclear Atucha I	3,6	18,90	1271
Central Nuclear Embalse	0,5	7,16	645

## Descargas de material radiactivo al ambiente

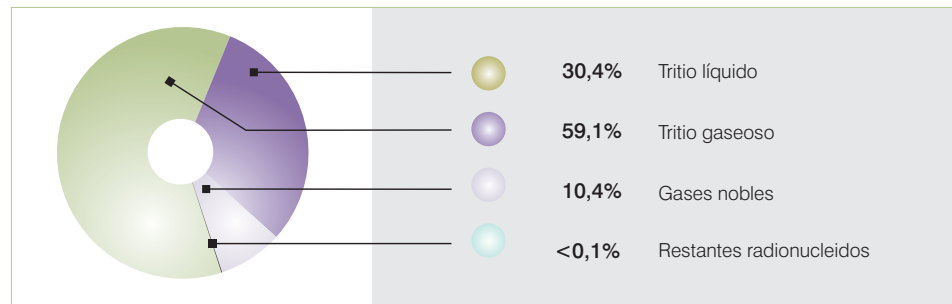
En esta sección se presentan los valores correspondientes a la descarga controlada de efluentes radiactivos al ambiente durante la operación de las centrales nucleares en el año 2009.

Las **Figuras 5 y 6** muestran la composición de las descargas de efluentes radiactivos gaseosos y líquidos al ambiente para la CNA I y CNE, respectivamente. En las mismas se observa la importante contribución del tritio a las descargas totales, de acuerdo a las características de estas centrales nucleares, la cual representó el 86% para la CNA I y 90% para la CNE.

**Figura 5. CNA I**  
Composición  
de las descargas  
al ambiente



**Figura 6. CNE**  
Composición  
de las descargas  
al ambiente

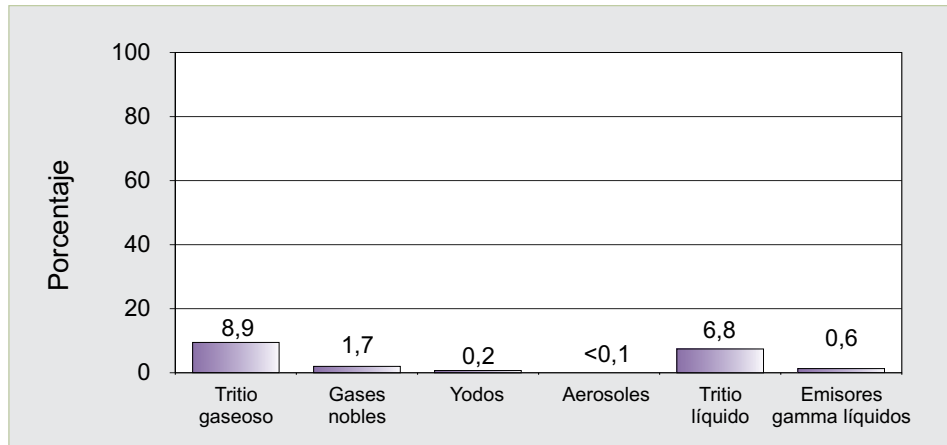


La ARN, adoptando un criterio conservativo, ha fijado para las restricciones anuales de descarga de efluentes radiactivos al ambiente, valores que corresponden a una dosis en el grupo crítico menor que la restricción de dosis establecida para diseño en la normativa argentina, en 0,3 mSv.

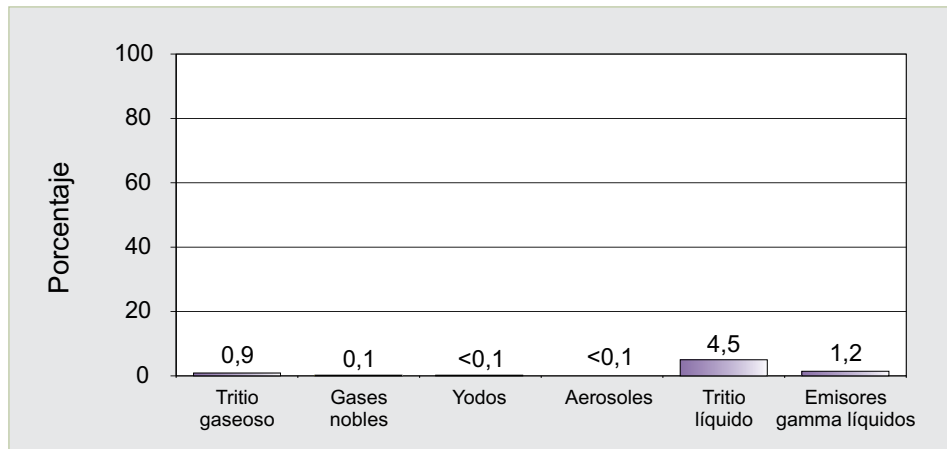
En el año 2004 se actualizaron las restricciones anuales de descarga para la CNA I debido a que se actualizaron parámetros en los modelos correspondientes.

Las **Figuras 7 y 8** muestran la fracción de la restricción anual que descargaron al ambiente las centrales nucleares durante 2009, para los distintos radionucleidos.

**Figura 7. CNA I**  
Descargas al ambiente.  
Porcentaje de la restricción anual



**Figura 8. CNE**  
Descargas al ambiente.  
Porcentaje de la restricción anual

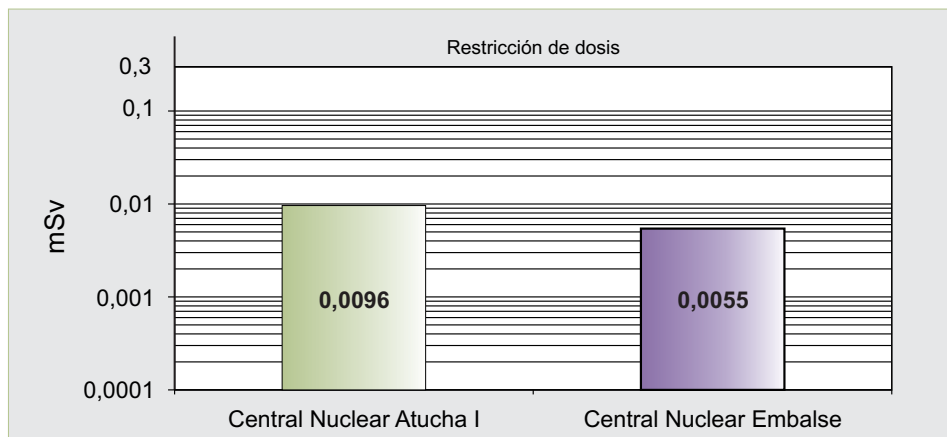


## Dosis en la población

### Dosis en el grupo crítico

La **Figura 9** muestra las dosis promedio individual en los grupos críticos correspondientes a la CNA I y a la CNE. En la misma puede observarse que estas dosis están muy por debajo de la restricción de dosis para diseño, para una instalación en particular fijada en 0,3 mSv. Las dosis representaron menos del 4% de dicha restricción de dosis.

**Figura 9.**  
Centrales Nucleares.  
Dosis en el grupo crítico



Las dosis promedio individual en el grupo crítico de cada central nuclear fueron determinadas a partir de las descargas al ambiente, medidas por las instalaciones, y la aplicación de los modelos de transferencia ambiental recomendados a nivel internacional. En el año 2009 se realizó una actualización de modelos y parámetros, según el estado del arte a nivel internacional.

#### Dosis colectiva

La siguiente tabla muestra los valores de dosis colectiva regional -hasta 2000 km-normalizada con la energía generada, para las centrales nucleares Atucha I y Embalse.

	Descargas gaseosas Sv hombre/GWa	Descargas líquidas Sv hombre/GWa	Descargas totales Sv hombre/GWa
Central Nuclear Atucha I	0,51	0,93	1,4
Central Nuclear Embalse	0,02	0,15	0,2

La dosis colectiva global normalizada con la energía generada, debido a las descargas de tritio, resultaron 1,6 Sv hombre y 0,2 Sv hombre por GW año para la CNA I y la CNE, respectivamente.

### Vigilancia radiológica ambiental

La Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) realiza el monitoreo radiológico ambiental en los alrededores de las distintas instalaciones radiactivas y nucleares del país. Se efectúan mediciones de concentración de actividad en diferentes matrices ambientales cuyos resultados se comparan con los valores establecidos en recomendaciones y normas nacionales e internacionales, como así también con los valores obtenidos de los modelos ambientales aplicados por la ARN para el control de la protección radiológica de la población. Resulta dable destacar que el monitoreo radiológico ambiental realizado, se lleva a cabo en forma totalmente independiente del que realizan las distintas instalaciones. Adicionalmente, esta tarea permite responder a inquietudes de la opinión pública sobre el tema.



Las instalaciones, alrededor de las cuales la ARN ha efectuado monitoreos radiológicos ambientales durante el año 2009 son: las centrales nucleares de NA-SA: Atucha I (Provincia de Buenos Aires) y Embalse (Provincia de Córdoba); el Centro Atómico Ezeiza (Provincia de Buenos Aires); el Centro Atómico Bariloche y el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (ambos en la Provincia de Río Negro), la Planta de Conversión de Dióxido de Uranio de DIOXITEK y la Regional Centro de la CNEA, (ambas en la Ciudad de Córdoba); el Complejo Minero Fabril San Rafael y el Ex Complejo Minero Fabril Malargüe (ambos en la Provincia de Mendoza), los Ex Complejos Minero Fabriles Los Gigantes (Provincia de Córdoba), La Estela (Provincia de San Luis), Tonco (Provincia de Salta), Pichiñán (Provincia de Chubut) y Los Colorados (Provincia de La Rioja); ver **Figura 10**.

**Figura 10.**  
Instalaciones bajo control ambiental

Se efectuó, además, el monitoreo radiológico ambiental en áreas no relacionadas con las instalaciones radiactivas y nucleares, con el objeto de determinar la contribución de fuentes radiactivas artificiales (fallout) en las muestras ambientales.

Asimismo, la ARN lleva a cabo un plan de medición de gas radón en el interior de viviendas de la República Argentina

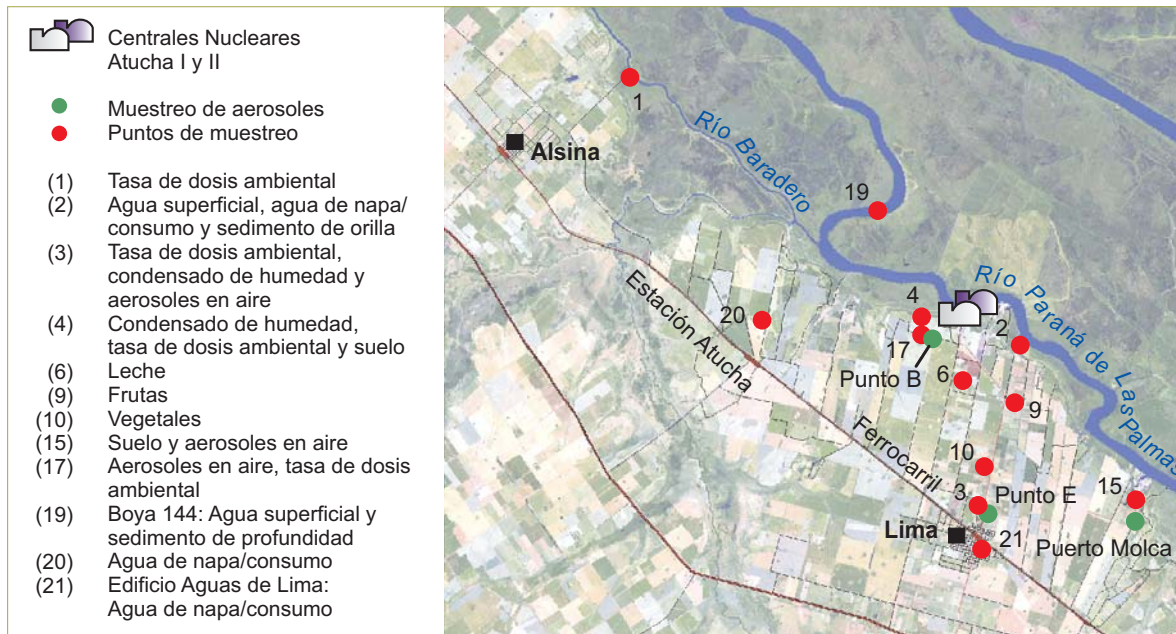
### Central Nuclear Atucha I (CNA I)

La Central Nuclear Atucha I está ubicada sobre el río Paraná de las Palmas, a 7 km de la ciudad de Lima, en el partido de Zárate, Provincia de Buenos Aires. En la



**Figura 11** se presenta la ubicación de los puntos de muestreo radiológico ambiental en los alrededores de la CNA I.

**Figura 11. Central Nuclear Atucha (Provincia de Buenos Aires)**



Se tomaron muestras representativas de los diferentes compartimentos de la matriz ambiental de transferencia de radionucleidos. Para evaluar el impacto ambiental de las descargas líquidas, se tomaron y analizaron muestras de los distintos cuerpos de agua, sedimentos y peces. Adicionalmente, se realizó el monitoreo del agua de consumo humano extraída de pozos cercanos a la central.

Para evaluar el impacto ambiental de las descargas a la atmósfera, se tomaron y analizaron muestras de aire, suelo y de alimentos producidos en la zona, tales como leche y vegetales. Además, se realizó la medición de tasa de dosis ambiental. También se determinaron los niveles de tritio en muestras de condensado de humedad. Los equipos condensadores están ubicados, uno a 7,4 km de la CNA I en el Centro de Capacitación Melillo y el otro a 1 km en dirección oeste de la CNA I (ver los puntos 3 y 4 en la figura 11). Ambas estaciones cuentan con equipos marca Ering, que tienen una capacidad de recolección de 5 litros cada 24 horas para 50% de humedad y 20°C de temperatura.

Se tomaron muestras de agua de río, sedimentos en profundidad y en la orilla en el Club de Pesca Lima, ubicado en la margen oeste del río Paraná de las Palmas, unos 3 km aguas abajo de la central (ver punto 2 en la figura 11).

En la boya 144, ubicada aproximadamente 5,1 km aguas arriba de la central, como punto de muestreo blanco o background, se tomaron muestras de agua de río, sedimentos en profundidad y en la orilla (ver punto 19 en figura 11).

La frecuencia de muestreo es mensual para agua de río y semestral para sedimentos de fondo y de orilla.

Las muestras de agua de napa fueron tomadas en una escuela, ubicada a 7,1 km de la CNA I, siendo este punto un punto blanco o de background. Asimismo, se tomaron muestras en el Club de Pesca de Lima y muestras de agua de consumo humano de la zona.

Sobre las muestras de agua de río, agua de napa y agua de consumo se realizaron determinaciones de tritio con frecuencia mensual, determinaciones de cesio 137, cobalto 60 y estroncio 90 sobre pooles trimestrales. La determinación de alfa – beta total se realizó con una frecuencia trimestral.

En las mismas zonas donde se tomaron muestras de agua de río, se tomaron también muestras de peces con una frecuencia semestral.

Las muestras de leche fueron recolectadas semanalmente, en zonas de pastoreo ubicadas dentro de un radio de 5 km de la central (ver punto 6, en figura 11), determinándose yodo 131 en una muestra mensual, y cesio 137, cobalto 60 y estroncio 90 sobre pooles trimestrales.

Con respecto al monitoreaje de alimentos, se seleccionaron los cultivos más próximos a la central y se obtuvieron muestras de algunos productos de quintas (ver los puntos 9 y 10 en figura 11). Mensualmente se determinaron los niveles de tritio, y con una frecuencia semestral, sobre muestras composite se determinaron los niveles de radionucleidos emisores gamma y estroncio 90.

En cuanto a las muestras de aire se realizó un único muestreo en el año, integrado a lo largo de una semana, en tres puntos de muestreo (CNA3, 15 y 17) ubicados dentro de un radio de 10 km de la central (ver figura 11). Estos monitoreos se efectuaron en la modalidad de aerosoles totales “TSP” (Total Suspended Particulate Matter), donde la totalidad de los aerosoles presentes en el aire es recolectada en un filtro de muestreo. Los radionucleidos analizados fueron: cobalto 60, yodo 131, cesio 137, estroncio 90 y uranio natural. En el caso del uranio, éste se determina a fin de registrar los niveles que naturalmente existen en la zona.

La determinación de la concentración de cesio 137 y cobalto 60 en muestras correspondientes a leche, vegetales y peces, se realizó por espectrometría gamma mediante detectores de germanio hiperpuro, en condiciones geométricas normalizadas sobre comprimidos de cenizas de las muestras calcinadas. En el caso de las muestras de aire, el análisis de cobalto 60, yodo 131 y cesio 137 se realizó por la misma técnica, sobre filtros compactados, a una geometría normalizada a los detectores gamma utilizados. El análisis de uranio se realizó por espectrometría alfa.

La concentración de estroncio 90 fue determinada por una técnica que incluye la calcinación de la muestra, separación del itrio 90 en equilibrio, y medición por centelleo líquido de la radiación Cerenkov emitida.

La determinación de la concentración de yodo 131 en leche se llevó a cabo utilizando la técnica de medición por espectrometría gamma utilizando un detector de germanio hiperpuro.

En el caso de la determinación “Alfa/beta total” en aguas, las muestras fueron concentradas para bajar el límite de detección y medidas en un equipo de centelleo líquido; en el caso de que los resultados de alfa o beta total superaron los niveles de cribaje, se analizaron los radionucleidos individuales correspondientes.

Durante el año 2009 se tomaron en total 381 muestras en los diferentes puntos de muestreo, sobre las que se realizaron diversas determinaciones y análisis radioquímicos.

En las siguientes tablas se presenta la concentración de actividad en las diferentes muestras analizadas:

Concentración de actividad en agua del Río Paraná (Bq/l)						
aguas arriba CNA I - Boya 144 (punto CNA19)						
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	α total	β total
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,07	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
aguas abajo CNA I - Club de Pesca Lima (punto CNA2)						
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	α total	β total
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,07	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de río.

LD (tritio): 11,0 Bq/l

LD (cesio 137): 0,03 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,03 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,01 Bq/l

LD α total: 0,06 Bq/l

LD β total: 0,16 Bq/l

Zona de influencia CNA I: concentración de actividad en agua de consumo humano (Bq/l)						
Club de pesca Lima (punto CNA2)						
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	$\alpha$ total	$\beta$ total
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,09	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,13	0,25
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,13	0,21
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,09	0,17
punto CNA20						
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	$\alpha$ total	$\beta$ total
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,23	0,60
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,35	0,84
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,27	0,65
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,24	0,64
punto CNA21						
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	$\alpha$ total	$\beta$ total
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,17	0,34
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,18	0,41
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,13	0,36
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,15	0,40

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de consumo humano.

LD (tritio): 11,0 Bq/l

LD (cesio 137): 0,05 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,03 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,01 Bq/l

LD  $\beta$  total: 0,16 Bq/l

Concentración de actividad en peces del Río Paraná (Bq/kg)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD
2º semestre 09	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de peces.

LD (cesio 137): 0,01 Bq/kg

LD (cobalto 60): 0,03 Bq/kg

LD (estroncio 90): 0,05 Bq/kg

Zona de influencia CNA I: Tasa de dosis ambiental (nGy/h) (*)			
Alsina, junto a Río Baradero	Estación punto A	Estación punto B	Estación Centro Melillo
45,52	44,15	43,06	43,16

(\*) Período de muestreo: diciembre 2008 a setiembre 2009.

Concentración de actividad en sedimentos del Río Paraná (Bq/kg)				
aguas arriba CNA I - boya 144 (punto CNA19)				
período	cesio 137		cobalto 60	
	Orilla	Fondo	Orilla	Fondo
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD
2º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD
aguas abajo CNA I - Club de Pesca Lima (punto CNA2)				
período	cesio 137		cobalto 60	
	Orilla	Fondo	Orilla	Fondo
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD
2º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de sedimentos.

LD (cesio 137): 1,5 Bq/kg

LD (cobalto 60): 1,4 Bq/kg

Zona de influencia CNA I: Concentración de actividad en muestras de aerosoles totales en aire ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )					
Vientos arriba CNA I - Puerto Molca (punto CNA15)					
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	uranio (*)
7/12 al 15/12	<LD	<LD	<LD	<LD	8,77 (0,0004 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Vientos abajo CNA I - Punto B (punto CNA17)					
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	uranio (*)
7/12 al 15/12	<LD	<LD	<LD	<LD	2,15 (0,0001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Centro Melillo (punto CNA3)					
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	uranio (*)
7/12 al 15/12	<LD	<LD	<LD	<LD	4,76 (0,0002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 25 400  $\mu\text{Bq}/\mu\text{g}$ .

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de aerosoles totales en aire.

LD (yodo 131): 3,4  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cesio 137): 4,3  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cobalto 60): 4,3  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (estroncio 90): 23,6  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

Concentración de actividad en suelos (Bq/kg)					
Vientos arriba de la CNA Puerto Molca (punto CNA15)			Vientos abajo de la CNA Punto A (punto CNA4)		
período	cesio 137	cobalto 60	período	cesio 137	cobalto 60
1º semestre 09	1,4	<LD	1º semestre 09	1,7	<LD
2º semestre 09	2,0	<LD	2º semestre 09	1,5	1,5

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de suelo.

LD (cobalto 60): 1,1 Bq/kg

Concentración de actividad en muestras de condensado de humedad (Bq/m <sup>3</sup> )			
Estación Centro Melillo (punto CNA3)		Estación punto A (punto CNA4)	
período	tritio	período	tritio
enero 09	<LD	enero 09	5,20
febrero 09	0,30	febrero 09	7,22
marzo 09	0,36	marzo 09	8,93
abril 09	0,37	abril 09	3,29
mayo 09	0,48	mayo 09	3,95
junio 09	0,39	junio 09	2,40
julio 09	0,35	julio 09	2,75
agosto 09	0,24	agosto 09	19,94
setiembre 09	0,70	setiembre 09	22,01
octubre 09	0,14	octubre 09	17,80
noviembre 09	0,28	noviembre 09	14,90
diciembre 09	0,14	diciembre 09	9,95

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de condensado de humedad.

LD (tritio): 0,13 Bq/m<sup>3</sup>

Zona de influencia CNA I: concentración de actividad en vegetales (Bq/kg)								
período	Verduras de hoja				Verduras de raíz			
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD	14,5	<LD	<LD	<LD	NA
2º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	NA
período	Otras verduras				Frutas			
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD	NA	<LD	<LD	<LD	33,6
2º semestre 09	<LD	<LD	<LD	NA	<LD	<LD	0,1	33,2

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de vegetales y frutas.

LD (cesio 137): 0,01 Bq/kg

LD (cobalto 60): 0,03 Bq/kg

LD (estroncio 90): 0,05 Bq/kg

LD (tritio): 11,0 Bq/kg

NA = No aplica: Se mide tritio solo en verduras de hoja y frutas (especialmente, naranja y mandarina) ya que tienen mayor contenido de agua.

Zona de influencia CNA I: concentración de actividad en leche (Bq/l)					
Período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	uranio
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	24,0
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de leche.

LD (yodo 131): 0,3 Bq/l

LD (cesio 137): 0,03 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,02 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,11 Bq/l

LD (tritio): 9,0 Bq/l

## Conclusiones

Los resultados de las mediciones realizadas en las distintas muestras analizadas, indican que se detectó la presencia de tritio en muestras de condensado de humedad, alimentos y en una muestra puntual de agua de río. En todos los casos, los valores son insignificantes desde el punto de vista dosimétrico y son coherentes con los que se obtienen a través de modelos de dispersión en el ambiente.

En el caso de las muestras de agua, cabe señalar que todos los resultados analizados de alfa y beta total resultaron ser menores a los valores de screening establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (0,5 y 1,0 Bq/l, respectivamente), por lo tanto, no fue necesario realizar análisis adicionales de radionucleidos específicos.

Se ha detectado la presencia de trazas de estroncio 90 en algunas muestras de vegetales siendo los valores medidos compatibles con los niveles de fallout ambiental reportados por distintos países.

Los niveles de uranio natural medidos por espectrometría alfa en las muestras de aire son consistentes con los resultados reportados por la bibliografía internacional para sitios no relacionados con instalaciones nucleares (UNSCEAR 2000-2008).

Los niveles de cesio 137 detectados en suelos también son consistentes con los valores reportados por la bibliografía internacional y son atribuibles a las explosiones nucleares realizadas en el pasado.

El promedio de los niveles de tasa de dosis ambiental medido en la zona resultó igual a 44 nGy/h, el cual es consistente con el valor medio de 58 nGy/h informado por UNSCEAR (Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas) para sitios no influenciados por instalaciones nucleares.

Del análisis de todos los resultados de las mediciones de concentración de actividad en las distintas muestras analizadas correspondientes al monitoreo ambiental en los alrededores de la CNA I, se concluye que estos se corresponden con los obtenidos a través de los modelos de cálculo aplicados por la ARN para estimar la dosis en los individuos más expuestos, y son inferiores a los establecidos en la normativa vigente.

---

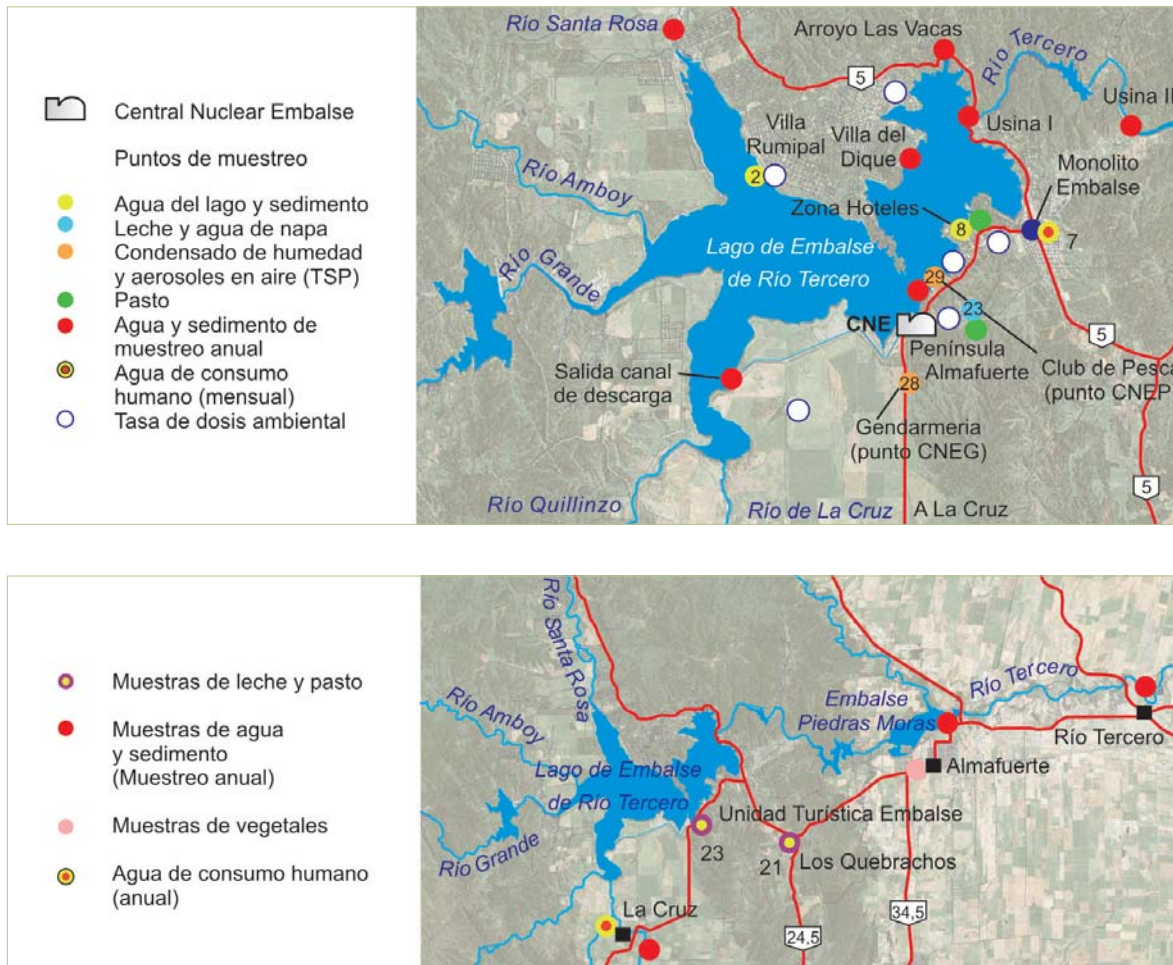
## Central Nuclear Embalse (CNE)

La Central Nuclear Embalse está ubicada sobre la margen este del Embalse Río Tercero, localizado en el centro-oeste de la provincia de Córdoba.

En la **Figura 12** se presenta la ubicación de los puntos de muestreo radiológico ambiental en los alrededores de la CNE.



Figura 12. Alrededores de la Central Nuclear Embalse (Provincia de Córdoba)



Como se mencionó en el caso de la CNA I, en los alrededores de la CNE se tomaron muestras representativas de los diferentes compartimentos de la matriz ambiental de transferencia de radionucleidos.

Para evaluar el impacto ambiental de las descargas líquidas, se tomaron y analizaron muestras de los distintos cuerpos de agua, sedimentos y peces. Adicionalmente, se realizó el monitoreo del agua de consumo humano extraída de la zona céntrica de la Ciudad de Embalse.

Para evaluar el impacto ambiental de las descargas a la atmósfera, se tomaron y analizaron muestras de aire y de alimentos producidos en la zona, tales como leche y vegetales. También se determinaron los niveles de tritio en muestras de condensado de humedad. Como indicador de depósito del material radiactivo, se recolectó pasto dentro del radio de 8 km de la CNE (ver puntos de muestreo en figura 12, mapa 1). Asimismo, se realizó la medición de tasa de dosis ambiental.

Las muestras de leche fueron obtenidas de tambos ubicados dentro de un radio de 8 km de la central nuclear (ver los puntos 21 y 23, mapa 1 y mapa 2), en forma semanal, determinándose yodo 131 en forma mensual, y cesio 137, cobalto 60 y estroncio 90, trimestralmente.



Las muestras de agua de consumo humano se tomaron con una frecuencia de muestreo mensual.

Las muestras de agua de napa fueron tomadas en una finca ubicada aproximadamente a 2 km de la CNE (figura 12, punto 23, mapa 1).

Mensualmente se ha determinado la concentración de tritio en muestras de agua de lago, agua de consumo humano y agua de napa, y trimestralmente se determinaron las concentraciones de cesio 137, cobalto 60 y estroncio 90 en pools trimestrales.

Las muestras de condensado de humedad fueron colectadas en dos estaciones de monitoreo. Una de las estaciones se encuentra ubicada en el Club Náutico Río Tercero, a una distancia de 1500 m en la dirección predominante de los vientos; y la otra en el escuadrón de Gendarmería, ubicada aproximadamente a 800 m en dirección SSO de la chimenea de descargas gaseosas (ver los puntos 28 y 29 en figura 12, mapa 1). Ambas estaciones son de características similares a las descritas para la CNA I.

Con respecto al monitoreo de alimentos, se obtuvieron muestras de una quinta donde fue posible obtener vegetales (ver figura 12, mapa 2). Las muestras fueron recolectadas con una frecuencia mensual, expresándose los resultados en forma semestral.

Las muestras de agua del lago y sedimentos fueron tomadas mensualmente en el punto correspondiente a la Unidad Turística Embalse (zona hoteles sociales), y en el balneario - camping de Villa Rumipal (ver los puntos 8 y 2 en figura 12, mapa1).

A su vez, se realiza con frecuencia anual, un muestreo de aguas y sedimentos de diferentes puntos del lago, incluyendo sus afluentes principales, y del río Tercero.

Las muestras de peces fueron tomadas del lago con una frecuencia mensual, expresándose los resultados como promedios semestrales.

En cuanto a las muestras de aire, se realizó un único muestreo anual, integrado a lo largo de una semana, en dos puntos (CNE28 y CNE29) ubicados dentro de un radio de 2 km de la central (ver figura 12, mapa 1). Estos monitoreos se efectuaron en la modalidad de aerosoles totales "TSP" (Total Suspended Particulate Matter), donde la totalidad de los aerosoles presentes en el aire es recolectada en un filtro de muestreo. Los radionucleidos analizados fueron: cobalto 60, yodo 131, cesio 137, estroncio 90 y uranio natural. Al igual que en el caso de la CNA I, el uranio se determina a fin de registrar los niveles que naturalmente existen en la zona.

La determinación de la concentración de cesio 137 y cobalto 60 en muestras correspondientes a alimentos, se realizó por espectrometría gamma, en condiciones geométricas normalizadas, sobre comprimidos de cenizas de las muestras semestrales calcinadas.

Las concentraciones de estroncio 90, uranio natural y de yodo 131 fueron determinadas de la misma forma que se describió en el caso de la CNA I.

Durante el año 2009 se recolectaron en total 298 muestras. Sobre las mismas se realizaron diversos tipos de análisis y determinaciones radioquímicas. Los valores de actividad medidos en las muestras mencionadas se pueden observar en las siguientes tablas:

<b>Concentración de actividad en agua del Embalse Río Tercero (Bq/l)</b>				
<b>Balneario/Camping de Villa Rumipal (punto CNE2)</b>				
<b>período</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>estroncio 90</b>
1º trimestre 09	312,0	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	361,0	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	522,0	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	392,0	<LD	<LD	<LD
<b>Zona hoteles sociales (punto CNE8)</b>				
<b>período</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>estroncio 90</b>
1º trimestre 09	327,0	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	301,0	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	391,0	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	436,0	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua del embalse.

LD (cesio 137): 0,07 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,03 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,01 Bq/l

<b>Zona de influencia CNE: concentración de actividad en agua de napa (Bq/l)</b>				
<b>Tambo (punto CNE23)</b>				
<b>período</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>estroncio 90</b>
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de napa.

LD (tritio): 11,0 Bq/l

LD (cesio 137): 0,04 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,02 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,01 Bq/l

<b>Zona de influencia CNE: Tasa de dosis ambiental (nGy/h) (*)</b>					
<b>La Aguada</b>	<b>Club Náutico</b>	<b>Hotel NA-SA</b>	<b>Fuerza Aérea</b>	<b>Villa Rumipal</b>	<b>Colonia Marina</b>
52,19	50,55	63,60	55,45	76,65	55,45

(\*) Período de muestreo: febrero a agosto de 2009.

Zona de influencia CNE: concentración de actividad en agua de consumo humano (Bq/l)				
Canilla plaza Ciudad de Embalse (Punto CNE7)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 09	333,0	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	297,0	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	380,0	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	441,0	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de consumo humano.

LD (cesio 137): 0,03 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,03 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,01 Bq/l

Concentración de actividad en sedimentos del Embalse Río Tercero (Bq/kg)					
Balneario/Camping de Villa Rumipal (punto CNE2)			Zona hoteles sociales (punto CNE8)		
período	cesio 137	cobalto 60	período	cesio 137	cobalto 60
1º semestre 09	<LD	<LD	1º semestre 09	<LD	<LD
2º semestre 09	<LD	<LD	2º semestre 09	<LD	1,5

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en sedimentos.

LD (cesio 137): 2,0 Bq/kg

LD (cobalto 60): 1,3 Bq/kg

Concentración de actividad en peces del Embalse Río Tercero (Bq/kg)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º semestre 09	0,034	<LD	<LD
2º semestre 09	0,037	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de peces.

LD (cobalto 60): 0,015 Bq/kg

LD (estroncio 90): 0,05 Bq/kg

Zona de influencia CNE: Concentración de actividad en muestras de aerosoles totales en aire ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )					
Estación Club Náutico Río Tercero (punto CNA29)					
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	uranio (*)
30/10 al 5/11	<LD	<LD	<LD	<LD	8,52 (0,0003 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Estación Gendarmería (punto CNE28)					
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	uranio (*)
30/10 al 5/11	<LD	<LD	<LD	<LD	5,26 (0,0002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de aerosoles totales en aire.

LD (yodo 131): 0,88  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cesio 137): 1,77  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cobalto 60): 1,77  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (estroncio 90): 4,85  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 25 400  $\mu\text{Bq}/\mu\text{g}$ .

Concentración de actividad en muestras de condensado de humedad (Bq/m <sup>3</sup> )			
Estación Club Náutico Río Tercero (punto CNE29)		Estación Gendarmería (punto CNE28)	
período	tritio	período	tritio
enero 09	1,3	enero 09	1,1
febrero 09	1,4	febrero 09	1,4
marzo 09	1,5	marzo 09	2,7
abril 09	2,5	abril 09	2,0
mayo 09	1,2	mayo 09	1,9
junio 09	1,3	junio 09	2,7
julio 09	1,1	julio 09	0,7
agosto 09	2,6	agosto 09	3,4
setiembre 09	1,2	setiembre 09	1,0
octubre 09	0,9	octubre 09	0,9
noviembre 09	0,7	noviembre 09	1,4
diciembre 09	1,1	diciembre 09	2,7

Zona de influencia CNE: concentración de actividad en vegetales (Bq/kg)								
período	Verduras de hoja				Verduras de raíz			
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD	118,1	<LD	<LD	<LD	NA
2º semestre 09	<LD	<LD	<LD	14,0	<LD	<LD	<LD	
período	Otras verduras				Frutas			
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD		<LD	<LD	<LD	84,2
2º semestre 09	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	NA	<LD	<LD	<LD	57,8

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de vegetales y frutas.

LD (cesio 137): 0,02 Bq/kg

LD (cobalto 60): 0,02 Bq/kg

LD (estroncio 90): 0,04 Bq/kg

NA = No aplica: Se mide tritio solo en verduras de hoja y frutas (especialmente, naranja y mandarina) ya que tienen mayor contenido de agua.

Zona de influencia CNE: Depósito de actividad en pasto (Bq/m <sup>2</sup> )			
Zona hoteles sociales (punto CNE8)			
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
Tambo (punto CNE21)			
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60I
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
Tambo (punto CNE23)			
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de depósito en pasto.

LD (yodo 131): 3,3 Bq/m<sup>2</sup>

LD (cesio 137): 4,4 Bq/m<sup>2</sup>

LD (cobalto 60): 4,4 Bq/m<sup>2</sup>

Zona de influencia CNE: Depósito de actividad en leche (Bq/l)					
Tambo (punto CNE21)					
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60I	estroncio 90	tritio
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	15,5
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	29,0
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	17,7
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Tambo (punto CNE23)					
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	43,8
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	77,0
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	29,5
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	Sin muestra

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de leche.

LD (yodo 131): 0,4 Bq/l

LD (cesio 137): 0,01 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,02 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,04 Bq/l

LD (tritio): 8,0 Bq/l

### Conclusiones

Los resultados de las mediciones realizadas en las distintas muestras analizadas, indican que se detectó la presencia de tritio en muestras de condensado de humedad, en muestras de agua de lago, agua de consumo humano y ali-

mentos. Por otro lado, se detectaron trazas de cesio 137 en muestras puntuales de peces del Embalse Río Tercero.

La presencia de tritio en el agua del lago, en el agua de consumo humano y en alimentos, se debe a la descarga de efluentes generados en los procesos de purificación y desgasado de agua del circuito primario de refrigeración del reactor. Cabe aclarar que el nivel de concentración de tritio en el agua del lago está relacionado con las variaciones estacionales del nivel de agua del embalse.

La presencia de trazas de cesio 137 en algunas muestras de peces es atribuible al fallout ambiental.

Con respecto a las mediciones de la concentración de tritio en las muestras de agua, la ARN ha verificado que con estos resultados se cumplen los límites y restricciones de dosis para las personas del público establecidos en la normativa de este organismo ("Norma Básica de la Seguridad Radiológica y Nuclear" Norma AR 10.1.1.), las que son consistentes con las recomendaciones efectuadas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por su sigla en inglés) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Además de cumplirse con la normativa nacional, al analizar los resultados de las concentraciones de los radionucleidos medidos en agua potable se puede afirmar que no se superan los valores de referencia recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la ingesta de agua potable.

Los niveles de uranio natural medidos por espectrometría alfa en las muestras de aire son consistentes con los resultados reportados por la bibliografía internacional para sitios no relacionados con instalaciones nucleares (UNSCEAR 2000-2008).

El promedio de los niveles de tasa de dosis ambiental medido en la zona resultó igual a 59 nGy/h, el cual es consistente con el valor medio de 58 nGy/h informado por UNSCEAR para sitios no influenciados por instalaciones nucleares.

Del análisis de los resultados de las mediciones de concentración de actividad en las distintas muestras analizadas correspondientes al monitoreo radiológico ambiental en los alrededores de la CNE se verifica que los valores se corresponden con los obtenidos a través de los modelos de cálculo aplicados por la ARN para estimar la dosis en los individuos más expuestos, siendo inferiores a los establecidos en la normativa vigente.

---

### **Centro Atómico Ezeiza (CAE)**

---

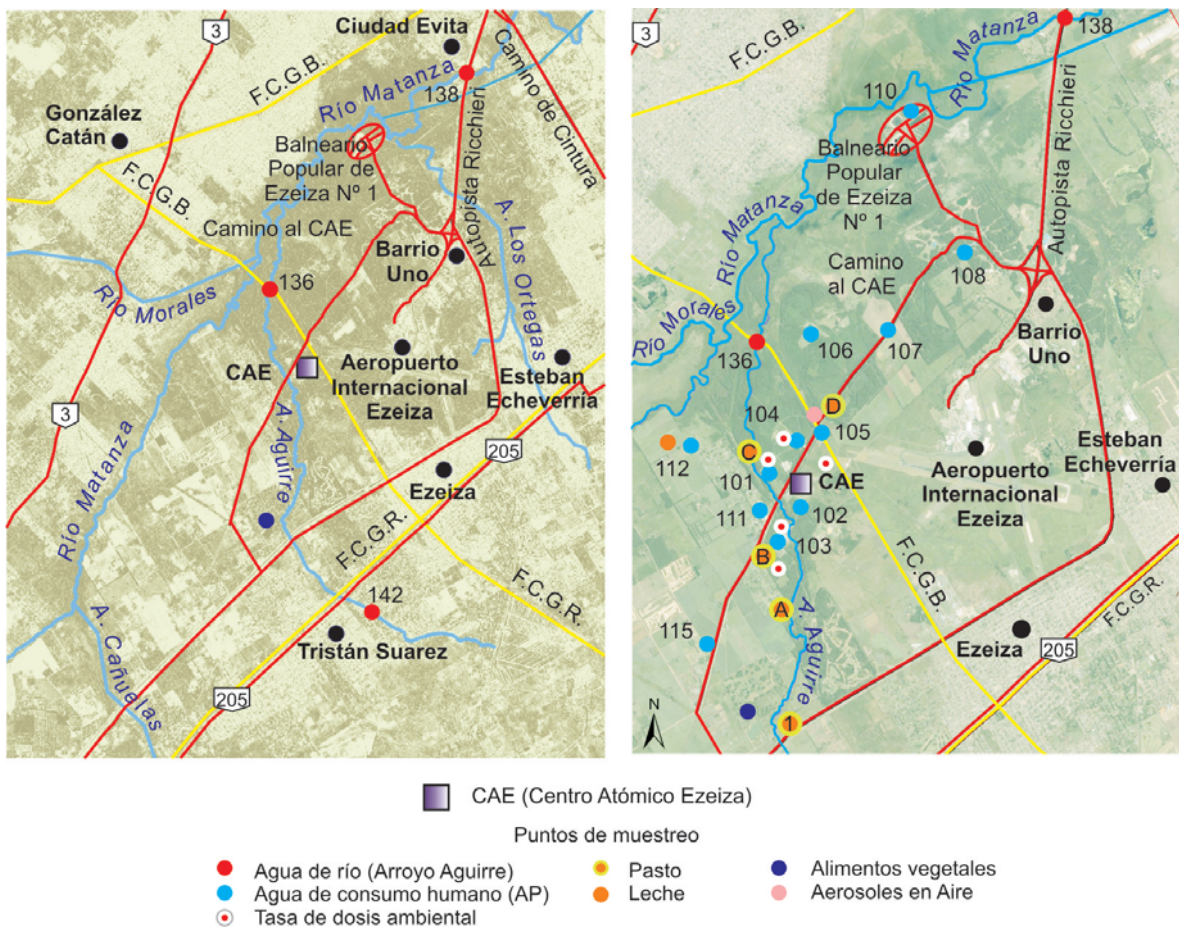
El Centro Atómico Ezeiza (CAE), está ubicado en la localidad de Ezeiza, provincia de Buenos Aires. Las principales instalaciones que componen este centro son: el Reactor RA 3 para Producción de Radioisótopos e Investigación; la Planta de Producción de Radioisótopos para uso médico e industrial; la Fábrica de Fuentes



Selladas de Cobalto 60; la Planta de Producción de Molibdeno 99 por Fisión; el Área Gestión Ezeiza, la Fábrica de Elementos Combustibles para Centrales Nucleares y Reactores de Investigación (CONUAR S.A./FAE), la Planta de Irradiación Semi Industrial (PISI) y el Ciclotrón de Producción.

La **Figura 13** muestra la ubicación de los puntos en los que se realiza el muestreo correspondiente al control radiológico ambiental rutinario del CAE.

Figura 13. Alrededores del Centro Atómico Ezeiza (Provincia de Buenos Aires)



Como se mencionó en el caso de las centrales nucleares, se tomaron muestras de las matrices ambientales relevantes, en puntos ubicados en los alrededores del CAE.

Para evaluar el impacto ambiental de las descargas gaseosas, se tomaron y analizaron muestras de aire, con una frecuencia semanal, a fin de determinar la presencia de aerosoles radiactivos. Para determinar el depósito de material radiactivo, se tomaron muestras de agua de lluvia que fueron recolectadas y analizadas con una frecuencia trimestral; y muestras de pasto, recolectadas y analizadas con una frecuencia mensual e informada como promedio trimestral. Además, se recolectaron semestralmente muestras de alimentos vegetales de

una quinta ubicada en dirección sudoeste al CAE. Los resultados se expresan semestralmente. Las muestras de leche son recolectadas de un tambo de la zona. Todos los puntos se encuentran dentro de los 3 km del Centro Atómico Ezeiza. Adicionalmente, se realizó la medición de tasa de dosis ambiental.

Para evaluar el impacto ambiental de las descargas líquidas, se tomaron y analizaron muestras de agua de consumo humano del CAE y de sus alrededores (figura 13 puntos AP1 a AP15); y muestras de agua y sedimentos del arroyo Aguirre y río Matanza, las que fueron tomadas con una frecuencia mensual, antes y después del CAE (figura 13).

Las muestras de leche fueron recolectadas en forma semanal, determinándose por espectrometría gamma: yodo 131 en una muestra mensual y cesio 137, cobalto 60 y estroncio 90 sobre pooles trimestrales.

Las mediciones de cesio 137 y cobalto 60 en las muestras correspondientes a alimentos se realizaron por espectrometría gamma, sobre comprimidos de cenizas de muestras semestrales calcinadas.

En el caso de la determinación "Alfa/beta total" en aguas, las muestras fueron concentradas para bajar el límite de detección y medidas en un equipo de centelleo líquido; cuando los resultados de alfa o beta total superaron los niveles de cribaje, se analizaron los radionucleidos individuales correspondientes.

Las concentraciones de estroncio 90 fueron determinadas conforme a la técnica descrita en el caso de la CNA I.

Durante el año 2009 se recolectaron 917 muestras efectuándose sobre las mismas diversas determinaciones de los distintos radionucleidos de interés.

Los resultados obtenidos pueden observarse en las tablas siguientes:



Concentración de actividad en agua de consumo humano del CAE (Bq/l)							
punto CAE101							
período	uranio (*)	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	α total	β total
1º trimestre 09	0,48 (18,9 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,29	0,69
2º trimestre 09	0,48 (19,3 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,42	0,86
3º trimestre 09	0,49 (19,7 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,46	0,62
4º trimestre 09	0,50 (19,8 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,43	0,63
punto CAE102							
período	uranio (*)	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	α total	β total
1º trimestre 09	0,28 (11,0 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,21	0,49
2º trimestre 09	0,29 (11,5 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,29	0,62
3º trimestre 09	0,37 (14,7 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,45	0,68
4º trimestre 09	0,29 (11,5 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,17	0,54
punto CAE103							
período	uranio (*)	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	α total	β total
1º trimestre 09	0,62 (24,9 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,24	1,08
2º trimestre 09	0,63 (25,4 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,68	1,00
3º trimestre 09	0,46 (18,3 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,43	0,63
4º trimestre 09	0,46 (18,3 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,38	0,77
punto CAE104							
período	uranio (*)	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	α total	β total
1º trimestre 09	0,44 (17,8 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,25	0,65
2º trimestre 09	0,40 (16,0 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,35	0,67
3º trimestre 09	0,40 (16,2 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,35	0,52
4º trimestre 09	0,44 (17,7 μg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,26	0,62

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de consumo humano.

LD (tritio): 11,0 Bq/l

LD (cesio 137): 0,003 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,02 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,09 Bq/l

Los análisis de cesio, cobalto y estroncio se realizan en pooles trimestrales de 30 l, para análisis de uranio (puntos 101 a 115) sobre muestras de 1l con frecuencia mensual .

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/μg.

<b>Concentración de actividad en agua de consumo humano del CAE (Bq/l)</b>						
<b>punto CAE105</b>						
<b>período</b>	<b>uranio (*)</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>α total</b>	<b>β total</b>
1º trimestre 09	0,38 (15,4 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,25	0,81
2º trimestre 09	0,38 (15,2 µg/l)	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos	0,67
3º trimestre 09	0,22 (8,9 µg/l)	<LD	sin datos	sin datos	0,21	0,42
4º trimestre 09	0,21 (8,3 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,14	0,45
<b>punto CAE106</b>						
<b>período</b>	<b>uranio (*)</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>α total</b>	<b>β total</b>
1º trimestre 09	0,25 (9,8 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,25	0,65
2º trimestre 09	0,24 (9,7 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,35	0,67
3º trimestre 09	0,29 (11,5 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,35	0,52
4º trimestre 09	0,28 (11,0 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,26	0,62
<b>Club de Aeromodelismo (punto CAE107)</b>						
<b>período</b>	<b>uranio (*)</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>α total</b>	<b>β total</b>
1º trimestre 09	0,22 (8,7 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,07	0,36
2º trimestre 09	0,17 (6,7 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,19	0,42
3º trimestre 09	0,17 (6,8 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,21	0,38
4º trimestre 09	0,19 (7,5 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,11	0,30
<b>punto CAE108</b>						
<b>período</b>	<b>uranio (*)</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>α total</b>	<b>β total</b>
1º trimestre 09	0,22 (8,7 µg/l)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,58
2º trimestre 09	0,21 (8,2 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,23	0,54
3º trimestre 09	0,22 (8,9 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,20	0,47
4º trimestre 09	0,23 (9,0 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,13	0,47
<b>Restaurant La Cabaña del Bosque (punto CAE110)</b>						
<b>período</b>	<b>uranio (*)</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>α total</b>	<b>β total</b>
1º trimestre 09	0,24 (9,5 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,15	0,51
2º trimestre 09	0,26 (10,3 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,24	0,65
3º trimestre 09	0,26 (10,4 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,29	0,69
4º trimestre 09	0,29 (11,6 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,25	0,61
<b>punto CAE111</b>						
<b>período</b>	<b>uranio (*)</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>α total</b>	<b>β total</b>
1º trimestre 09	0,79 (31,7 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,10	1,53
2º trimestre 09	0,83 (33,3 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,86	1,11
3º trimestre 09	0,80 (32,0 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,81	0,90
4º trimestre 09	0,83 (33,1 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,77	0,89
<b>punto CAE112</b>						
<b>período</b>	<b>uranio (*)</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>α total</b>	<b>β total</b>
1º trimestre 09	0,26 (10,4 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,09	0,90
2º trimestre 09	0,27 (10,8 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,23	0,78
3º trimestre 09	0,26 (10,5 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,17	0,65
4º trimestre 09	0,31 (12,3 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,24	0,76
<b>punto CAE115</b>						
<b>período</b>	<b>uranio (*)</b>	<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>α total</b>	<b>β total</b>
1º trimestre 09	0,66 (26,6 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,51	1,04
2º trimestre 09	0,70 (28,0 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,68	0,95
3º trimestre 09	0,67 (27,0 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,73	0,84
4º trimestre 09	0,71 (28,5 µg/l)	<LD	<LD	<LD	0,66	0,70

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de consumo humano.

LD (tritio): 11,0 Bq/l

LD (cesio 137): 0,4 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,3 Bq/l

LD α total: 0,06 Bq/l

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

Zona de influencia CAE: Concentración de actividad en aguas del Arroyo Aguirre y Río Matanza (Bq/l)				
Arroyo Aguirre, aguas arriba del CAE (punto CAE142)				
período	uranio (*)	tritio	cesio 137	cobalto 60
1º trimestre 09	0,25 (9,8 µg/l)	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	0,27 (10,6 µg/l)	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	0,26 (10,4 µg/l)	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	0,35 (13,8 µg/l)	<LD	<LD	<LD
Arroyo Aguirre, aguas abajo del CAE (punto CAE136)				
período	uranio (*)	tritio	cesio 137	cobalto 60I
1º trimestre 09	0,22 (8,9 µg/l)	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	0,29 (11,6 µg/l)	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	0,29 (11,4 µg/l)	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	0,36 (14,4 µg/l)	<LD	<LD	<LD
Río Matanza, aguas abajo del CAE (punto CAE138)				
período	uranio (*)			
1º semestre 09	0,22 (8,7 µg/l)			
2º semestre 09	0,43 (17,3 µg/l)			

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de consumo humano.

LD (tritio): 11,0 Bq/l

LD (cesio 137): 1,0 Bq/l

LD (cobalto 60): 1,0 Bq/l

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

Zona de influencia CAE: Concentración de actividad en sedimentos (Bq/kg)		
Arroyo Aguirre, aguas arriba del CAE (punto CAE142)		
período	cesio 137	cobalto 60
1º semestre 09	<LD	<LD
2º semestre 09	<LD	<LD
Arroyo Aguirre, aguas abajo del CAE (punto CAE136)		
período	cesio 137	cobalto 60
1º semestre 09	47	4,8
2º semestre 09	41	5,2

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en sedimentos.

LD (cesio 137): 0,48 Bq/kg

LD (cobalto 60): 0,34 Bq/kg

Zona de influencia CAE: Tasa de dosis ambiental (nGy/h) (*)					
Guardería	LPR	Campo 6	FAE	Tosquera	Plantas Químicas
32,62	37,51	32,62	34,25	42,40	34,25

(\*) Período de muestreo: octubre 2008 a octubre 2009.

Zona de influencia CAE: Concentración de actividad en muestras de aerosoles totales en aire ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )					
punto CAE161					
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	período	uranio (*)
enero 09	<LD	<LD	<LD	1º semestre 09	6,25 (0,0002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
febrero 09	<LD	<LD	<LD		
marzo 09	<LD	<LD	<LD		
abril 09	<LD	<LD	<LD		
mayo 09	<LD	<LD	<LD		
junio 09	<LD	<LD	<LD		
julio 09	<LD	<LD	<LD	2º semestre 09	8,50 (0,0003 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
agosto 09	<LD	<LD	<LD		
setiembre 09	<LD	<LD	<LD		
noviembre 09	<LD	<LD	<LD		
diciembre 09	<LD	<LD	<LD		

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de aerosoles totales en aire.

LD (cesio 137): 5,6  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cobalto 60): 5,7  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (estroncio 90): 2,7  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 25 400  $\mu\text{Bq}/\mu\text{g}$ .

Zona de influencia CAE: Depósito de actividad en muestras de agua de lluvia ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ )			
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de lluvia.

LD (cesio 137): 0,09  $\text{Bq}/\text{m}^2$

LD (cobalto 60): 0,13  $\text{Bq}/\text{m}^2$

LD (estroncio 90): 0,03  $\text{Bq}/\text{m}^2$

Zona de influencia CAE: Depósito de actividad en pasto ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ )			
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de pasto

LD (yodo 131): 8,9  $\text{Bq}/\text{m}^2$

LD (cesio 137): 8,9  $\text{Bq}/\text{m}^2$

LD (cobalto 60): 8,9  $\text{Bq}/\text{m}^2$

*Nota:* Muestras correspondientes a los puntos 1, A, B, C y D.

Zona de influencia CAE: concentración de actividad en vegetales (Bq/kg)						
período	Verduras de hoja			Verduras de raíz		
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
período	Otras verduras			Frutas		
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra
2º semestre 09	Sin muestra	Sin muestra	Sin muestra	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de vegetales y frutas.

LD (cesio137): 0,02 Bq/kg

LD (cobalto 60): 0,02 Bq/kg

LD (estroncio 90): 0,04 Bq/kg

Zona de influencia CNA I: concentración de actividad en leche (Bq/l)				
Período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
Año 2009	<LD	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de leche.

LD (yodo 131): 0,1 Bq/l

LD (cesio 137): 0,01 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,01 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,04 Bq/l

### Conclusiones

Se detectaron trazas de cesio 137 y cobalto 60 en algunas muestras de sedimentos del arroyo Aguirre.

En los casos puntuales en que las mediciones de beta total en aguas superaron el nivel de criba de 1 Bq/l, se realizaron mediciones de concentración de actividad de estroncio 90 en dichas muestras. En los casos aislados, en que las mediciones de alfa total superaron el nivel de criba de 0,5 Bq/l, se realizaron mediciones de concentración de actividad de radio 226. En todos los casos los resultados fueron menores que el límite de detección.

Los resultados en todas las muestras de aguas analizadas implican que las concentraciones de actividad de los radionucleidos no superan los valores guía recomendados por la OMS para concentración de actividad de esos radionucleidos en agua de consumo humano (10 Bq/l para estroncio 90, cesio 137 y uranio 238, 100 Bq/l para cobalto 60 y 10 000 Bq/l para H3 (tritio).

Si bien la ARN no es autoridad competente en materia de efectos toxicológicos del uranio, se realizó esta evaluación. El análisis de las mediciones de concentración de uranio total efectuadas en los monitoreos rutinarios, indica que ninguno de los resultados de las mediciones informadas supera el valor

guía de 100 µg/l de concentración de uranio establecido en la legislación (Decreto Reglamentario N° 831/93 de la Ley N° 24.051 y Ley N° 24.585 “Código de Minería”) y que tales resultados son marcadamente inferiores a ese nivel guía.

El promedio de los niveles de tasa de dosis ambiental medido en la zona resultó igual a 35,6 nGy/h, el cual es consistente con el valor medio de 58 nGy/h informado por UNSCEAR para sitios no influenciados por instalaciones nucleares.

En todas las muestras analizadas, la ARN ha verificado que los resultados cumplen los límites y restricciones de dosis para las personas del público establecidos en la normativa de este organismo (“Norma Básica de la Seguridad Radiológica y Nuclear” Norma AR 10.1.1.), las que son consistentes con las recomendaciones efectuadas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por su sigla en inglés) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Del análisis de los resultados de las mediciones de concentración de actividad en las distintas muestras analizadas correspondientes al monitoreo radiológico ambiental en los alrededores del CAE, se verifica que los valores se corresponden con los obtenidos a través de los modelos de cálculo aplicados por la ARN para estimar la dosis en los individuos más expuestos, siendo inferiores a los establecidos en la normativa vigente.

---

### Centro Atómico Bariloche (CAB)

---

El Centro Atómico Bariloche y el Instituto Balseiro son dos instituciones científicas, ubicadas en la ciudad de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina. Este Centro es una dependencia de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y sus principales actividades son la investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en las áreas de Física e Ingeniería, en particular la Energía Nuclear. Cuenta con el reactor de investigación RA 6 y el acelerador lineal de partículas LINAC.

El muestreo radiológico ambiental asociado al CAB se lleva a cabo trimestralmente sobre muestras de aguas y sedimentos de distintos puntos del Arroyo Gutiérrez y del lago Nahuel Huapi, lo que implica la toma de muestras de aguas y sedimentos, aguas arriba y abajo de la instalación. También se analiza el agua de consumo humano de la ciudad de San Carlos de Bariloche. Además y con una frecuencia anual se toman muestras de otros puntos del lago.

En la **Figura 14** se presentan los cursos de agua y la ubicación de los puntos de muestreo. Sobre las muestras se realizaron las determinaciones de estroncio 90 y de radionucleidos emisores gamma (cesio 137 y cobalto 60). También se

realizó la determinación de tritio en aguas a fin de contar con registros de los niveles de este radionucleido en aguas de la zona.

Figura 14. Alrededores del Centro Atómico Bariloche (Provincia de Río Negro)



Se recolectaron durante el año 2009, 24 muestras. Se realizaron, sobre estas muestras recolectadas, diversas determinaciones y análisis radioquímicos. Los resultados obtenidos pueden observarse en las tablas siguientes:

Zona de influencia CAB: Concentración de actividad en agua de consumo humano (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de consumo humano.

LD (tritio): 11,0 Bq/l

LD (cesio 137): 0,3 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,3 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,03 Bq/l

Zona de influencia CAB: Concentración de actividad en sedimento de arroyo (Bq/kg)			
Arroyo Gutiérrez, aguas arriba del CAB (Puente Virgen de las Nieves)		Arroyo Gutiérrez, aguas abajo del CAB (cruce con Av. Bustillo)	
cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60
<LD	<LD	1,68	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de sedimento.

LD (cesio 137): 0,52 Bq/kg

LD (cobalto 60): 0,76 Bq/kg



Zona de influencia CAB: Concentración de actividad en aguas superficiales (Bq/l)			
<b>Arroyo Gutiérrez, aguas arriba del CAB (Puente Virgen de las Nieves)</b>			
<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>estroncio 90</b>
<LD	<LD	<LD	<LD
<b>Arroyo Gutiérrez, aguas abajo del CAB (cruce con Av. Bustillo)</b>			
<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>estroncio 90</b>
<LD	<LD	<LD	<LD
<b>Lago Nahuel Huapi, Puerto Pañuelo</b>			
<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>estroncio 90</b>
<LD	<LD	<LD	<LD
<b>Lago Nahuel Huapi, Puerto Moreno</b>			
<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>estroncio 90</b>
<LD	<LD	<LD	<LD
<b>Lago Nahuel Huapi, Playa Bonita</b>			
<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>estroncio 90</b>
<LD	<LD	<LD	<LD
<b>Lago Nahuel Huapi, Puerto Bariloche</b>			
<b>tritio</b>	<b>cesio 137</b>	<b>cobalto 60</b>	<b>estroncio 90</b>
<LD	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de aguas superficiales.

LD (tritio): 11,0 Bq/l

LD (cesio 137): 0,4 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,3 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,03 Bq/l

### Conclusiones

Del análisis de los resultados de las mediciones realizadas en las distintas muestras analizadas, correspondientes al monitoreo radiológico ambiental en los alrededores del CAB, se verifica que los valores se corresponden con los obtenidos a través de los modelos de cálculo aplicados por la ARN para estimar la dosis en los individuos más expuestos, siendo inferiores a los establecidos en la normativa vigente.

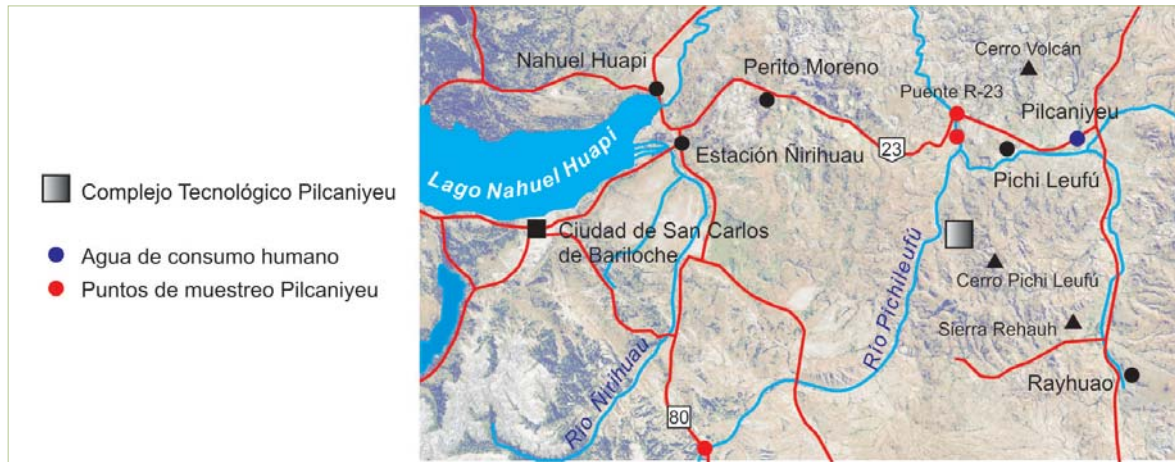
## Complejo Tecnológico Pilcaniyeu

Se encuentra ubicado en el Departamento Pilcaniyeu, Provincia de Río Negro, a unos 45 km de la ciudad de San Carlos de Bariloche y a 15 km de la localidad de Pilcaniyeu, cabecera de dicho Departamento.

El muestreo radiológico ambiental se basa principalmente en la determinación de la concentración de uranio natural, en muestras de aguas superficiales y sedimentos en el curso del río Pichileufú (que atraviesa el complejo), aguas arriba y aguas abajo de la instalación. También se toma una muestra del agua de

consumo humano de la localidad de Pilcaniyeu. En la **Figura 15** se presentan los puntos de muestreo vinculados a este Complejo.

**Figura 15. Alrededores del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (Provincia de Río Negro)**



Se recolectaron durante 2009, 3 muestras de aguas superficiales, 1 muestra de agua de consumo humano y 2 muestras de sedimentos. Los resultados obtenidos pueden observarse en las tablas siguientes:

Zona de influencia Pilcaniyeu: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor (*)
Uranio natural en agua de consumo humano	0,15 Bq/l (6,0 µg/l)
Uranio natural en agua del río Pichileufú, aguas arriba de la instalación	<LD
Uranio natural en agua del río Pichileufú, aguas abajo de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en sedimentos del río Pichileufú, aguas arriba de la instalación	0,03 Bq/g (1,2 µg/g)
Uranio natural en sedimentos del río Pichileufú, aguas abajo de la instalación (*)	0,02 Bq/g (0,9 µg/g)

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en las distintas muestras.

LD uranio en agua de río: 0,15 Bq/l (6,0 µg/l)

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

(\*\*) Promedio de dos puntos de muestreo.

## Complejos minero fabriles

Para evaluar el impacto radiológico ambiental, la ARN lleva a cabo monitorajes ambientales en los alrededores de los complejos y ex complejos minero fabriles del país, asociados a la explotación y al procesamiento del mineral de uranio.

A tal fin, se realizan en los alrededores de dichas instalaciones, muestreos de aguas superficiales y sedimentos de las zonas de influencia.

Paralelamente, se realizan muestreos de aguas subterráneas si las características de la zona del emplazamiento lo justifican, y de aguas de consumo humano en zonas aledañas.

Dado que las vías críticas de llegada al hombre son la ingestión de agua y la inhalación, se llevan a cabo las determinaciones de la concentración de uranio natural y de la actividad de radio 226 en muestras de agua y sedimentos, y la tasa de emanación del gas radón en las escombreras de mineral de uranio, ya que estos son los radionucleidos radiológicamente más significativos.

### Complejo minero fabril San Rafael (o Sierra Pintada)

El Complejo minero fabril "San Rafael" se encuentra ubicado a 35 km al oeste de la ciudad de San Rafael, Provincia de Mendoza, emplazado en la denominada "Sierra Pintada". El mismo comenzó su operación en el año 1979 y actualmente el proceso de producción se encuentra interrumpido.

El muestreo radiológico ambiental asociado a la operación de la instalación se lleva a cabo sobre el arroyo Tigre (que atraviesa el complejo) y el río Diamante, efectuándose la toma de muestras de aguas superficiales y sedimentos. Además, también se analiza el agua de consumo humano de la Villa 25 de Mayo, de la ciudad de San Rafael y de la localidad de Monte Comán.

En la **Figura 16** se presentan los cursos de agua y la ubicación de los puntos de muestreo.

**Figura 16. Alrededores del Complejo minero fabril San Rafael (Provincia de Mendoza)**



Se recolectaron durante 2009, 13 muestras de aguas superficiales, 3 muestras de agua de consumo humano y 9 muestras de sedimentos.

Se detallan a continuación los valores obtenidos:

Zona de influencia Complejo minero fabril San Rafael: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor (*)	Zona de influencia Complejo minero fabril San Rafael: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor
Uranio natural en agua de consumo humano de Villa 25 de Mayo	<LD	Radio 226 en agua de consumo humano de Villa 25 de Mayo	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano de San Rafael	0,02 Bq/l (0,9 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano de San Rafael	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano de Monte Comán	0,06 Bq/l (2,4 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano de Monte Comán	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	0,20 Bq/l (8,1 µg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	0,06 Bq/g (2,2 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	0,05 Bq/g (2,1 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	20 mBq/g

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en las distintas muestras.

LD uranio en agua de consumo: 0,01 Bq/l (0,5 µg/l)

LD uranio en aguas superficiales: 0,18 Bq/l (7,0 µg/l)

LD radio 226 en aguas de consumo: 4,4 mBq/l

LD radio 226 en aguas superficiales: 4,7 mBq/l

LD radio 226 en sedimentos: 19,8 mBq/g

\* Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

\*\* Promedio de varios puntos de muestreo.

### Planta de Conversión de Dióxido de Uranio (Dioxitek) (Ex Complejo Fabril Córdoba)

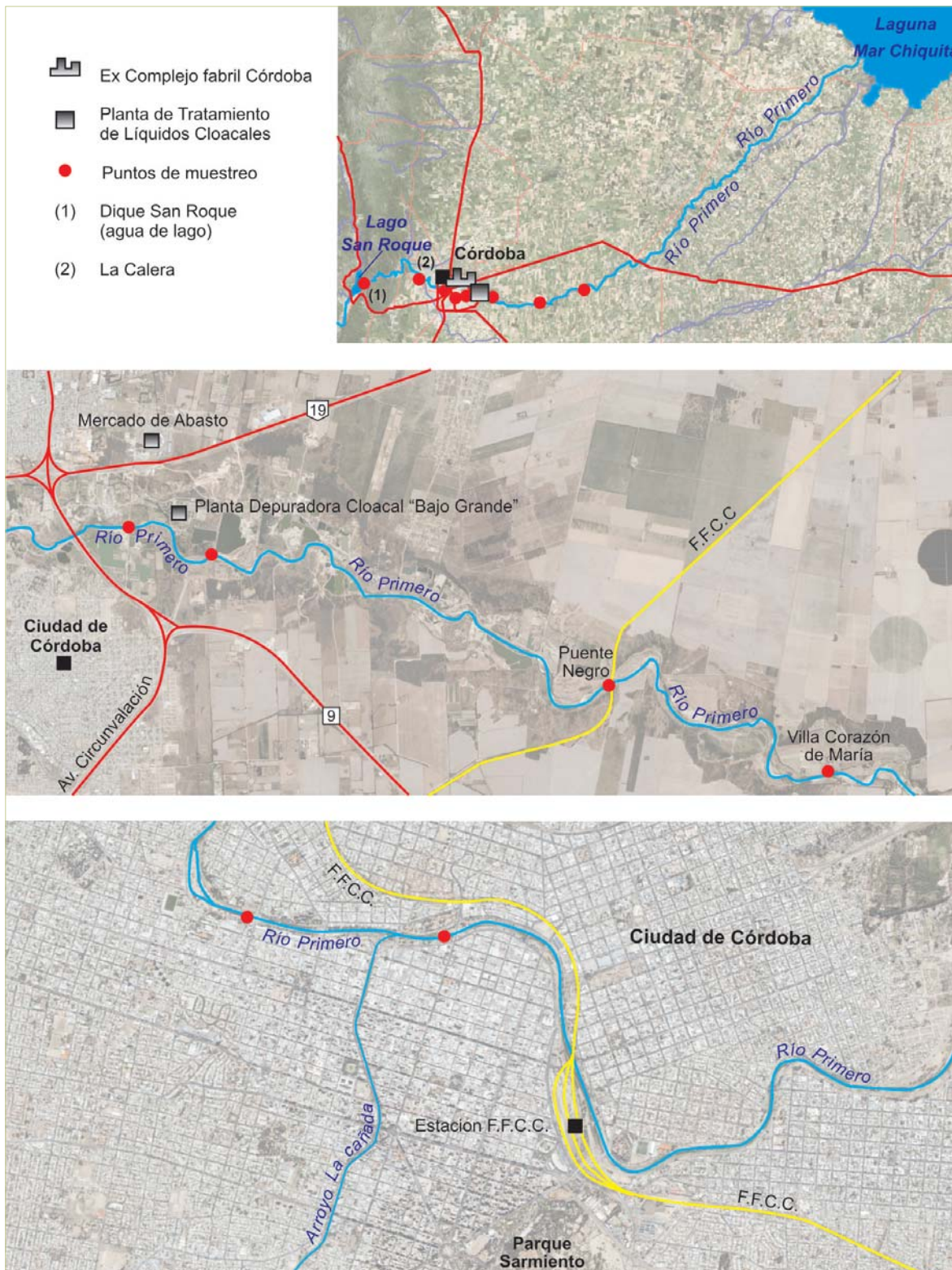
Esta Planta está ubicada en la ciudad de Córdoba, en la zona conocida como Alta Córdoba, y fue creada con el objeto de determinar la posibilidad de obtención, en escala industrial, de concentrados de uranio. A partir de 1982 se iniciaron las operaciones de las líneas de purificación y conversión del concentrado de uranio proveniente de los diferentes complejos mineros fabriles.

El muestreo para evaluar el impacto radiológico ambiental debido a la operación de esta instalación se basa en la toma de muestras de aguas superficiales y sedimentos sobre el río Suquía (Primero), aguas arriba y aguas abajo de la instalación, como puede observarse en los mapas de la **Figura 17**. Se toma además una muestra del agua de consumo humano de la ciudad de Córdoba.



Durante el año 2009 se tomaron 8 muestras de aguas superficiales, 1 de agua de consumo humano y 4 muestras de sedimentos. Se determinó, además, la tasa de emanación de radón en las escombreras de mineral de uranio tratado. Se detallan a continuación los valores obtenidos:

Figura 17. Alrededores de la Planta de Conversión de Dióxido de Uranio (Provincia de Córdoba)



Zona de influencia Complejo fabril Córdoba: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor (*)	Zona de influencia Complejo fabril Córdoba: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor
Uranio natural en agua de consumo humano de la ciudad de Córdoba	<LD	Radio 226 en agua de consumo humano de la ciudad de Córdoba	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	0,32 Bq/l (12,8 µg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	0,33 Bq/l (13,3 µg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	0,12 Bq/g (4,7 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	46 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	0,13 Bq/g (5,1 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	85 mBq/g
Tasa de emanación de radón en colas de mineral tratado			7,0 Bq/m <sup>2</sup> .s

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en las distintas muestras.

LD uranio en agua de consumo: 0,01 Bq/l (0,5 µg/l)

LD radio 226 en aguas de consumo: 3,9 mBq/l

LD radio 226 en aguas superficiales: 4,0 mBq/l

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

(\*\*) Promedio de varios puntos de muestreo.

## Ex Complejo minero fabril Malargüe

El ex Complejo fabril "Malargüe" se encuentra ubicado al sur de la Provincia de Mendoza, aproximadamente a 1 km del centro de la ciudad de Malargüe. Comenzó su operación en el año 1954 finalizando la misma en el año 1986. En principio procesó mineral de uranio procedente de los yacimientos "Huemul" y "Agua Botada" (ver **Figura 18**, 3° imagen), ubicados 40 km al sur de la localidad de Malargüe, procesando luego mineral procedente de San Rafael. Actualmente se están llevando a cabo las tareas del cierre definitivo de la instalación.

El muestreo radiológico ambiental se lleva a cabo en aguas subterráneas, dado que es característico de la zona que la misma se encuentre muy elevada, aflorando en varios puntos en los alrededores de la instalación. El muestreo corresponde a distintos puntos aguas abajo del sentido de escurrimiento de la napa hasta su afloramiento definitivo en la laguna Llancañelo.

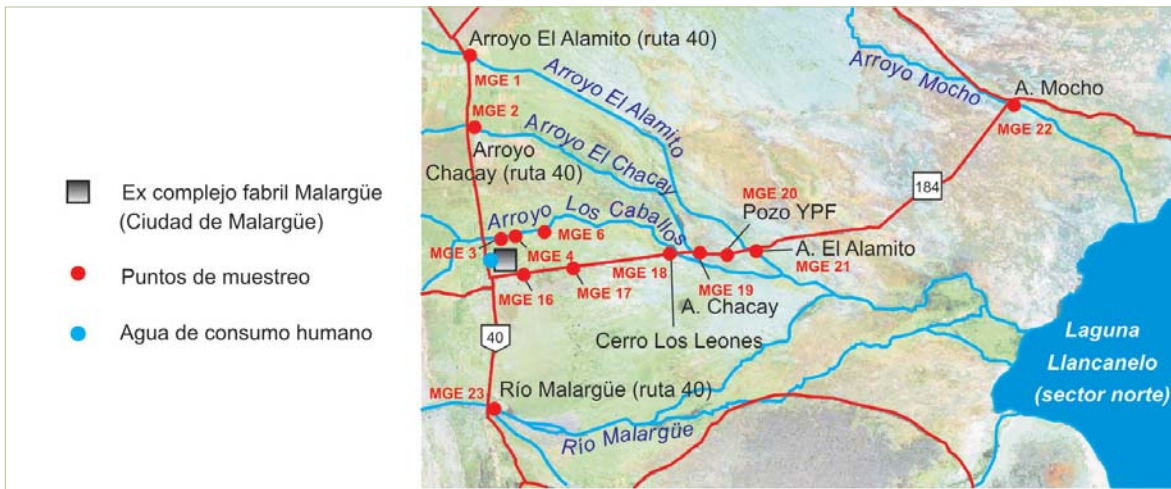
Paralelamente se toman muestras de aguas superficiales y sedimentos en puntos ubicados en la zona de influencia de la instalación, y del agua de consumo humano de la ciudad de Malargüe, (ver Figura 18).

Se recolectaron en el año 2009, 16 muestras de aguas superficiales, 7 aguas subterráneas, 1 agua de consumo humano y 10 muestras de sedimentos.

Se determinó además la tasa de emanación de radón en las escombreras de mineral de uranio tratado. Se detallan a continuación los valores obtenidos:



Figura 18. Alrededores del ex Complejo fabril Malargüe (Provincia de Mendoza)





Zona de influencia Malargüe: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor (*)	Zona de influencia Malargüe: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor
Uranio natural en agua de consumo humano de la ciudad de Malargüe	0,04 Bq/l (1,4 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano de la ciudad de Malargüe	<LD
Uranio natural en aguas subterráneas (**)	0,33 Bq/l (13 µg/l)	Radio 226 en aguas subterráneas (**)	30,7 mBq/l
Uranio natural en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	0,23 Bq/l (9,3 µg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	0,07 Bq/g (2,9 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	28 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	0,13 Bq/g (5,2 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	33 mBq/g
Tasa de emanación de radón en colas de mineral tratado			7,9 Bq/m <sup>2</sup> .s

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en las distintas muestras.

LD uranio en aguas superficiales: 0,14 Bq/l (5,4 µg/l)

LD radio 226 en aguas de consumo: 4,4 mBq/l

LD radio 226 en aguas superficiales: 4,7 mBq/l

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

(\*\*) Promedio de varios puntos de muestreo.

## Ex Complejo minero fabril Los Gigantes

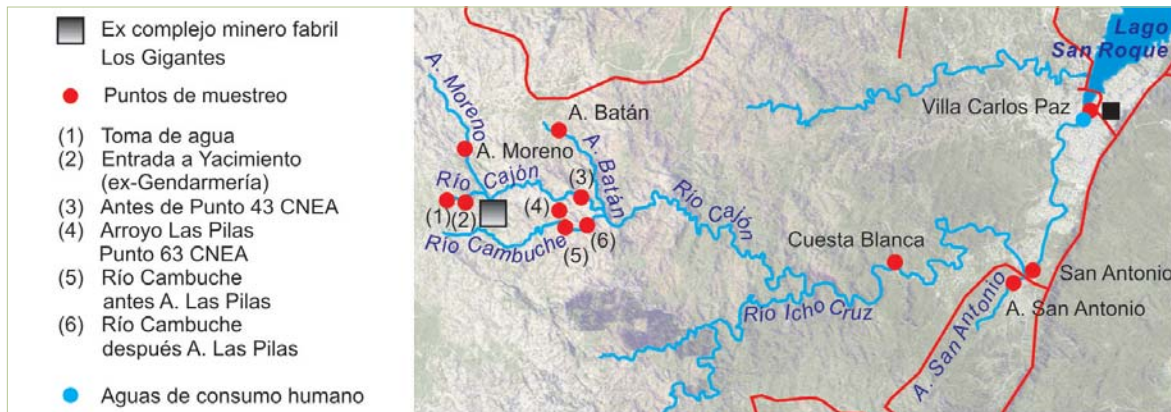
Se encuentra ubicado en la Provincia de Córdoba, en el Cerro Los Gigantes, al sudoeste de la denominada Pampa de San Luis, en el Departamento de Cruz del Eje, limítrofe con el Departamento de Punilla.

El muestreo radiológico ambiental asociado a la instalación se basa, fundamentalmente, en la recolección de muestras de aguas superficiales y sedimentos sobre el curso de los ríos Cajón y Cambuche. Complementariamente, se muestrean los cursos de agua asociados a estos, como los arroyos Batán y Moreno, y los ríos Icho Cruz y San Antonio.

En la **Figura 19** se muestran esquemáticamente los alrededores del ex Complejo Minero Fabril Los Gigantes, indicándose los puntos de muestreo.

Se recolectaron en 2009, 12 muestras de aguas superficiales y 1 muestra de agua de consumo humano en la localidad de Villa Carlos Paz, ya que el embalse del lago San Roque está alimentado por agua proveniente del río San Antonio, que tiene como afluente al río Cajón. Además, se recolectaron 7 muestras de sedimentos. Se presentan a continuación los valores obtenidos en las distintas muestras.

Figura 19. Alrededores del ex Complejo minero fabril Los Gigantes (Provincia de Córdoba)



Zona de influencia Los Gigantes: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor (*)	Zona de influencia Los Gigantes: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor
Uranio natural en agua de consumo humano de Villa Carlos Paz	0,028 Bq/l (1,1 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano de Villa Carlos Paz	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	20,6 mBq/l
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	0,14 Bq/g (5,6 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	129,6 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	0,29 Bq/g (11,6 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	2,97 mBq/g

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en las distintas muestras.

LD uranio en aguas superficiales: 0,18 Bq/l (7 µg/l)/

LD radio 226 en aguas superficiales: 4,2 mBq/l

LD radio 226 en aguas de consumo: 3,8 mBq/l

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

(\*\*) Promedio de varios puntos de muestreo.

## Ex Complejo minero fabril La Estela

El ex Complejo minero fabril La Estela que operó desde el año 1982 hasta el año 1991, está ubicado en el Departamento Chacabuco, en la Provincia de San Luis. Está emplazado sobre la margen este de la ruta provincial N° 1, 4 km hacia el norte de la localidad de Villa Larca y 30 km al sur de la ciudad de Merlo.

Por razones topográficas y requerimientos de áreas aptas, la planta de tratamiento de mineral estaba ubicada a 3 km en línea recta del sector de mina. El yacimiento La Estela está ubicado, como se indica en la **Figura 20** sobre la margen izquierda del río Seco, aproximadamente a 1200 m sobre el nivel del mar, en el faldeo occidental de la sierra de Comechingones.

El sentido general de circulación de agua subterránea es de sur a norte, ya que al este y al oeste el Valle de Conlara está enmarcado por las sierras de Comechingones y San Luis, respectivamente, y prácticamente está cerrado en el sur por las sierras de la Estanzuela, Tilisarao, Naschel, del Carrizal y San Felipe.

Figura 20. Alrededores del ex Complejo minero fabril La Estela (Provincia de San Luis)



El muestreo radiológico ambiental se lleva a cabo sobre el río Seco, tomándose muestras de aguas superficiales y sedimentos. También se toma una muestra de agua subterránea por la eventual influencia sobre la misma del río Seco y muestras de aguas superficiales y sedimentos sobre los Arroyos Benítez y Gatica y el río Conlara (por la eventual influencia sobre éste de las aguas subterráneas). A su vez, se toman muestras del agua de consumo humano de Villa Larca, Concarán, Santa Rosa de Conlara y Merlo.

En el año 2009 se tomaron 7 muestras de aguas superficiales, 1 agua subterránea, 4 muestras de agua de consumo humano y 4 muestras de sedimentos. Se detallan a continuación los valores obtenidos:

Zona de influencia La Estela: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor (*)	Zona de influencia La Estela: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor
Uranio natural en agua de consumo humano del Valle de Conlara (**)	0,28 Bq/l (11,2 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano del Valle de Conlara (**)	6,6 mBq/l
Uranio natural en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	0,59 Bq/l (23,4 µg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	7,7 mBq/l
Uranio natural en aguas de napa del Valle de Conlara (**)	0,55 Bq/l (22 µg/l)	Radio 226 en aguas de napa del Valle de Conlara (**)	13 mBq/l
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	0,33 Bq/g (13 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	463 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	0,33 Bq/g (13 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	199 mBq/g

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en las distintas muestras.

LD uranio natural en aguas superficiales: 0,18 Bq/l (7 µg/l)

LD radio 226 en aguas superficiales: 4,4 mBq/l

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

(\*\*) Promedio de varios puntos de muestreo.

## Ex Complejo minero fabril Tonco - Don Otto

El ex Complejo minero fabril Tonco comenzó su actividad en abril de 1964, finalizando la misma en el año 1981. Está ubicado, como se indica en la **Figura 21**, en el Departamento San Carlos, en la Provincia de Salta, a unos 150 km al sudoeste de la ciudad capital. Operó, fundamentalmente, con mineral proveniente del yacimiento Don Otto y, en menor escala con mineral de los yacimientos Los Berthos, Pedro Nicolás y Martín Miguel de Güemes.

Figura 21. Alrededores del ex Complejo minero fabril Tonco (Provincia de Salta)



El monitoreo radiológico ambiental consiste, fundamentalmente, en la recolección de muestras de aguas superficiales y sedimentos de los ríos Calchaquí, Las Conchas, y Tonco (que atraviesa el yacimiento). Debido a las características climatológicas de la zona los cursos de agua en gran parte del año se encuentran secos, hecho por el cual el muestreo se ve limitado. También se toman muestras de agua de consumo humano en la ciudad de Salta y las localidades de Cafayate y Cachi.

Durante el año 2009, se tomaron 19 muestras de aguas superficiales, 3 de aguas de consumo humano y 21 muestras de sedimentos. Se detallan a continuación los valores obtenidos:

Zona de influencia Tonco: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor (*)	Zona de influencia Tonco: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor
Uranio natural en agua de consumo humano, ciudad de Salta	0,015 Bq/l (0,6 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, ciudad de Salta	12 mBq/l
Uranio natural en agua de consumo humano, Cafayate	0,21 Bq/l (8,4 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Cafayate	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano, Cachi	0,33 Bq/l (13 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Cachi	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (**)	0,41 Bq/l (16,5 µg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (*)	5,7 mBq/l
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	0,16 Bq/l (6,5 µg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	<LD
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (**)	0,05 Bq/g (1,8 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	35 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	0,09 Bq/g (3,4 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	40 mBq/g

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en las distintas muestras.

LD radio 226 en aguas de consumo: 5 mBq/l

LD radio 226 en aguas superficiales: 4,8 mBq/l

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/ µg.

(\*\*) Promedio de varios puntos de muestreo.

## Ex Complejo minero fabril Pichiñán - Los Adobes

El ex Complejo minero fabril Pichiñán se encuentra ubicado en la Provincia de Chubut, 40 km al norte de la localidad de Paso de Indios, sobre la ruta provincial número 12.

Este complejo inició su operación en agosto de 1977 finalizando la misma en abril de 1981, fecha en la que se procedió al cierre de la instalación. En principio se procesó mineral proveniente del yacimiento "Los Adobes", ubicado 40 km al norte del complejo, y posteriormente del yacimiento "Cerro Cóndor" ubicado 35 km al noroeste de la instalación.

El monitoreo radiológico ambiental consiste, fundamentalmente, en la recolección de muestras de aguas superficiales y sedimentos en el curso del río Chubut. También se toman muestras de agua de consumo humano en las localidades de Los Altares, Gaiman, Trelew y Rawson, ubicadas aguas abajo del complejo, siguiendo el curso del río, y finalmente una muestra de agua de mar en la desembocadura de este río en el Océano Atlántico (Bahía Engaño), ver **Figura 22**.



Figura 22. Alrededores del ex Complejo minero fabril Pichiñán (Provincia de Chubut)



Durante el año 2009, se tomaron 27 muestras de aguas superficiales, 4 de aguas de consumo humano y 18 muestras de sedimentos. Se detallan a continuación los valores obtenidos:

Zona de influencia Los Adobes: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor (*)	Zona de influencia Los Adobes: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor
Uranio natural en agua de consumo humano, Los Altares	0,29 Bq/l (11,7 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Los Altares	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano, Gaiman	0,05 Bq/l (2,1 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Gaiman	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano, Trelew	0,2 Bq/l (8,1 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Trelew	0,3 Bq/l (0,012 mg/l)
Uranio natural en agua de consumo humano, Rawson	0,05 Bq/l (2,1 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Rawson	<LD
Uranio natural en aguas superficiales del río Chubut, aguas arriba de la instalación (**)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales del río Chubut, aguas arriba de la instalación (**)	<LD
Uranio natural en aguas superficiales del río Chubut, aguas abajo de la instalación (**)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales del río Chubut aguas abajo de la instalación (**)	0,44 Bq/l (0,0176 mg/l)
Uranio natural en sedimentos del río Chubut, aguas arriba de la instalación (**)	0,03 Bq/g (1,2 µg/g)	Radio 226 en sedimentos del río Chubut, aguas arriba de la instalación (**)	26,5 mBq/g
Uranio natural en sedimentos del río Chubut, aguas abajo de la instalación (**)	0,03 Bq/g (1,2 µg/g)	Radio 226 en sedimentos del río Chubut, aguas abajo de la instalación (**)	36,9 mBq/g

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en las distintas muestras.

LD uranio natural en aguas superficiales: 0,08 Bq/l (3 µg/l)

LD radio 226 en aguas de consumo: 4,4 mBq/l

LD radio 226 en aguas superficiales: 4,8 mBq/l

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

(\*\*) Promedio de varios puntos de muestreo.

## Ex Complejo minero fabril Los Colorados

El ex Complejo minero fabril Los Colorados, cuya actividad se desarrolló entre 1993 y 1996 está ubicado, como se indica en la **Figura 23** en el Departamento Independencia, Provincia de La Rioja, unos 20 km al noroeste de la localidad de Patquía.

Figura 23. Alrededores del ex Complejo minero fabril Los Colorados (Provincia de La Rioja)



La planta de trituración de mineral, lixiviación y concentración de uranio estaba ubicada cerca del yacimiento, en un predio de 90 hectáreas, que corresponde a la concesión de la mina Los Colorados otorgada por la Dirección de Minería de la Provincia de La Rioja.

El monitoreo radiológico ambiental consiste, fundamentalmente, en la recolección de muestras de aguas de napa freática, aguas superficiales y sedimentos de los arroyos Los Mogotes y Saladillo, y del agua de consumo humano de la localidad de Patquía. Debido a las características climatológicas de la zona los cursos de agua en gran parte del año se encuentran secos, hecho por el cual el muestreo se ve limitado.

En el curso del año 2009, se tomaron 1 muestra de aguas superficiales, 4 de aguas subterráneas, 1 de agua termal, 1 de agua de consumo humano y 1 muestra de sedimento. Se detallan a continuación los valores obtenidos:



Zona de influencia Los Colorados: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor (*)	Zona de influencia Los Colorados: Tipo de muestra y radionucleido analizado	Valor
Uranio natural en agua de consumo humano, Patquía	0,50 Bq/l (20,1 µg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Patquía	<LD
Uranio natural en aguas subterráneas (**)	0,13 Bq/l (5,3 µg/l)	Radio 226 en aguas subterráneas (**)	50,5 mBq/l
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (**)	32,4 mBq/l
Uranio natural en agua termal	<LD	Radio 226 en agua termal	70 mBq/l
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	0,05 Bq/g (2,1 µg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (**)	24 mBq/g

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en las distintas muestras.

LD uranio natural en aguas superficiales: 0,125 Bq/l (5 µg/l)

LD uranio natural en agua termal: 0,01 Bq/l (0,5 µg/l)

LD radio 226 en aguas de consumo: 4,6 mBq/l

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 0,025 Bq/µg.

(\*\*) Promedio de varios puntos de muestreo.

## Conclusiones

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido valores guía de concentración de actividad de radionucleidos para agua potable en el Capítulo 9 de la Revisión 3 de su "Guía para la Calidad del Agua Potable". En el caso de los distintos isótopos del uranio los valores guía recomendados para agua potable son 10 Bq/l, 10 Bq/l y 1 Bq/l para los isótopos uranio 238, uranio 234 y uranio 235, respectivamente. Si se comparan los valores medidos de concentración de actividad en aguas ambientales de la zona de influencia de los complejos minero fabriles, con los valores guía recomendados para agua potable por la OMS, se puede concluir que no se superan en ningún caso los valores guía recomendados por dicho organismo internacional para aguas potables.

Por otro lado, a fin de realizar la evaluación de los aspectos toxicológicos asociados a la concentración de uranio en aguas, corresponde tener en cuenta que la legislación nacional establece un nivel guía de 100 µg/l, tal como lo consigna la "Tabla 1 Niveles Guía de Calidad de Agua para Fuentes de Agua de Bebida Humana con Tratamiento Convencional" del Anexo II del Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley N° 24.051 "Residuos Peligrosos" y la "Tabla 1 Fuentes de Agua para Bebida Humana" del Anexo IV "Niveles Guía de Calidad de Agua, Suelo y Aire" de la Normativa Complementaria y Presupuestos Mínimos aprobada por el Consejo Federal de Minería el 16/08/1996, que complementa a la Ley N° 24.585 "Código de Minería".

El análisis de las determinaciones de la concentración de uranio efectuadas en aguas ambientales de las distintas zonas correspondientes a los complejos ci-

tados, indica que ninguno de los resultados informados supera el valor guía de 100 µg/l de concentración de uranio establecido en la legislación vigente y que tales resultados son marcadamente inferiores a ese nivel guía.

En el caso de las determinaciones de radio 226 en aguas, todos los valores medidos resultan ser marcadamente inferiores al valor guía de concentración de actividad recomendado para agua potable por la OMS (1 Bq/l), en el Capítulo 9 de la Revisión 3 de su “Guía para la Calidad del Agua Potable”.

Respecto a las determinaciones realizadas en muestras de sedimentos, a modo de referencia se comparan los valores medidos con los valores reportados en el año 2006 por el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR, por su sigla en inglés) para radionucleidos naturales medidos en muestras ambientales de suelos de diferentes países.

A continuación se presentan los valores mínimos y máximos medidos de ambos radionucleidos naturales (uranio 238 y radio 226) en las muestras analizadas en las zonas de influencia de las distintas instalaciones asociadas a la minería de uranio, junto a los correspondientes valores mínimos y máximos reportados por UNSCEAR.

	Uranio 238 (Bq/kg) valor mínimo	Uranio 238 (Bq/kg) valor máximo	Radio 226 (Bq/kg) valor mínimo	Radio 226 (Bq/kg) valor máximo
Rango de valores UNSCEAR	0,5	1000	0,8	1000
Rango de valores medidos	7,2	138	20	812

Tanto para el uranio como para el radio 226, todas las muestras analizadas resultaron ser compatibles con los valores de concentración de estos radionucleidos encontrados habitualmente en la naturaleza.

Con respecto a la tasa de emanación de radón en yacimientos, los valores medidos resultaron ser similares a los determinados en los últimos diez años.

## Monitoraje ambiental no relacionado con las instalaciones nucleares

Se determinaron las concentraciones de radionucleidos de interés en muestras de aire, agua de lluvia, leche, y alimentos varios. Las muestras de frutas y verduras de diferentes especies fueron adquiridas en el Mercado Central de Buenos Aires.

Con respecto al muestreo de aerosoles, el equipo muestreador se encuentra ubicado en la Sede Central de la ARN, Avenida Libertador N° 8250, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En el plan de monitoraje efectuado durante el año 2009 se recolectaron 78 muestras y se efectuaron sobre las mismas diversos tipos de análisis y determinaciones radioquímicas de los distintos radionucleidos de interés.

Se detectaron niveles muy bajos de estroncio 90 en muestras de aire, atribuibles al fallout ambiental. Asimismo, los niveles de uranio natural medidos por espectrometría alfa en las muestras de aire son consistentes con los resultados reportados por la bibliografía internacional para sitios no relacionados con instalaciones nucleares (UNSCEAR 2000-2008).

La concentración de actividad medida en las diferentes muestras analizadas se presenta en las tablas siguientes:

Concentración de actividad en muestras de aerosoles totales en aire ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )					
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	período	uranio (*)
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	1º semestre 09	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD		
3º trimestre 09	<LD	<LD	2,04		
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD	2º semestre 09	7,11(0,0003 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de aerosoles totales en aire.

LD (cesio 137): 0,67  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cobalto 60): 0,67  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (estroncio 90): 1,85  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (uranio): 2,36  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  (0,0001  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

(\*) Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 25 400  $\mu\text{Bq}/\mu\text{g}$ .

Concentración de actividad en muestras de agua de lluvia ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ )			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de lluvia.

LD (cesio 137): 0,15  $\text{Bq}/\text{m}^2$

LD (cobalto 60): 0,13  $\text{Bq}/\text{m}^2$

LD (estroncio 90): 0,05  $\text{Bq}/\text{m}^2$

Concentración de actividad en leche ( $\text{Bq}/\text{l}$ )			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 09	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 09	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua de lluvia.

LD (cesio 137): 0,01  $\text{Bq}/\text{l}$

LD (cobalto 60): 0,01  $\mu\text{Bq}/\text{l}$

LD (estroncio 90): 0,04  $\text{Bq}/\text{l}$

Concentración de actividad en vegetales (Bq/kg)						
período	Verduras de hoja			Verduras de raíz		
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
período	Otras verduras			Frutas		
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2º semestre 09	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de vegetales y frutas.

LD (cesio 137): 0,01 Bq/kg

LD (cobalto 60): 0,02 Bq/kg

LD (estroncio 90): 0,05 Bq/kg

### Fuentes naturales: medición de radón en viviendas

En las últimas décadas se ha determinado que la fuente de radiación de origen natural que más contribuye a la dosis efectiva recibida por el ser humano es un gas (incolores, insípido e inodoro) denominado radón. El Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR, por su sigla en inglés) ha estimado que el radón y los radionucleidos resultantes de su desintegración, contribuyen, aproximadamente, con las tres cuartas partes de la dosis efectiva recibida por el hombre debida a fuentes naturales terrestres, y con, aproximadamente, la mitad de la recibida de la totalidad de las fuentes naturales. La mayor parte de la dosis debida al radón, especialmente en ambientes cerrados, proviene de los radionucleidos resultantes de su desintegración.

El radón se presenta en dos formas principales: el radón 222, uno de los radionucleidos presentes en el proceso de desintegración del uranio 238, y el radón 220 producido en las series de desintegración del torio 232. El radón 222 es unas 20 veces más importante, desde el punto de vista radiológico, que el radón 220. Se trata de radioisótopos de un elemento químico de la familia de los gases nobles. Ambos elementos, el uranio y el torio, están presentes en la corteza terrestre en concentraciones promedio relativamente grandes (muy superiores al oro y al platino, por ejemplo).

El radón fluye del suelo en todas partes de la tierra, pero sus niveles en el ambiente varían mucho de un lugar a otro. Las concentraciones de radón en el interior de los edificios son, en promedio, unas 8 veces superiores a las existentes en el exterior. Si bien los materiales de construcción contienen elementos radiactivos naturales y suelen ser fuentes de emanación de radón, el terreno en el que se asientan las viviendas es casi siempre la fuente más importante. En países de clima frío, como en el caso de Suecia y Finlandia, donde las viviendas se mantienen cerradas la mayor parte del año y con un mínimo intercambio de aire

con el exterior, la concentración de radón supera los 800 Bq/m<sup>3</sup>. Debido a su importancia radiológica, surgió la necesidad de conocer los valores de concentración de radón en viviendas de diferentes ciudades de nuestro país, de manera de poder estimar la exposición de la población.

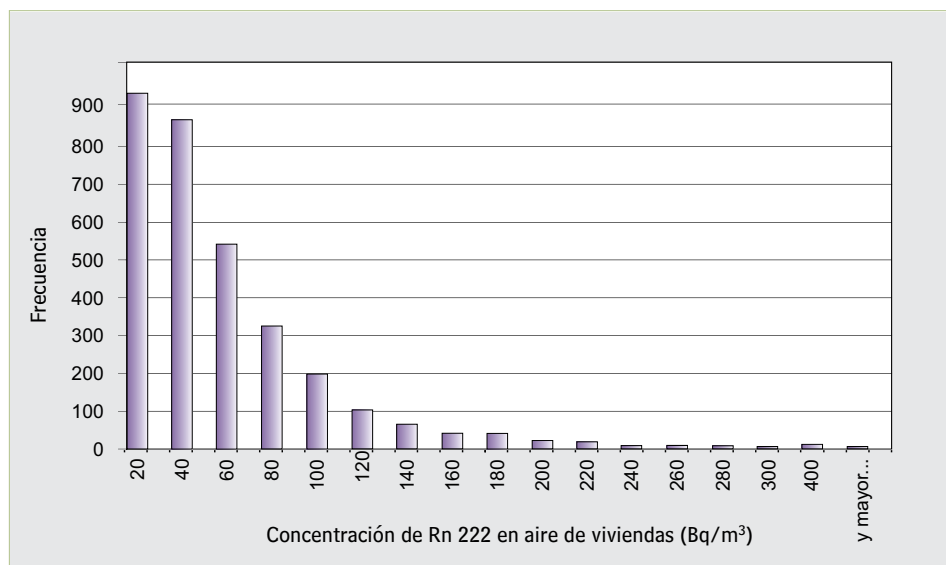
A continuación, en la tabla siguiente, se indican las distintas ciudades del país con el número de viviendas analizadas desde el año 1983 a la fecha, y la concentración de radón promedio determinada en cada caso:

Mediciones realizadas de la concentración de radón en el interior de viviendas			
Provincia	Promedio (Bq.m <sup>3</sup> )	Número de viviendas	Sistema de medición utilizado*
Mendoza	46,5	1253	1,2,3,4
Corrientes	47,9	109	1
Buenos Aires	33,2	464	1,2,3,4
Chaco	49,4	35	1
Santa Fe	31,5	61	1
San Luis	41,9	228	1,3,4
Chubut	67,7	386	1,3,4
Santiago del Estero	26,9	80	1
Río Negro	35,2	73	1,4
Córdoba	58,1	369	1,4
Entre Ríos	79,4	17	4
Tierra del Fuego	28,1	27	4
Salta	62,5	17	4
<b>Argentina</b>	<b>47,3</b>	<b>3119</b>	

\* Sistemas de medición: 1 Makrofol, 2 Electrets, 3 Carbón activado, 4 CR-39.

En la **Figura 24** se observa la distribución de la concentración de radón en viviendas, por rango de actividad:

**Figura 24.**  
 Distribución de la  
 concentración de  
 radón en  
 viviendas por  
 rango de  
 actividad



El valor medio de la concentración de radón, considerando las 3119 viviendas monitoreadas, desde 1983 hasta el año 2009 en todo el país, resultó ser de 47,3 Bq/m<sup>3</sup>.

Cabe recordar que la Norma Básica de Seguridad Radiológica establece que, cuando la concentración promedio anual de radón en el interior de las viviendas exceda los 400 Bq/m<sup>3</sup>, se deben adoptar medidas para reducir la concentración del gas radón, como, por ejemplo, ventilar los ambientes.

## Conclusiones

Del análisis de los resultados obtenidos se observa que los valores promedios de las distintas provincias argentinas se encuentran como máximo en 79,4 Bq/m<sup>3</sup>, no superando los 400 Bq/m<sup>3</sup>.

Por ello, se concluye en base a los resultados obtenidos hasta el momento que en Argentina los niveles de radón en el interior de viviendas se encuentran dentro de los valores aceptables para la población.

## Actividades de Apoyo Científico Técnico

La ARN desarrolla a través de su Gerencia de Apoyo Científico Técnico (GACT) tareas científico-tecnológicas de apoyo a su función regulatoria. Para ello cuenta con laboratorios y equipamiento apropiados, así como con personal especializado que lleva a cabo la implementación de metodologías, tanto en mediciones como en evaluaciones y sus validaciones, en las diferentes áreas de trabajo.

Se realizan tareas de apoyo al control regulatorio y de desarrollo, en las siguientes áreas específicas:

- ❑ Muestreos ambientales y de descargas y su correspondiente análisis.
- ❑ Evaluaciones de seguridad radiológica en la gestión de residuos radiactivos.
- ❑ Verificación de equipos de radiación.
- ❑ Dosimetría externa.
- ❑ Evaluación de la exposición interna en la industria nuclear y en las aplicaciones de radiofármacos en medicina nuclear.
- ❑ Dosimetría biológica.
- ❑ Evaluación de blindajes.
- ❑ Evaluaciones de seguridad radiológica para la prevención de accidentes de criticidad.

- ▣ Técnicas de medición de radón.
- ▣ Programa de asesoramiento médico en radioprotección a partir de evaluaciones dosimétricas y radiobiológicas.
- ▣ Indicadores diagnósticos y pronósticos aplicables a situaciones de sobreexposición accidental.
- ▣ Efectos de la irradiación prenatal sobre el sistema nervioso central en desarrollo.
- ▣ Técnicas de detección de ensayos nucleares.

En el Centro Atómico Ezeiza, la ARN dispone de aproximadamente 2000 m<sup>2</sup> de laboratorios instalados dedicados a: la dosimetría física (dosimetría termoluminiscente para gamma y neutrones, dosimetría de neutrones), la dosimetría biológica y dosimetría interna, la evaluación in vivo de la carga corporal debida a exposición interna, la radiopatología, los análisis radioquímicos de muestras de descargas, ambientales y de inspección (espectrometría gamma y alfa, medición de actividad alfa y beta total, laboratorios de medición de actividad de bajo fondo y laboratorios radioquímicos de análisis específicos de radionucleidos), la medición de radón, muestreo de descargas y la determinación de la eficiencia de filtros.

En los laboratorios de análisis radioquímicos, se analizan en forma rutinaria muestras de distintos tipos, entre ellas: aguas, suelos, sedimentos, vegetales, filtros y eventualmente muestras biológicas (orinas, heces y soplidos nasales), para la determinación de diferentes radionucleidos emisores alfa, beta y gamma. Se analizan también muestras provenientes de inspecciones y auditorías regulatorias.

En los laboratorios de mediciones de radiación, se realizan mediciones programadas y no programadas de carga corporal con el fin de determinar el cumplimiento de niveles apropiados de protección de las personas. Asimismo con el fin de realizar la evaluación de distintas situaciones de sobreexposición se aplican dosímetros e indicadores biológicos.

En el área de la dosimetría física se efectúan mediciones rutinarias de dosimetría personal y determinaciones de campos de radiación y las dosis involucradas en reactores, conjuntos críticos y aceleradores de uso médico y de investigación, así como la participación en las auditorías e inspecciones a las instalaciones, con fines regulatorios.

Los laboratorios y el personal que realiza la evaluación de la exposición interna participan regularmente en intercomparaciones de carácter internacional con el objeto de mantener los estándares requeridos para su funcionamiento y organizan intercomparaciones en el ámbito nacional y en la región latinoamericana.

Tanto los laboratorios como otros grupos de trabajo pertenecientes a la GACT, que participan en proyectos coordinados de investigación, proyectos de colaboración y actividades en el marco del programa de cooperación técnica del



OIEA, desarrollan actividades de investigación y desarrollo en apoyo a la actividad regulatoria y contribuyen con los grupos involucrados en la preparación para la respuesta frente a emergencias radiológicas y nucleares, y participan también en redes regionales e internacionales.

El Laboratorio de Dosimetría Biológica de la ARN, integrado a la red RANET (Response Assistance Network) perteneciente al sistema de respuesta y asistencia en situaciones de emergencias del Organismo Internacional de Energía Atómica, brinda asistencia para la estimación dosimétrica de personas involucradas en incidentes y accidentes ocurridos en la región latinoamericana.

### **Acreditación de laboratorios**

Los siguientes laboratorios de ensayo para control ambiental, han sido acreditados ante Organismo Argentino de Acreditación (OAA) -miembro de ILAC- conforme a la Norma internacional IRAM 301 ISO/IEC 17025/2005: Espectrometría Gamma desde febrero de 2007, Uranio por Fluorimetría y por Fosforescencia Cinética (KPA) desde marzo 2008, Tritio en agua desde marzo de 2009. La acreditación referida incluye la Técnica de Gestión de Muestras. Asimismo, se alcanzó la acreditación del Laboratorio de Calibración de Detectores también en marzo de 2009. A fines de 2009, se recibió a los Evaluadores del OAA para la Acreditación del Laboratorio de Dosimetría Biológica, estimándose alcanzar la acreditación correspondiente en los primeros meses del 2010. En tanto que las técnicas restantes están en proceso de implementación para su posterior acreditación. A los efectos del aseguramiento de la calidad de las mediciones y con el fin de producir resultados comparables, los laboratorios participan habitualmente en ejercicios de intercomparación con otros laboratorios internacionales y operan con patrones certificados para asegurar la trazabilidad de las mediciones.

## **Actividades en materia de Asuntos Nucleares y Comunicación Institucional**

### **Relaciones Institucionales**

En el cumplimiento de su función regulatoria, la ARN mantiene una intensa y variada interacción con instituciones nacionales y extranjeras, gubernamentales y no gubernamentales, como asimismo con organismos de índole internacional.

Al respecto, la ARN interviene en la negociación de instrumentos internacionales relativos al accionar regulatorio nuclear, así como en su posterior implementación, y participa en la definición de las políticas en materia regulatoria, que el país mantiene en distintos foros internacionales.

El vínculo con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) reviste una importancia primaria para la ARN. Este vínculo tiene tres niveles fundamentales:

la asistencia a las reuniones periódicas de los llamados “órganos rectores” del OIEA; la participación en grupos de expertos de alto nivel que asesoran al Director General del OIEA sobre cuestiones de seguridad nuclear y de salvaguardias, así como en actividades relacionadas con la negociación o implementación de convenciones internacionales significativas para la seguridad nuclear y; la provisión de expertos para actuar en misiones de asistencia técnica a diversos países y en la elaboración de publicaciones especializadas en seguridad, como así también en la capacitación de becarios extranjeros.

Debe destacarse que nuestro país está representado, a través de funcionarios de la ARN, en los cuatro comités técnicos que funcionan en el marco del proceso de preparación y examen de normas de seguridad establecido en la Secretaría del OIEA. Estos son:

- ▣ Comité sobre Normas de Seguridad Radiológica (RASSC)
- ▣ Comité sobre Normas de Seguridad Nuclear (NUSSC)
- ▣ Comité sobre Normas de Seguridad para la Gestión de Desechos (WASSC)
- ▣ Comité sobre Normas de Seguridad en el Transporte (TRANSSC)

Además especialistas de la ARN integran otros importantes comités, en particular el Grupo Asesor Permanente sobre Implementación de Salvaguardias (SAGSI), la Comisión sobre Normas de Seguridad (CSS) y El Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR).

La ARN integra el Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares y forma parte de la Red de Reguladores de Países con Programas Nucleares Pequeños (NERS, por su sigla en inglés).

---

## Convenios y acuerdos de cooperación nacionales

---

Una de las tareas más importantes en el ámbito de las relaciones institucionales ha sido la negociación de convenios nacionales e internacionales. La ARN mantiene vigentes un conjunto de convenios y acuerdos de cooperación con universidades nacionales y extranjeras, con hospitales públicos, Policía Federal Argentina, Prefectura Naval Argentina y Ejército Argentino, y con autoridades regulatorias de Alemania, Armenia, Canadá, Egipto, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Reino Unido, Sudáfrica, Suiza, Uruguay, entre otros.

### Convenios nacionales

Durante el año 2009 la ARN ha continuado las negociaciones para la firma de Convenios o Acuerdos Específicos con los siguientes organismos e instituciones del ámbito nacional:

- ▣ Con la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) para la adopción de medidas de coordinación y acción en común en materia de programas,

proyectos de investigación, desarrollo y enseñanza en áreas de interés mutuo.

- ❑ Con el Ministerio de Salud del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para la firma de un Convenio de Cooperación que garantice una adecuada respuesta asistencial en casos de pacientes con sobre-exposición a radiaciones ionizantes.
- ❑ Con la Armada Argentina.
- ❑ El Acuerdo Específico N° 2 con la Comisión Nacional de Energía Atómica en el marco del Convenio suscripto en noviembre de 2004 entre ambas instituciones.

Asimismo, se encuentra en su etapa final de renovación el Convenio con la Secretaría de la Gestión Pública de la Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación para la puesta en marcha de acciones de Asistencia Técnica para la formulación, ejecución y actualización periódica del Plan Estratégico de la ARN, la implementación del Sistema de Información para la Gestión y la Reingeniería de Procesos.

Se iniciaron conversaciones para la firma de Convenios de Cooperación con:

- ❑ La Universidad de Belgrano.
- ❑ La Universidad del Salvador.

### Convenios internacionales

En el ámbito internacional, durante 2009 la ARN ha suscripto los siguientes convenios y temas de trabajo:

El 23 de abril de 2009 se firmó el “Arreglo Administrativo entre la Comisión de Seguridad Nuclear Canadiense y la Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina para la Importación y Exportación de Fuentes Radiactivas”.

El 14 de setiembre se firmó el Acuerdo entre la Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH (GRS) de Alemania y la ARN titulado: “Arrangement on Cooperation, Consultancy and Coordination for Nuclear Reactors”.

En setiembre se firmó el Convenio entre la ARN y la Comisión Nacional para el Control de Actividades Nucleares (CNCAN) de Rumania para la Cooperación Técnica y el Intercambio de Información en materias de Regulación Nuclear.

Con fecha 22 de setiembre se firmó el Acuerdo entre TÜV Nord / Süd y la ARN titulado: “Arrangement on the Provision of Consultancy, Assessment and Inspection Services”.

Durante el año 2009 se firmaron Temas de Trabajo en asesoramiento y servicios para el licenciamiento de Atucha II, anexos a los acuerdos marco con GRS (8) y TÜV NORD/SÜD (10).

Durante el año 2009 se firmó un anexo de trabajo entre la Universidad de Purdue de los Estados Unidos y la ARN.

Se firmó un anexo de trabajo entre el Laboratorio Nacional Sandia (perteneciente al Departamento de Energía de Estados Unidos) y la ARN.

## Actividades de cooperación

### Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares

Se realizó la XIV reunión Plenaria del Foro en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina entre el 25 y el 26 de junio, en la que:

- ▣ Se continuó con el desarrollo del programa técnico a implementar en el marco del Programa Extrapresupuestario de Seguridad en Iberoamérica del OIEA.
- ▣ Se ratificó a Brasil como sede del Hospedaje del Servidor de la Red Iberoamericana del Conocimiento.
- ▣ Se aprobó plan de trabajo 2009/2010 y su presupuesto.

### Reuniones con la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC)

La ABACC fue constituida por el Acuerdo para el Uso Exclusivamente Pacífico de la Energía Nuclear firmado entre Argentina y Brasil en el año 1991. La estructura de la ABACC está formada por dos órganos: la Comisión y la Secretaría. La Comisión es la instancia de máxima jerarquía de la Agencia. Está compuesta por cuatro miembros, dos representantes de cada país, y su función es orientar y establecer rumbos para las actividades de la Secretaría y aprobar las decisiones y los reglamentos que posibilitan el trabajo de la ABACC. La Secretaría incluye todo el cuerpo técnico y de apoyo de la ABACC.

En ese sentido, la ARN participa en las reuniones periódicas de la Comisión de la ABACC, como así también mantiene una fuerte vinculación institucional con dicho organismo a través de su participación en las reuniones de coordinación y en las distintas actividades de cooperación y asistencia técnica.

Evento	Lugar	Fecha
Reunión de Coordinación ARN/ABACC	Buenos Aires, Argentina	27 de marzo 10 y 11 de setiembre
Reunión Tripartita ARN/ABACC/OIEA	Buenos Aires, Argentina	10 de marzo
Reunión de la Comisión de la ABACC	Río de Janeiro, Brasil	26 de marzo 7 de agosto 30 de noviembre

## Interacción con Organismos internacionales y extranjeros

Como continuación de las actividades de cooperación con la Comunidad Europea-EURATOM, en mayo de 2009 esta ARN recibió a una delegación de la Comunidad Europea (CE), se realizaron varias reuniones y una visita al Centro Atómico Ezeiza.

## Representación Institucional

La ARN participó en la reunión de Consultas Nucleares que mantuvieron los sectores nucleares de Argentina y Canadá, los días 1º y 2 de junio de 2009 en Buenos Aires. Durante la misma se analizó el estado de los programas nucleares argentino y canadiense, así como las distintas áreas de cooperación nuclear entre ambos países.

En ese marco tuvo lugar la reunión de consultas entre la ARN y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear de Canadá, en cumplimiento del Arreglo Administrativo previsto en el Acuerdo gobierno a gobierno.

La ARN participó en la sexta reunión del “Comité Conjunto de Cooperación en Energía Nuclear” entre los sectores nucleares de la Argentina y Estados Unidos, realizada entre los días 30 de junio y 2 de julio de 2009 en Washington, Estados Unidos. Durante la misma, se revisó el estado de las distintas áreas de cooperación nuclear entre ambos países y se acordaron una serie de acciones futuras.

El día 1º de julio de 2009, en Washington, tuvo lugar la decimocuarta reunión del Grupo de Coordinación Permanente (PCG) entre el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) y la ARN, donde se discutió el estado de los proyectos conjuntos.

## Comisión Binacional con Brasil para la implementación de proyectos específicos en el campo del uso pacífico de la energía nuclear

La Comisión Binacional de Energía Nuclear (COBEN) fue establecida de conformidad con los términos de la Declaración firmada el 22 de febrero de 2008 por la Señora Presidenta de la República Argentina y el Señor Presidente de la República Federativa del Brasil.

La COBEN está integrada por el Presidente de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) de la República Argentina, por el Presidente de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) de la República Federativa del Brasil, por el Presidente del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear de la República Argentina, por un representante del “Departamento de Radioproteção e Segurança” (DRF/CNEN), por un representante del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la República Argentina y por un

representante del Ministerio de Relaciones Exteriores de la República Federativa del Brasil.

En cumplimiento de la decisión adoptada por la COBEN el 12 de diciembre de 2008, se iniciaron los proyectos regulatorios el 1° de marzo de 2009 y se han mantenido las sucesivas reuniones de la COBEN.

### Reuniones de la COBEN

Evento	Lugar	Fecha
7ma COBEN	Buenos Aires, Argentina	17 de febrero
8va COBEN	Buenos Aires, Argentina	27 de marzo

### Régimen de No Proliferación Nuclear

El régimen internacional de la no proliferación nuclear constituye el marco político y de obligaciones dentro del cual se desarrollan las actividades nucleares de los países. El elemento básico de dicho régimen es el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP).

El régimen incluye también instrumentos tales como Tratados que crean zonas libres de armas nucleares, Acuerdos de Cooperación Nuclear entre gobiernos, así como agrupamientos de países que acuerdan política en materia de transferencias.

Una de las más importantes de tales exigencias se refiere a la aplicación de controles de salvaguardias del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) sobre los materiales nucleares. La no proliferación nuclear implica que las transferencias de materiales, equipo y tecnologías estén acompañadas de exigencias en materia de garantías de uso pacífico. Tales garantías deben ser provistas por los países receptores.

La República Argentina sostiene una política comprometida en materia de no proliferación y viene desarrollando una serie de normativas y procedimientos internos tendientes a garantizar la seguridad de los materiales que puedan ser utilizados para la construcción de armas de destrucción masiva.

En ese sentido y en el campo nuclear, la Argentina ha ratificado el TNP. Desde que adhirió a él en 1995, nuestro país ha abogado por su universalización, su fortalecimiento y su aplicación íntegra en los diferentes foros multilaterales y en sus relaciones bilaterales con terceros Estados.

En el ámbito regional, la Argentina es Parte del Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina (Tratado de Tlatelolco).



En el ámbito bilateral, nuestro país ha desarrollado una inédita medida de construcción de confianza en el campo de la energía nuclear con la República Federativa del Brasil a través de la firma en 1991 del Acuerdo para el Uso Exclusivamente Pacífico de la Energía Nuclear, el cual estableció la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC), órgano encargado de verificar las actividades nucleares de ambos países.

La política argentina en materia de no proliferación nuclear se completa con la pertenencia de nuestro país al Grupo de Países Proveedores Nucleares (NSG) y al Comité Zangger.

Consistente con esta política y estos compromisos internacionales, la Argentina decidió establecer controles eficaces sobre exportaciones que pudieran ser relevantes para la producción de armas de destrucción en masa.

### **Control de Exportaciones**

El Poder Ejecutivo estableció en 1992 (Decreto N° 603/92) la Comisión Nacional de Control de Exportaciones Sensitivas y Material Bélico (CONCESYMB). Esta normativa reglamenta la venta al exterior de algunos materiales, equipos y tecnología, asistencia técnica y servicios de índole nuclear y misilística, así como también de sustancias químicas que puedan contribuir a la producción y despliegue de misiles y armas nucleares, químicas y bacteriológicas.

La CONCESYMB está integrada en todos los casos por el Ministerio de Defensa, quien ejerce además la Secretaría Ejecutiva de la Comisión; el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas; y el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Para los casos relativos a transferencias nucleares y de acuerdo con sus responsabilidades en la materia, el cuarto miembro es la ARN.

Esta regulación no pretende restringir el comercio legítimo, sino que incorpora criterios internacionales y coincide con los controles establecidos por otros países. En este sentido, corresponde destacar que la Argentina apoya firmemente la utilización de la energía nuclear exclusivamente para fines pacíficos, y considera imprescindible asegurar todo tipo de exportación en ese campo sea efectuada en forma responsable bajo estrictos controles que den seguridad sobre tal utilización.

Como criterio general, resulta obligatorio obtener una autorización previa de la Comisión Nacional para las exportaciones alcanzadas por la reglamentación de control de exportaciones. Las solicitudes son analizadas caso por caso y la decisión sobre su eventual aprobación se toma teniendo en cuenta el compromiso de la Argentina con la no proliferación de armas de destrucción masiva, las consideraciones internacionales pertinentes (marco regional, característi-

cas y situación del país de destino, etc.) y las condiciones específicas que se establecen para cada supuesto concreto.

El establecimiento y funcionamiento de la CONCESYMB es una de las señales políticas más significativas dadas por nuestro país respecto de su compromiso con la no proliferación, así como de su vocación para ser un participante activo en el comercio internacional de bienes y tecnologías de avanzada.

### **Participación de la ARN en la CONCESYMB**

Según el Decreto N° 603/92 y sus normas complementarias y modificatorias, la ARN es el miembro de la Comisión para los casos relativos a las transferencias del área nuclear. La ARN viene participando, desde su creación, de las reuniones periódicas celebradas por la Comisión, habiendo preparado y emitido los correspondientes dictámenes ante las solicitudes presentadas, así como suscripto las licencias de exportación y certificados de importación correspondientes.

Durante el curso del año 2009, la ARN ha participado de todas las reuniones llevadas a cabo por la Comisión. Se firmaron dos licencias previas de exportación y se informó a las empresas exportadoras sobre aquellos casos que no requieren de la firma de una licencia previa para su exportación. Se actualizaron, en concordancia con la normativa internacional en la materia, los listados de control correspondientes al área nuclear para su incorporación a la legislación nacional vigente referida al control de las exportaciones sensitivas.

### **Actividades de la ARN en el área de control de exportaciones e importaciones**

A solicitud de los Gobiernos de empresas exportadoras se brindaron, a través del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, las garantías necesarias para la importación al país de materiales requeridos por empresas argentinas del ámbito nuclear. En tal sentido, en el curso del año 2009, la ARN emitió trece (13) instrumentos con dichas características.

Asimismo, y en virtud de las Resoluciones ARN N° 66/2004 (BO 30486) y AFIP N° 1946/2005 (BO 30747), se intervino en los pedidos presentados por empresas argentinas solicitando autorización para la exportación-importación de materiales y equipos de interés radiológico y nuclear.

### **Grupo de Países Proveedores Nucleares (NSG)**

Durante 2009 el NSG continuó analizando posibles modificaciones a sus lineamientos de control, en especial las condiciones a exigir en el caso de transferencias de tecnologías consideradas particularmente sensitivas, i.e. enriquecimiento y reprocesamiento. La ARN contribuyó a la formulación de la posición argentina en la materia, y participó de las reuniones del Grupo y otras negociaciones conexas. El objetivo de la participación del país es el de asegurar la existencia de un equilibrio adecuado entre las exigencias del NSG y

el derecho de los países, tanto poseedores de dichas tecnologías como receptores, a participar plenamente en el intercambio de las mismas y a desarrollarlas a nivel nacional.

### **Seguridad física nuclear**

Durante 2009 uno de los temas importantes de la agenda nuclear continuó siendo el de la seguridad física nuclear (“nuclear security” en inglés). Desde los inicios la actividad prestó especial atención a la protección de los materiales nucleares, por ser eventualmente utilizables en un dispositivo nuclear explosivo. Más recientemente, sin embargo, el potencial uso no autorizado y malevolente de los otros materiales radiactivos (ej. los de alta actividad utilizados en equipos médicos) se fue convirtiendo en una preocupación que llevó a la consideración activa de medidas para aumentar la seguridad física de los mismos (i.e. impedir el acceso a ellos).

A lo largo del año se avanzó en la elaboración de una propuesta de política institucional precisa sobre la temática, teniendo en cuenta estos nuevos desafíos y la competencia técnica y legal de la ARN en la fiscalización del uso adecuado de los materiales radiactivos. Se tuvieron en cuenta asimismo las recomendaciones que están siendo discutidas por la comunidad internacional, en particular en el seno del OIEA. Al respecto se analizaron los borradores de documentos del OIEA en la materia, enviándose propuestas de modificaciones a las mismas y asistiendo a las reuniones de discusión de tales documentos.

En octubre el Presidente de los EE. UU., Barack Obama, convocó a una cumbre presidencial sobre seguridad física nuclear, que se desarrollará en Washington, en abril de 2010, e invitó a la Presidenta argentina, Cristina Fernández de Kirchner. En ella participarán los Jefes de Estado o de Gobierno de 44 países, para acordar una aproximación compartida respecto de la trascendencia del desafío, y de las medidas que puedan adoptarse para mejorar a nivel global la seguridad física, en especial de los materiales nucleares. La ARN se integró al equipo argentino que, bajo la coordinación del Ministerio de Relaciones Exteriores, preparará la posición a llevar a la Cumbre, para consideración de la máxima autoridad del país

### **Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (CTBT)**

El Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (CTBT) aprobado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en setiembre de 1996, es objeto de trabajo de distintos sectores de la ARN. En efecto, a los fines de verificar el cumplimiento de la obligación básica del Tratado se establece un Sistema Internacional de Vigilancia que prevé el uso de diversas técnicas de detección; en el caso de las técnicas de radionucleidos y de infrasonido, la ARN es el organismo argentino responsable.

En el curso del año 2009 y en el marco del establecimiento del Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) del CTBT, se desarrollaron las siguientes actividades:

- ▣ Se continuó la negociación con la Secretaría Técnica Provisional (STP) de una propuesta técnica y económica respecto de los trabajos de operación y mantenimiento que realiza la ARN en la estación RN03 Bariloche, RN01 Buenos Aires y su sistema de gases nobles ARIX-02.
- ▣ En el mes de abril se recibió la visita de certificación para el sistema de gases nobles ARIX-02.

Por otra parte, en el marco de la relación que mantiene esta ARN con la STP del CTBTO, durante los meses de mayo y agosto de 2009, se recibieron visitas de funcionarios del área de radionucleidos y de Inspecciones in-situ de la STP y se discutieron distintos aspectos de la implementación del Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) del CTBT en Argentina.

Asimismo, aprovechando la presencia en Viena de funcionarios de la ARN con motivo de la Junta de Gobernadores del OIEA, se mantuvieron reuniones de coordinación con miembros de la STP y la Embajada Argentina, en los meses de marzo, junio y setiembre.

En el cuadro siguiente se detallan los cursos y/o reuniones que tuvieron lugar durante 2009:

Evento	Lugar	Fecha
Reunión del Grupo de Trabajo B de la STP (1 funcionario)	Viena, Austria	9 al 27 de febrero 24 de agosto al 4 de setiembre
Programa de entrenamiento técnico para Operadores de Estaciones de Radionucleidos (1 funcionario)	Meriden, Connecticut Estados Unidos	28 y 29 de abril
Taller sobre Desarrollo de capacidades (2 funcionarios)	México DF, México	12 al 14 de agosto
Programa de Entrenamiento Técnico Regional para Operadores de Estaciones del IMS (2 funcionarios)	Brasilia, Brasil	5 al 9 octubre
Taller de Tecnología de Infrasonido 2009 (1 funcionario)	Brasilia, Brasil	2 al 6 noviembre
Curso Avanzado sobre Desarrollo de Capacidades para Personal Técnico de los Centros Nacionales de Datos –NDC- (1 funcionario)	Santiago de Chile, Chile	16 al 27 de noviembre
Reunión de expertos EMRS-09 (10 funcionarios)	Buenos Aires, Argentina	23 al 27 de noviembre
Taller Informal de Laboratorios de Radionucleidos (2 funcionarios)	Seattle, Estados Unidos	7 al 9 diciembre

## Comunicación Institucional

En el marco de la elaboración del Plan Estratégico de Comunicación (PEC), durante 2009 se trabajó activamente en la inserción de la ARN en la sociedad, a través de la difusión de la imagen y la comprensión de la política institucional por los miembros de la institución como así también por los diversos sectores y actores sociales interesados o potencialmente afectados por aspectos del accionar regulatorio.

Por un lado, se diseñó una estrategia de comunicación institucional a fin de crear una nueva imagen e identidad pública del organismo. En particular, se realizaron labores de difusión de la imagen regulatoria en diversas zonas, principalmente aquellas de posibles conflictos y crisis en materia de percepción pública de las actividades nucleares, como ser Embalse (Provincia de Córdoba), San Rafael (Provincia de Mendoza), Zárate y Lima (Provincia de Buenos Aires).

En esa línea de trabajo, durante el simulacro de accidente nuclear en la Central Nuclear Embalse se asistió al Grupo de Emergencias en el desarrollo de actividades de difusión e instalación de la imagen de la ARN con diversas instituciones, sectores y actores sociales.

Por otra parte, se avanzó en la vinculación y articulación con los medios de comunicación de acuerdo a la estrategia definida, dando respuesta a todos los requerimientos realizados por los distintos medios de difusión, como así también mediante la coordinación de eventos con la prensa (entrevistas, visitas y conferencias).

Desde esta perspectiva, durante 2009 se buscó avanzar en el armado de redes de comunicación con instituciones gubernamentales y no gubernamentales nacionales, provinciales y municipales, en función de proponer cursos de acción efectivos al Directorio de la ARN.

Razón por la cual y como consolidación de este esquema de trabajo, se prevé avanzar durante 2010 en la implementación de líneas de acción estratégicas del PEC, en virtud de avanzar en el desarrollo de la comunicación interna y externa de la ARN.

## Información Técnica

La actualización permanente de la página Web institucional de la ARN permite, tanto a los usuarios de material radiactivo como al público en general, conocer el accionar de la institución, garantizándose de esta forma el acceso a la información y a la transparencia. Asimismo, la publicación de Normas Regulatorias, Memorias Técnicas, Informes Anuales, Manuales de

Cursos y Publicaciones especializadas, contribuyen a los objetivos citados precedentemente.

En la página web de la ARN (<http://www.arn.gob.ar>) puede obtenerse, además de información general sobre la ARN, el texto completo de:

- ❑ Normas regulatorias.
- ❑ Leyes y decretos referidos al área regulatoria.
- ❑ Régimen de Tasas por licenciamiento e inspección.
- ❑ Régimen de Sanciones.
- ❑ Permisos, licencias y autorizaciones de operación emitidas.
- ❑ Cursos de capacitación dictados por la ARN.
- ❑ Informes anuales.
- ❑ Memorias técnicas.
- ❑ Comunicados de prensa.
- ❑ Informe Nacional de la Convención sobre Seguridad Nuclear y de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos.
- ❑ Medición y evaluación de agua potable en Ezeiza.

Durante 2009 se mantuvo la Red Informática Interna (Intranet), conteniendo el archivo central de toda la información técnica necesaria a fin de cumplir con los objetivos asignados por la ley.

## Publicaciones y documentos de la ARN

La ARN edita las siguientes publicaciones y documentos:

### Normas Regulatorias

Las Normas Regulatorias emitidas por la ARN están publicadas en la página web del organismo. Además, se edita una publicación que contiene el texto completo de las normas regulatorias vigentes en materia de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias, protección y seguridad física y transporte de material radiactivo.

### Guías Regulatorias

La ARN genera Guías Regulatorias destinadas a presentar recomendaciones que pueden ser utilizadas como información orientativa para facilitar el cumplimiento de las normas vigentes.

### Informe Anual de Actividades

Los informes anuales resumen las principales actividades de regulación y fiscalización realizadas por año calendario en materia de seguridad radiológica



y nuclear, salvaguardias y protección y seguridad física sobre el conjunto de instalaciones y prácticas con radiaciones ionizantes distribuidas en el país.

Este informe, enviado regularmente desde 1995 al Honorable Congreso de la Nación, describe el sistema regulatorio argentino, las instalaciones bajo control y las principales actividades regulatorias realizadas por el organismo en el período comprendido entre el 1º de enero y el 31 de diciembre de cada año.

### **Memorias Técnicas**

Las Memorias Técnicas de la ARN contienen el conjunto de trabajos publicados y/o presentados a congresos por los distintos grupos de trabajo de la institución en materia de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección y seguridad física. Incluye, asimismo, trabajos realizados por convenio entre la ARN y universidades u otros organismos del país y del exterior. La Memoria Técnica, de periodicidad anual, se edita regularmente desde la creación independiente de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

### **Manual de Curso de Radioprotección (Nivel técnico)**

Este Manual actualizado y reeditado durante 2009 responde al programa del Curso de Radioprotección (Nivel técnico) que se dicta durante ocho semanas en el cuarto trimestre del año en el Centro Atómico Ezeiza.

### **Material de difusión en simulacros de accidente nuclear**

Se editaron los folletos e instructivos correspondientes al simulacro de accidente nuclear realizado durante el año 2009 en la Central Nuclear Atucha I.

### **Publicaciones internas**

Estos documentos contienen información preliminar sobre diferentes temas técnicos en protección radiológica, salvaguardias y protección y seguridad física.

### **Plan de Trabajo y Presupuesto**

Se editó a principios de 2009 el Plan de Trabajo y Presupuesto de la ARN donde se describe el conjunto de Actividades y Proyectos a ser llevados a cabo durante el año. Este documento contiene el detalle de las tareas específicas de la ARN y el presupuesto asociado a cada una de ellas.

---

## **Centro de Información Técnica**

El Centro de Información / Biblioteca de la Autoridad Regulatoria Nuclear tiene como objetivo proveer de información bibliográfica, en material de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección y seguridad física, a científicos, técnicos y profesionales que desarrollan tareas regulatorias en esta institución,

como así también a usuarios externos a esta Autoridad que soliciten apoyo y orientación en el ámbito de la información documental.

El Centro de Información cuenta con dos unidades funcionales, ubicadas en Sede Central y otra en el Centro Atómico Ezeiza. Dichas unidades poseen servicios informatizados y una sala para la recuperación de la información, como ser: acceso a bases de datos propias de la ARN, como a remotas en línea vía Internet; préstamos de libros, informes técnicos, normas regulatorias nacionales e internacionales y publicaciones periódicas; préstamos interbibliotecarios; provisión de documentos primarios, especialmente artículos de revistas.

Además la Biblioteca participa con el Organismo Internacional de Energía Atómica, a través del oficial de enlace a nivel nacional, en la incorporación de documentos generados por la ARN a la base de datos INIS Database del OIEA. También forma parte de Redes de cooperación a nivel nacional y regional para la utilización de recursos compartidos, entre ellas la RRIAN (Red Regional de Información en el Área Nuclear) y la del CAICYT (Centro Argentino de Información Científica y Técnica).

## Capacitación y entrenamiento

Las prácticas bajo control regulatorio deben realizarse conforme a un determinado estándar de seguridad. Para mantener dicho estándar e introducir mejoras al mismo, la ARN, como parte de su sistema regulatorio, desarrolla un programa de capacitación para su personal y para usuarios que trabajan con radiaciones ionizantes. Esta capacitación de los usuarios es esencial para operar bajo condiciones de buena práctica y para mantener un adecuado nivel de seguridad.

La formación de especialistas en seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección y seguridad física a través de cursos de capacitación y de la participación en congresos y reuniones de expertos a nivel nacional e internacional, es una actividad permanente de la ARN.

Durante el año 2009 la ARN desarrolló, como lo viene haciendo con éxito desde hace 30 años, el Curso de Posgrado en Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación y el Curso de Posgrado en Seguridad Nuclear, ambos con el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el marco académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Además se dictó con normalidad el Curso en Protección Radiológica Nivel Técnico.

También en el año 2009 se puso en funcionamiento el Acuerdo de Largo Plazo firmado entre Argentina y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en setiembre de 2008, convirtiendo a la ARN en Centro de Capacitación

Regional del OIEA para la Seguridad Nuclear, Radiológica, del Transporte y de los Desechos para América Latina y el Caribe.

El Acuerdo de Largo Plazo entre la Argentina y el OIEA tiene como finalidad el fortalecimiento de la oferta de capacitación de la ARN, especialmente a través de los dos cursos de posgrado antes citados, y la ampliación de esa oferta académica a nuevos cursos y pasantías, que obedecerán a necesidades concretas de la región.

A continuación se especifica la oferta de capacitación de la ARN durante 2009 y la participación del personal en otros cursos.

Curso	Lugar y/o centro	Duración y/o fecha
Posgrado en Protección Radiológica y Seguridad de Fuentes de Radiación	Ciudad de Buenos Aires y Centro Atómico Ezeiza	30 de marzo 18 de setiembre
Módulo de Protección Radiológica del Curso de Metodología y Aplicaciones de los Radioisótopos (CNEA)	Centro Atómico Ezeiza	mayo a setiembre
Módulo de Protección Radiológica en el Curso de Especialistas en Física de la Radioterapia	Hospital Roffo	agosto-setiembre
Posgrado en Seguridad Nuclear	Centro Atómico Ezeiza	21 de setiembre al 11 de diciembre
Protección Radiológica (nivel técnico)	Centro Atómico Ezeiza	28 de setiembre al 27 de noviembre

Los participantes en los Cursos de Posgrado y de Protección Radiológica dictados por la ARN durante 2009, distribuidos por país de procedencia, se presentan en las siguientes tablas:

Curso Posgrado en Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación - 30/3 al 18/9	
País	Cantidad participantes
Argentina	12
Brasil	2
Chile	2
Costa Rica	1
Cuba	2
México	1
Panamá	2
Paraguay	1
Perú	1
Uruguay	1
Venezuela	3

Curso Posgrado en Seguridad Nuclear - 21/9 al 11/12	
País	Cantidad participantes
Argentina	9
Guatemala	1
México	1
Panamá	1
Perú	1
Uruguay	1
Venezuela	3

Curso de Protección Radiológica (Nivel Técnico) - 28/9 al 27/11	
País	Cantidad participantes
Argentina	21
Costa Rica	1
República Dominicana	1
Venezuela	2

## Sistemas Informáticos

La ARN posee una Red Informática de 350 estaciones de trabajo y servidores, los que se encuentran en el edificio de su Sede Central, y en las instalaciones ubicadas en el Centro Atómico Ezeiza y en la Central Nuclear Atucha II. Esta red permite a los usuarios trabajar en proyectos de grupo, compartiendo recursos y documentos, o cualquier otro tipo de información disponible en la red.

Sistemas Informáticos de la ARN ha iniciado un proceso de actualización tecnológica orientado principalmente a incrementar los niveles de seguridad, aumentar la productividad y la experiencia de los usuarios finales en los puestos de trabajo y optimizar la eficiencia en la gestión del centro de cómputos a través de la implementación de nuevas tecnologías.

Algunas acciones concretas que se están llevando a cabo como parte del mencionado proceso de actualización tecnológica son:

- Virtualización de Servidores
- Instalación de Microsoft Office
- Implementación y desarrollo de Microsoft Office SharePoint

Estas dos últimas acciones, permitirán facilitar la colaboración entre usuarios, ofrecer funcionalidades de administración de contenidos, implementar procesos de formularios y proveer acceso a la información de manera confiable y segura.