

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 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 ambiental alrededor de las centrales nucleares y demás instalaciones nucleares y complejos minero fabriles del país.
- ▣ 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 monitoreo ambiental.

- ▣ 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, además 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 2008:

AR10.12.1. Rev. 2 Gestión de Residuos Radiactivos.

Anteproyectos finalizados de Normas y Guías durante 2008:

AR 8.2.1. Rev. 1 Uso de Fuentes Selladas en Braquiterapia.

AR 8.2.2. Rev. 2 Operación de Aceleradores Lineales de Uso Médico.

Guía AR 6. Rev. 0 Niveles Orientativos de Exención.

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.

Los reactores y conjuntos críticos, junto con las instalaciones radiactivas relevantes y las instalaciones médicas, industriales y centros de investigación y docencia emplean radiaciones ionizantes, se presentan -agrupadas según el propósito que cumplen- en la tabla siguiente:

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	180
Centros de medicina nuclear	300
Instalaciones de gammagrafía	65
Aplicaciones industriales	301
Laboratorios de radioinmunoanálisis, Centros de investigación, y otras aplicaciones	693

(*) 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 2008, agrupado en las distintas áreas de control regulatorio se presenta a continuación.

Esfuerzo total de inspección

Área regulatoria	Días hombre
Seguridad radiológica y nuclear	2832
Salvaguardias	456
Protección física	156

Esfuerzo de inspección en seguridad radiológica y nuclear

Tipo de instalación	Días hombre
Reactores nucleares	1656
Instalaciones radiactivas Clase I	276
Aplicaciones médicas, industriales y de investigación y docencia	900

Esfuerzo de inspección en salvaguardias

Tipo de instalación	Días hombre
Reactores nucleares	264
Instalaciones radiactivas Clase I	192

Esfuerzo de inspección en protección física

Tipo de instalación	Días hombre
Reactores nucleares	57
Instalaciones radiactivas relevantes	99

La Argentina, atendiendo su obligación de cooperar con la Agencia Brasileña 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 2008, a 20 inspectores de la ARN que cumplieron inspecciones en instalaciones brasileñas totalizando un conjunto de 264 días hombre de inspección.

Durante el año 2008, la ARN emitió las licencias, permisos, autorizaciones y demás certificados regulatorios detallados a continuación:

Tipo de documento regulatorio	Cantidad
Licencias individuales	84
Autorizaciones específicas individuales	299
Licencias de operación	332
Permisos individuales	600
Certificados de transporte	10
Registros individuales	104
Registros institucionales	87
Autorizaciones de importación	579
Autorizaciones de exportación	675

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 2008 el Directorio de la ARN aplicó las siguientes sanciones debido a infracciones a la normativa regulatoria vigente:

Resolución N°	Fecha	Tipo de sanción
33/08	04/04/08	Multa
09/08 29/08 35/08 72/08 98/08 161/08	16/01/08 28/03/08 21/04/08 02/07/08 05/09/08 05/11/08	Apercibimientos

Proceso de Licenciamiento de Centrales Nucleares

Las tareas cumplidas en el 2008 se enmarcan principalmente en la decisión tomada por el Superior Gobierno de la Nación 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 en el año 2008 consistieron en evaluaciones de seguridad nuclear para las Centrales Nucleares en operación, Central Nuclear Atucha I (CNA I) y Central Nuclear Embalse (CNE), en esta última particularmente con relación a la extensión de su vida útil. También se realizaron algunas tareas relacionadas con el proyecto de la Cuarta Central Nuclear.

Central Nuclear Atucha I (CNA I)

Se continuó el desarrollo de tareas de evaluación del estado del Recipiente de Presión, a través de la contratación de expertos del laboratorio nacional de los Estados Unidos, Oak Ridge.

También se realizó la evaluación de los internos del reactor, tales como canales de refrigeración, tubos guías de las barras de control, y las cañerías del sistema primario y del moderador.

Se trabajó en el nuevo Sistema Eléctrico de Emergencia.

Central Nuclear Embalse (CNE)

Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima (NASA) se encuentra desarrollando tareas de Reacondicionamiento y Extensión de Vida de la Central Nuclear de Embalse.

El proyecto de Reacondicionamiento y Extensión de Vida implica la realización de numerosos estudios y evaluaciones. Para lograr un correcto desarrollo del proyecto se debe definir un cronograma apropiado de presentación de las evaluaciones como así también el correspondiente a sus revisiones por parte de esta ARN.

Durante el año 2008 se realizaron las siguientes actividades:

- El análisis de los resultados de las evaluaciones e inspecciones realizadas por la instalación a los efectos de verificar si los mismos pueden ser utilizados para poder seguir operando 30 años más (de lo contrario, algunos de los componentes y sistemas deben ser cambiados, sobre todo los tubos de presión, alimentadores, generadores de vapor, cañerías y demás componentes del sistema primario y secundario).
- Se comenzó con la evaluación de un anteproyecto de reacondicionamiento que comprende las siguientes actividades:
 - Estrategia de re-entubamiento.
 - Evaluación del envejecimiento (condición actual y vida remanente) de estructuras, componentes y equipos de la planta.
 - Evaluación de la seguridad actual de la planta.
 - Programa de extensión de vida.
 - Evaluación de la etapa de ingeniería.
- La verificación de las condiciones para la extensión de la vida útil de la central y evaluación de la documentación básica de diseño y seguridad que la justifiquen:
 - Informe sobre la Revisión Periódica de Seguridad.
 - Cumplimiento de normas regulatorias y códigos de aplicación.
 - Informe sobre la evaluación del estado de la planta.
 - Informe de seguridad y análisis determinístico de accidentes.
- Se están realizando los estudios de espectro de riesgo uniforme y espectro de respuesta del piso, teniendo en cuenta que algunos de los componentes serán de mayor tamaño y por consiguiente se debe realizar una recalificación sísmica.
- Elaboración de un borrador para renovar la Licencia de Operación que contemple la extensión de la vida útil de la planta.

Los aspectos técnicos citados precedentemente han sido analizados y evaluados por profesionales de la Universidad de New Brunswick y expertos de la Comisión de Seguridad Nuclear Canadiense, a través de los Convenios de Cooperación firmados con dicho organismo.

Central Nuclear Atucha II (CNA II)

Dado que la central comenzó a construirse en la década de 1980, debe actualizarse su Licencia de Construcción. Por lo tanto se debe revisar, analizar y reevaluar el diseño original a la luz de los conocimientos actuales y las modificaciones que el titular de la licencia proponga.

Durante 2008 se ha progresado en los estudios que llevaron a las modificaciones de diseño debido a los últimos adelantos tecnológicos, entre los cuales se encuentran:

- ▣ La actualización de los sistemas de seguridad de la planta (en los cuales se están realizando las modificaciones necesarias).
- ▣ La actualización del concepto de rotura de la cañería principal (que es la de mayor diámetro del sistema de refrigeración principal -755 mm).
- ▣ La modificación del programa de vigilancia del reactor.
- ▣ La actualización de los cálculos termo hidráulicos del núcleo (con relación al diseño original realizado por Siemens). Al respecto se están reactualizando de acuerdo a las nuevas herramientas de códigos de cálculo, que permiten trabajar con menores incertezas.
- ▣ La revisión y actualización de los cálculos neutrónicos del núcleo, también con herramientas de mayor tecnología, que permiten realizar un diseño con mayor precisión.

Luego de casi 25 años de inacción la insuficiencia de profesionales de alta especialización 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 los 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.

Durante 2008 se realizaron las siguientes tareas:

- ▣ Gestión del proyecto de licenciamiento de Atucha II:
 - Planificación y control de gestión para el proyecto.
 - Capacitación y entrenamiento del personal.
 - Ordenamiento y archivo de la documentación técnica (desde el inicio del proyecto en 1981 hasta 2008).
- ▣ Gestión de la calidad del proyecto de licenciamiento de Atucha II:
 - Gestión de calidad para el grupo de Procesos Especiales de la ARN.
 - Fiscalización del Programa de Garantía de Calidad de la NASA aplicado en la ejecución de la obra de Atucha II:
- ▣ Revisión y evaluación de la ingeniería de detalle del Proyecto Atucha II.
 - Continuación de la evaluación del Informe Preliminar de Seguridad (PSAR) presentado por el diseñador en 1981.
 - Revisión y evaluación del diseño conceptual de sistemas y componentes relacionados con la seguridad.
 - Revisión y evaluación de la ingeniería de detalle relacionada con la seguridad nuclear.
- ▣ Evaluación de la seguridad nuclear:
 - Inicio de la evaluación del análisis de accidentes (Capítulo XV del Informe Final de Seguridad – FSAR).
 - Evaluación del análisis probabilístico de seguridad.
- ▣ Evaluación de las inspecciones de la construcción, montaje, pruebas preliminares y puesta en marcha:
 - Se continuó con la realización de inspecciones durante la construcción y el montaje, a medida que avanzaba la obra. En particular se fiscalizó la finalización de las soldaduras del Sistema Primario de Transporte de Calor, el Sistema Moderador y la conexión con el Presurizador. También se realizaron tareas asociadas al sistema eléctrico (Instrumentación y Control). En este último caso, debe tenerse en cuenta la complejidad que agrega al tratarse de una instalación de tipo analógico y que, la parte relativa a sistemas de procesos no ligados con la seguridad se está convirtiendo a una lógica digital.
- ▣ Inicio de las evaluaciones de la organización de operación y licenciamiento del personal de operación, cumpliendo lo establecido en el Programa de Formación Especializada (Licencia General, Nivel Profesional), en las áreas de Física de Reactores y Radioprotección. Las evaluaciones han sido rendidas por 20 profesionales postulados por NASA.

Cuarta Central Nuclear

Se mantuvieron reuniones técnicas con representantes de NASA y de la empresa AECL de Canadá sobre aspectos del licenciamiento de una nueva central nuclear, en las que se expusieron las exigencias regulatorias vigentes en materia de seguridad radiológica y nuclear para el licenciamiento de nuevas centrales nucleares en Argentina, que incluyen la presentación de un Informe Preliminar de Seguridad (PSAR) que demuestre el cumplimiento de las normas argentinas así como de normas de seguridad nuclear del OIEA.

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.

A lo largo del año 2008 se llevaron a cabo reuniones técnicas con profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica, acerca del emplazamiento propuesto y el diseño del Reactor Carem, a los efectos de que cumpla con los requisitos regulatorios necesarios para emitir las licencias correspondientes.

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. Vínculo con el Sistema Federal de Emergencias SIFEM.
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 organización del SIEN coincidió con la creación del Sistema Federal de Emergencias (SIFEM) creado por Decreto N° 1250/99. La ARN se integra al SIFEM como or-

ganismo de base a través del SIEN. 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 Clínicas “José de San Martín”, 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.

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 2008, se realizaron las siguientes tareas:

- ▣ Las “Jornadas de Actualización sobre el Manejo de Pacientes Sobreexpuestos a Radiaciones Ionizantes” en el Hospital de Quemados de la Ciudad de Buenos Aires.
- ▣ La iniciación de gestiones para la incorporación del “Hospital Juan Fernández” de la Ciudad de Buenos Aires a la Red de Respuesta Médica en Emergencias Radiológicas y Nucleares como hospital de referencia Nivel 3.
- ▣ La realización del Taller Regional de Respuesta Médica en Emergencias Radiológicas y Nucleares, organizado el 13 y 14 de octubre en forma conjunta por la ARN y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), del cual participaron representantes de la Organización Mundial de la Salud, de la OPS y de Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, México, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela.
- ▣ La organización de las Jornadas de Actualización en Emergencias Radiológicas y Nucleares en el Hospital Regional de Río Tercero, Provincia de Córdoba, con la colaboración del Ministerio de Salud de dicha provincia. El principal objetivo fue entrenar a personal médico local en el manejo de pacientes accidentados con radiaciones e incorporar posteriormente a

ese nosocomio como Hospital de Nivel 2 de la Red de Respuesta Médica en Emergencias Radiológicas y Nucleares.

- La organización, en conjunto con la Central Nuclear Embalse, del Simulacro de Aplicación del Plan de Emergencias (Simulacro CNE-2008). Dicho ejercicio se realizó en el mes de agosto, dentro del marco establecido por la Ley de la Actividad Nuclear y su Decreto Reglamentario, con la participación de organizaciones locales, provinciales y nacionales, entre ellas: Intendencia de Embalse, Defensa Civil de Embalse, Defensa Civil de la Provincia de Córdoba, Sistema Federal de Emergencias, Policía de la Provincia de Córdoba, Gendarmería Nacional, escuelas y población en general.

En la Aplicación del Plan de Emergencias, la ARN se encarga de la dirección y coordinación de la respuesta externa a la Central Nuclear, teniendo el Simulacro CNE-2008 los siguientes objetivos principales:

- Comprobar la aplicación de las medidas de protección automáticas a la población dentro de los diez kilómetros alrededor de la Central (puesta a cubierto de la población, reparto e ingestión de pastillas de yodo estable, y control de accesos).
- Verificar la conformación del Centro Operativo de Emergencias Municipal (COEM) en la localidad de Embalse, con la participación del Ejecutivo local, los representantes de las organizaciones que intervinieren, y su correcta operación bajo la coordinación del representante de la ARN.
- Verificar las comunicaciones entre la ARN, la Central Nuclear Embalse, el COEM y las organizaciones que intervinieren.
- Comprobar la aplicación de tecnologías novedosas en el manejo de emergencias nucleares, tales como las comunicaciones satelitales de voz y datos, descontaminación masiva de personal y pobladores, y el empleo de la aeronave controlada en forma remota "LIPAN", para verificar la implementación de las medidas de protección de la población.
- Brindar capacitación a la población en lo referido a la aplicación de las medidas de protección.

El resultado del Simulacro CNE-2008 fue altamente positivo debido a que se pudo verificar la correcta implementación de las medidas de protección a la población y fue posible extraer valiosas ideas para mejorar la preparación y respuesta ante emergencias nucleares.

Del 27 al 30 de octubre se realizó el Taller Regional sobre Preparación y Respuesta a Emergencias Radiológicas y Nucleares, auspiciado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, la Autoridad Regulatoria Nuclear, el Consejo de Seguridad Nuclear de España y el Departamento de Energía de Estados Unidos de América. El objetivo del mismo fue consolidar una región segura y confiable en el marco del desarrollo de la energía

nucleoeléctrica y las aplicaciones médicas e industriales, con capacidad para atender los requerimientos internacionales que se desprenden de las convenciones de Pronta Notificación y Asistencia en caso de Emergencias Radiológicas y Accidentes Nucleares, el Código de Conducta de Seguridad de Fuentes Radiactivas, la Convención de Seguridad Nuclear, los aspectos generales de seguridad, una interacción eficiente con el Centro de Incidentes y Emergencias del IAEA, y reforzar la capacidad de Latinoamérica para afrontar la situación actual y un eventual despegue de la actividad nuclear en la región. Participaron del taller cerca de 80 especialistas de países de Latinoamérica y el Caribe y se establecieron mecanismos de interacción regional que respaldarán un sistema de respuesta regional.

Intervenciones del SIER

El Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas (SIER) fue requerido durante 2008 en las siguientes oportunidades:

- ❑ Denuncia por el extravío de una fuente radiactiva por personal de la empresa Schlumberger en la Base Neuquén (25 de enero).
- ❑ Incidente operacional por rotura de un vial conteniendo Tc 99m en el servicio de medicina nuclear del Instituto Cardiovascular Rosario (21 de febrero).
- ❑ Robo de un camión que transportaba un generador de Mo Tc de 250 mCi con destino a la ciudad de Pergamino, Provincia de Buenos Aires (13 de setiembre).
- ❑ Atascamiento de una fuente de Am Be de 10 mCi perteneciente a la empresa COPGO, en un pozo petrolífero en la zona de Comodoro Rivadavia (3 de octubre).

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 2008. 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 80% y el 92%, respectivamente.

Figura 1.
Distribución de
trabajadores
controlados
en instalaciones
relevantes

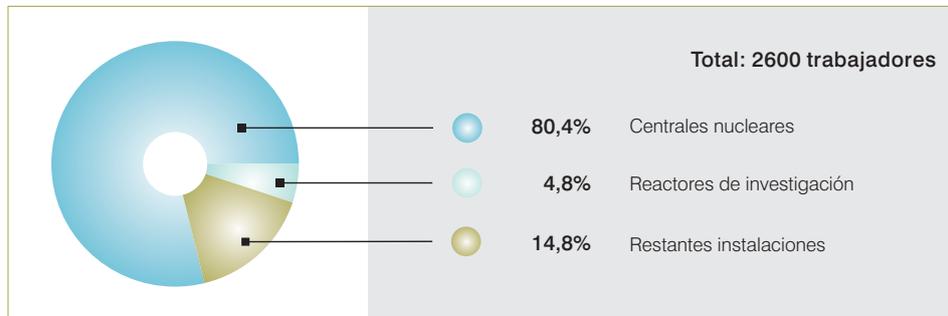
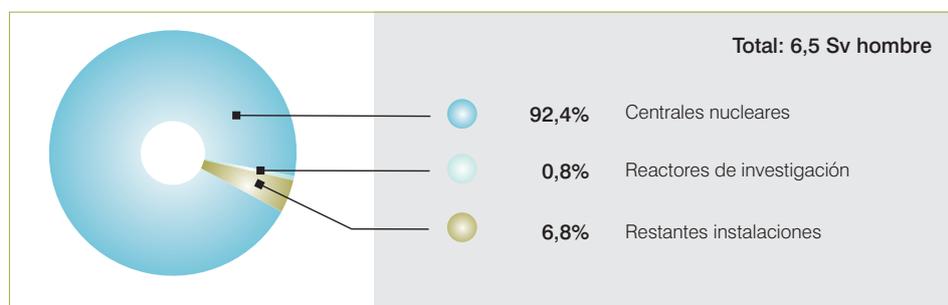
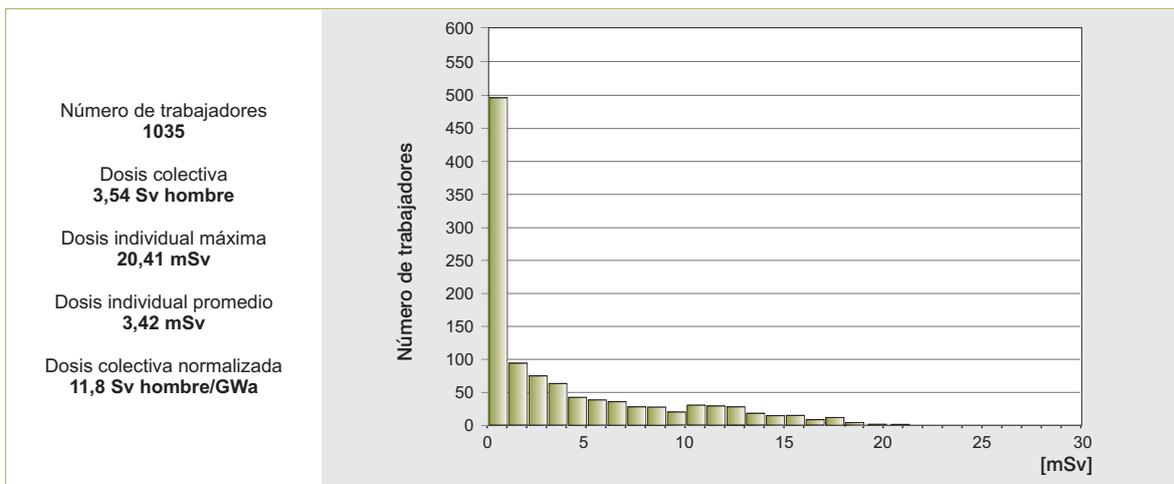


Figura 2.
Distribución de
la dosis colectiva
anual en
instalaciones
relevantes



La **Figura 3** presenta la distribución de dosis individuales recibidas por los trabajadores de la central nuclear Atucha I durante 2008. En la misma puede observarse que sólo un trabajador alcanzó la dosis individual de 20 mSv, y el 50% de los trabajadores recibió una dosis individual anual menor que 2 mSv.

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

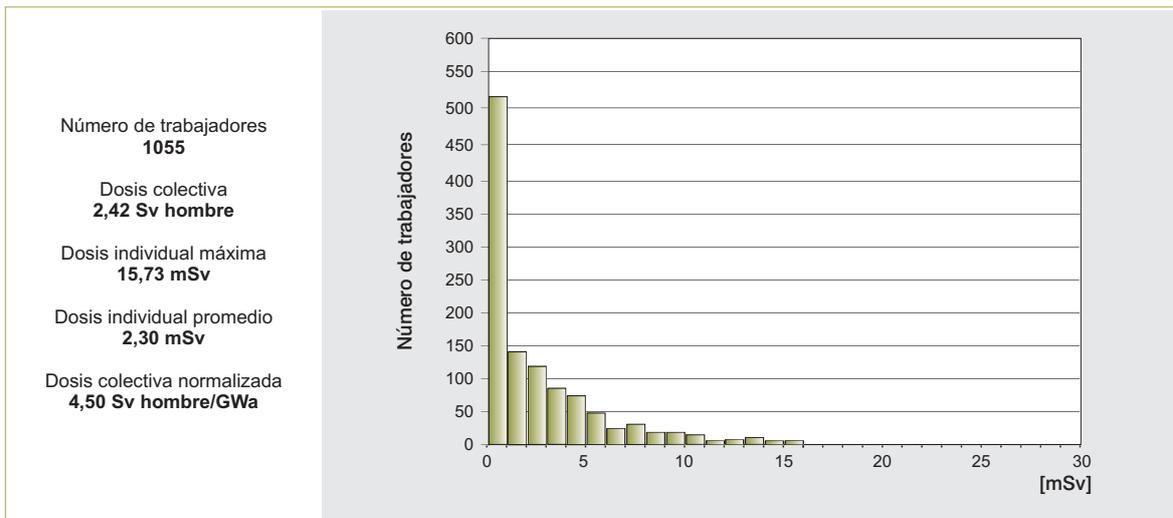


Durante 2008 la CNA I efectuó una parada programada para mantenimiento preventivo y correctivo de 6 semanas de duración. En el desarrollo de las tareas de la parada se recibió el 61% de la dosis colectiva anual total. Las tareas que

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 2008. De la misma surge que de los 1055 trabajadores, ninguno recibió dosis individuales anuales superiores a 16 mSv. El 50% de ellos recibió una dosis individual anual menor que 2 mSv.

Figura 4. Central Nuclear Embalse - Distribución de dosis individuales



En el año 2008, la CNE efectuó una parada programada para mantenimiento preventivo y correctivo, con una duración de 6 semanas. En la ejecución de las tareas de la parada se recibió el 86% de la dosis colectiva anual total. Las tareas que más contribuyeron a esa dosis colectiva fueron las inspecciones de los tubos de los generadores de vapor, la inspección y reposicionado de anillos separadores de los canales de combustible y la ejecución de “informes de deficiencia” (ID).

Con respecto a las dosis individuales acumuladas en el quinquenio (2004/2008), 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	3,54	11,8	16	0,301
Central Nuclear Embalse	2,42	4,5	41	0,539

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	3,4	20,41	1035
Central Nuclear Embalse	2,3	15,73	1055

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 2008.

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 cuál representó el 96% para la CNA I y 92% para la CNE.

Figura 5. CNA I
Composición de las descargas al ambiente

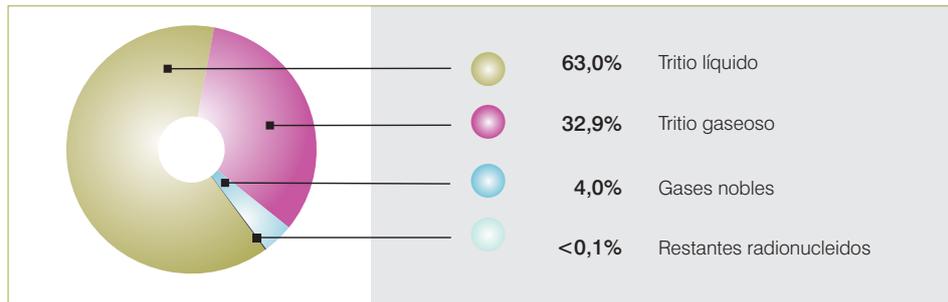
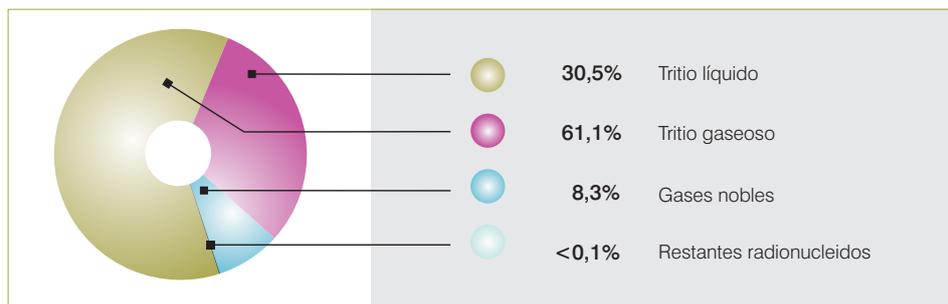


Figura 6. CNE
Composición de las descargas al ambiente



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, y que las mismas han sido fijadas para una dosis en el grupo crítico aún menor,

previando la posible operación de otra central nuclear en el mismo emplazamiento.

Las **Figuras 7 y 8** muestran la fracción de la restricción anual que descargaron al ambiente las centrales nucleares durante 2008, para los distintos radionucleidos.

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

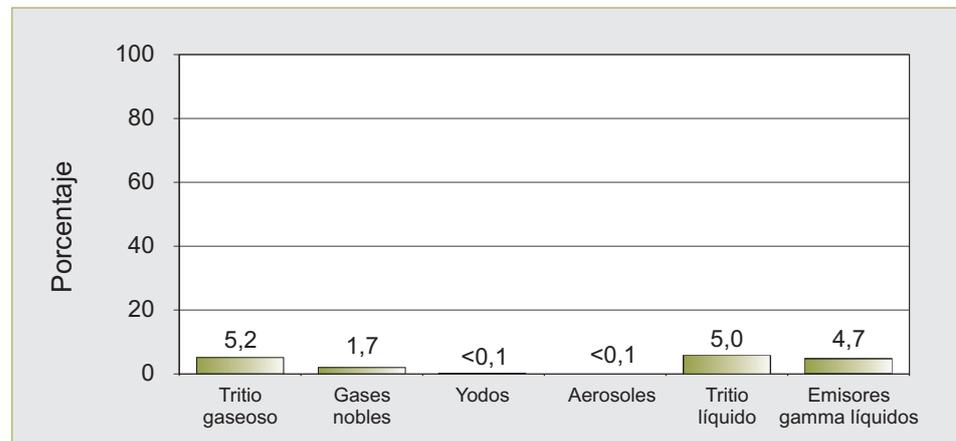
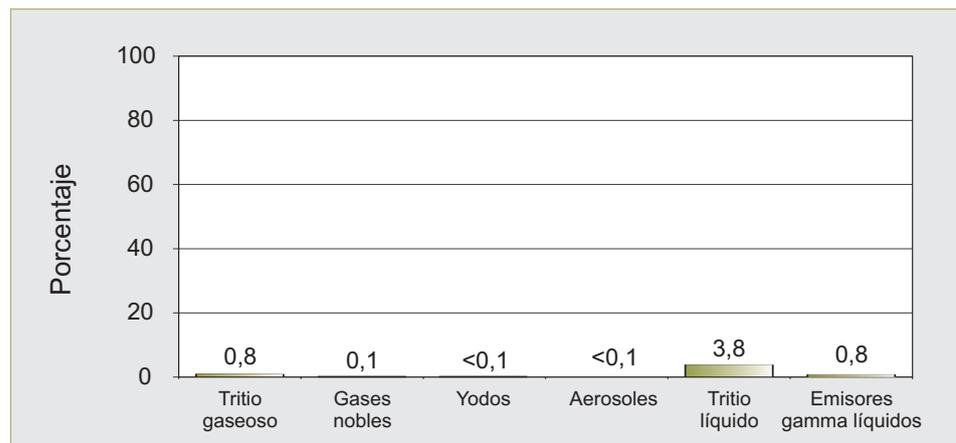


Figura 8. CNE
Descargas al ambiente.
Porcentaje de la restricción anual



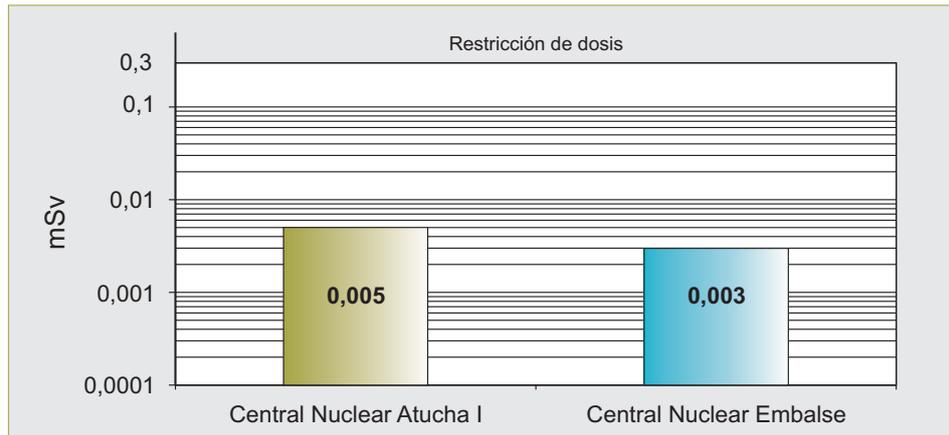
Dosis en la población

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 2% de dicha restricción de dosis.

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. Cabe aclarar que los modelos y parámetros se actualizan con cierta periodicidad, estando prevista la próxima actualización en el año 2009.

Figura 9.
Centrales
Nucleares.
Dosis en
el grupo crítico



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	0,26	0,83	1,1
Central Nuclear Embalse	0,02	0,14	0,2

La dosis colectiva global normalizada con la energía generada, debido a las descargas de tritio, resultaron 1 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 internacionales y nacionales, 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. Es de hacer notar 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 monitorajes radiológicos ambientales durante el año 2008 son: las centrales nucleares de NASA: 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

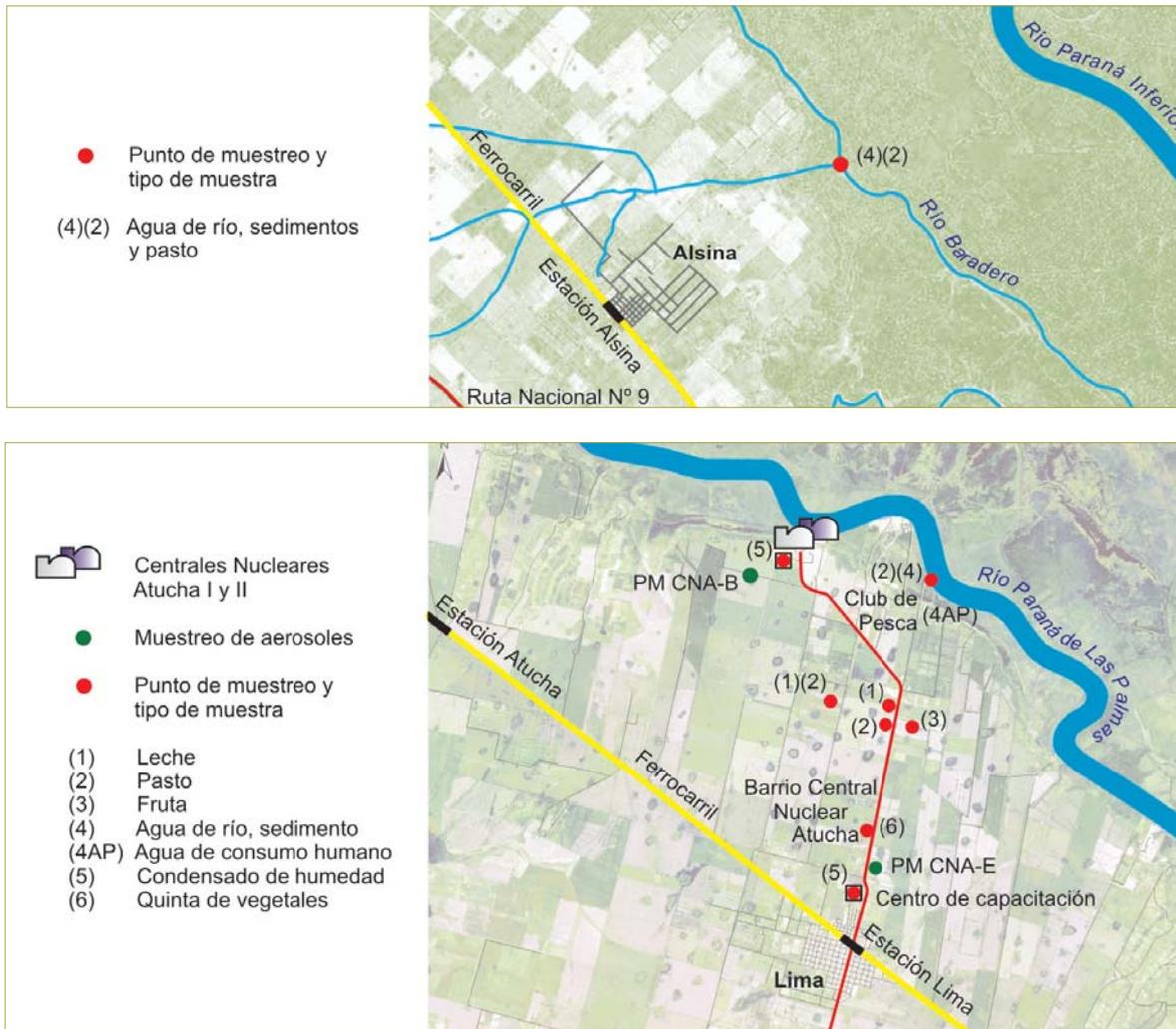
Se efectuó, además, el monitoraje radiológico ambiental en áreas no relacionadas con las instalaciones radiactivas y nucleares, con el objeto de determinar la contribución de fuentes radiactivas artificiales en las muestras ambientales.

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 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. 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 (puntos 5, figura 11 inferior). 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. Asimismo, el pasto (puntos 2, figura 11 superior e inferior) fue analizado como indicador de depósito del material radiactivo.

Las muestras de agua de río, sedimentos y agua de consumo humano fueron tomadas con una frecuencia mensual, 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 (puntos 4 y 4AP, figura 11 inferior).

En el Club Náutico de Alsina, ubicado aproximadamente 15 km aguas arriba de la central, como punto de muestreo blanco, se tomaron muestras de agua de río, sedimentos y pasto (puntos 4 y 2, figura 11 superior).

Las muestras de agua de napa fueron tomadas de dos fincas de la zona, ubicadas en un radio de 3 a 6 km de la CNA I. Sobre estas muestras se realizó la determinación de tritio con una frecuencia mensual y las determinaciones de cesio 137, cobalto 60 y estroncio 90 en mezclas trimestrales.

En las mismas zonas donde se tomaron muestras de agua de río, se tomaron también muestras de peces con una frecuencia mensual, expresándose los resultados como promedios semestrales.

Las muestras de leche fueron recolectadas semanalmente, en zonas de pastoreo ubicadas dentro de un radio de 5 km de la central (puntos 1, figura 11 inferior), determinándose yodo 131 en una muestra mensual, y cesio 137, cobalto 60 y estroncio 90 sobre mezclas 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 (puntos 3 y 6, figura 11 inferior) con una frecuencia mensual, expresándose los resultados en forma semestral.

En cuanto a las muestras de aire se realizó un único muestreo en el año, integrado a lo largo de una semana, en dos puntos (PM CNA-B y PM CNA-E) ubicados dentro de un radio de 9 km de la central (figura 11 inferior). 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 31, cesio 37, estroncio 90 y uranio natural. En el caso del uranio este 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, verduras de hoja y de raíz, frutas, otras verduras 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. Las mediciones se realizaron sobre muestras que fueron recolectadas mensualmente y los resultados se expresan como promedios trimestrales.

Durante el año 2008 se tomaron en total 322 muestras en los diferentes puntos de muestreo, sobre las que se realizaron diversas determinaciones y análisis radioquímicos.

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

Concentración de actividad en agua del Río Paraná - aguas arriba CNA I Río Baradero - Alsina (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD

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

LD (tritio): 11,1 Bq/l

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

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

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

Concentración de actividad en agua del Río Paraná - aguas abajo CNA I Club de Pesca - Lima (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD

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

LD (tritio): 11,1 Bq/l

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 agua de napa - Punto 6 (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD

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

LD (tritio): 11,1 Bq/l

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

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

LD (estroncio 90): 0,06 Bq/l

Concentración de actividad en agua de napa - Punto 3 (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD

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

LD (tritio): 11,1 Bq/l

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

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

LD (estroncio 90): 0,02 Bq/l

Concentración de actividad en muestras de condensado de humedad Estación Centro Melillo (Bq/m ³)			
período	tritio	período	tritio
enero 08	0,2	julio 08	0,06
febrero 08	0,2	agosto 08	0,05
marzo 08	0,3	setiembre 08	0,06
abril 08	4,4	octubre 08	0,11
mayo 08	0,3	noviembre 08	0,13
junio 08	0,5	diciembre 08	0,12

Concentración de actividad en muestras de condensado de humedad Estación "A" (1 km al oeste de CNA I) (Bq/m ³)			
período	tritio	período	tritio
enero 08	20,1	julio 08	3,8
febrero 08	23,5	agosto 08 (*)	---
marzo 08	12,6	septiembre 08	4,0
abril 08	14,8	octubre 08	6,8
mayo 08	8,9	noviembre 08 (*)	---
junio 08	7,5	diciembre 08 (*)	---

(*) Equipo fuera de servicio.

Concentración de actividad en peces del Río Paraná (Bq/kg)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º semestre 08	<LD	<LD	<LD
2º semestre 08	<LD	<LD	<LD

Nota: Muestras de patí.

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): 0,01 Bq/kg

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

Concentración de actividad en sedimentos del Río Paraná (Bq/kg) aguas arriba CNA I - Río Baradero (Alsina)			Concentración de actividad en sedimentos del Río Paraná (Bq/kg) aguas abajo CNA I - Club de Pesca (Lima)		
período	cesio 137	cobalto 60	período	cesio 137	cobalto 60
1º trimestre 08	<LD	<LD	1º trimestre 08	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	2º trimestre 08	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	3º trimestre 08	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	4º trimestre 08	<LD	<LD

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

LD (cesio 137): 5,6 Bq/kg

LD (cobalto 60): 5,5 Bq/kg

Concentración de actividad en agua de consumo humano en la zona aledaña a CNA I - Punto 4 (agua de pozo) (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD

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

LD (tritio): 11,1 Bq/l

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

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

LD (estroncio 90): 0,06 Bq/l

Concentración de actividad en vegetales de la zona aledaña a la CNA I - Punto 6 (Bq/kg)						
especie	Período					
	1º semestre 08			2º semestre 08		
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
Verduras de hoja	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Verduras de raíz	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Frutas	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Otras verduras	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

Nota: Verduras de hoja: acelga, lechuga.

Verduras de raíz: cebolla de verdeo, remolacha, apio.

Frutas: naranja, mandarina.

Otras verduras: zapallito, calabaza, anco, morrón.

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

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

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

LD (estroncio 90): 0,07 Bq/kg

Concentración de actividad de tritio en vegetales de la zona aledaña a la CNA I (Bq/kg)				
especie	período			
	1º trimestre 08	2º trimestre 08	3º trimestre 08	4º trimestre 08
Verduras de hoja	(*)	<LD	<LD	<LD
Frutas	(*)	72,3	35,5	42
Vegetales varios	292	(*)	(*)	(*)

(*) A partir del segundo trimestre del 2008 se definieron como matrices más representativas a las verduras de hoja y las frutas, analizándolas separadamente y no como vegetales varios.

Nota: Verduras de hoja: acelga, radicheta.

Frutas: naranja, lima, mandarina.

Vegetales varios: zapallito, morrón, calabaza, remolacha, puerro, chaucha, cebolla de verdeo.

LD es el mayor límite de detección determinado para tritio en muestras de vegetales.

LD = 22 Bq/kg

Concentración de actividad en leche de la zona aledaña a la CNA I (Bq/l)					
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD	16,3
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD	94,2
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

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

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

LD (cesio 137): 0,007 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,007 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,06 Bq/l

LD (tritio): 8,7 Bq/l

Depósito de actividad en pasto de la zona aledaña a la CNA I (Bq/m ²)			
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD

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

LD (yodo 131): 4,4 Bq/m²

LD (cesio 137): 4,4 Bq/m²

LD (cobalto 60): 7,8 Bq/m²

Concentración de actividad en muestras de aire - Punto CNA-B (1 km al oeste de CNA I)					
Período 2008	yodo 131 (μBq/m ³)	cesio 137 (μBq/m ³)	cobalto 60 (μBq/m ³)	estroncio 90 (μBq/m ³)	uranio (μBq/m ³)
13/03 al 19/03	<LD	<LD	1,9	<LD	3,7

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

LD (yodo 131): 1,3 μBq/m³

LD (cesio 137): 1,3 μBq/m³

LD (estroncio 90): 6,4 μBq/m³

Concentración de actividad en muestras de aire - Punto CNA-E (Estación Centro Melillo)					
Período 2008	yodo 131 (μBq/m ³)	cesio 137 (μBq/m ³)	cobalto 60 (μBq/m ³)	estroncio 90 (μBq/m ³)	uranio (μBq/m ³)
13/03 al 19/03	<LD	<LD	<LD	<LD	2,2

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

LD (yodo 131): 1,5 μBq/m³

LD (cesio 137): 2,2 μBq/m³

LD (cobalto 60): 3,7 μBq/m³

LD (estroncio 90): 7,3 μBq/m³

NOTA: ver ubicación de puntos CNA-B y CNA-E en figura 11 inferior.

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 y vegetales. En ambos 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.

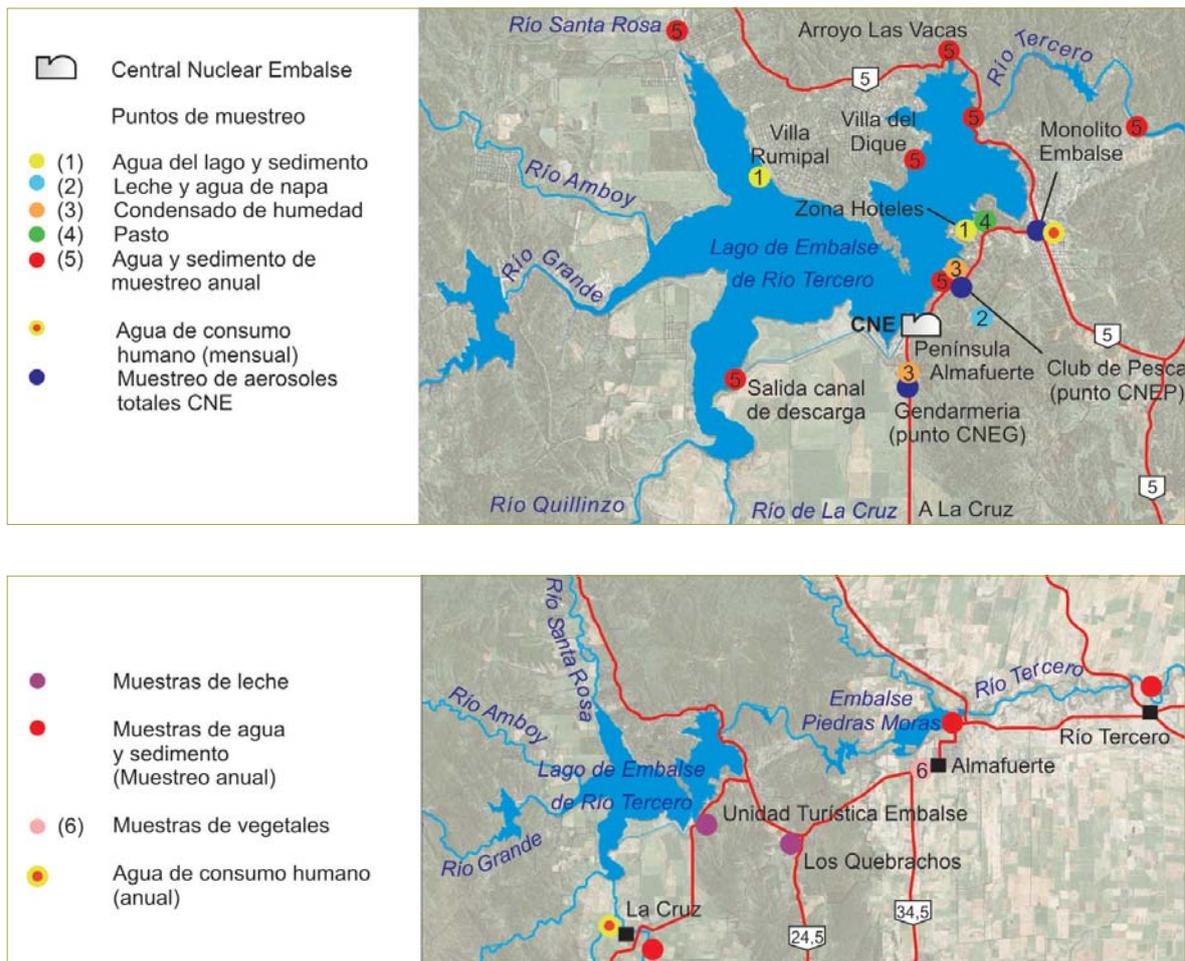
Del análisis de todos los resultados de las mediciones de concentración de actividad en las distintas muestras analizadas correspondientes al monitoreo ambiental en los alrededores de la CNA I, se concluye que estos se corresponden con los obtenidos a través de los modelos de cálculo aplicados por la 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, ubicado 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 monitoreaje 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 5 km de la CNE (punto 4, figura 12 superior).

Las muestras de leche fueron obtenidas de tambos ubicados dentro de un radio de 7 km de la central nuclear (puntos 2, figura 12 superior e inferior, 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 (punto 2, figura 12 superior).

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 mezclas 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 (puntos 3, figura 12 superior). 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 (punto 6, figura 12 inferior). 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), y en el balneario - camping de Villa Rumipal (puntos 1, figura 12 superior).

Adicionalmente, 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 (CNEG y CNEP) ubicados dentro de un radio de 2 km de la central (figura 12 superior). 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 leche, verduras de hoja y de raíz, otras verduras, frutas y peces, 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 2008 se recolectaron en total 286 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:

Concentración de actividad en agua del lago del Embalse de Río Tercero, zona Hoteles Sociales (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1° trimestre 08	202	<LD	<LD	<LD
2° trimestre 08	127	<LD	<LD	<LD
3° trimestre 08	193	<LD	<LD	<LD
4° trimestre 08	304	<LD	<LD	<LD

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

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

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

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

Concentración de actividad en agua del lago de Embalse de Río Tercero, balneario - camping de Villa Rumipal (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1° trimestre 08	204	<LD	<LD	<LD
2° trimestre 08	103	<LD	<LD	<LD
3° trimestre 08	308	<LD	<LD	<LD
4° trimestre 08	353	<LD	<LD	<LD

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

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

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

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

Concentración de actividad en agua de napa - Punto 2 (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD

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

LD (tritio): 11,1 Bq/l

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

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

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

Concentración de actividad en sedimentos del Embalse de Río Tercero, zona Hoteles Sociales (Bq/kg)					
período	cesio 137	cobalto 60	período	cesio 137	cobalto 60
1º trimestre 08	2,8	<LD	3º trimestre 08	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	4º trimestre 08	3,8	<LD

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

LD (cesio 137): 2,6 Bq/kg

LD (cobalto 60): 5,2 Bq/kg

Concentración de actividad en sedimentos del Embalse de Río Tercero, Balneario-camping de Villa Rumipal (Bq/kg)					
período	cesio 137	cobalto 60	período	cesio 137	cobalto 60
1º trimestre 08	<LD	<LD	3º trimestre 08	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	4º trimestre 08	<LD	<LD

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

LD (cesio 137): 5,8 Bq/kg

LD (cobalto 60): 5,8 Bq/kg

Concentración de actividad en muestras de condensado de humedad, Estación Club Náutico Río Tercero (Bq/m ³)			
período	tritio	período	tritio
enero 08	1,4	julio 08	0,8
febrero 08	24,5	agosto 08	0,7
marzo 08	78,9	setiembre 08	1,2
abril 08	0,7	octubre 08	1,0
mayo 08	1,4	noviembre 08	2,5
junio 08	1,3	diciembre 08	1,2

Concentración de actividad en muestras de condensado de humedad, Estación Gendarmería (Bq/m ³)			
período	tritio	período	tritio
enero 08	2,2	julio 08	0,8
febrero 08	19,9	agosto 08	0,9
marzo 08	59,0	setiembre 08	1,5
abril 08	1,3	octubre 08	1,0
mayo 08	1,7	noviembre 08	2,3
junio 08	1,4	diciembre 08	0,8

Concentración de actividad en agua de consumo humano de la Ciudad de Embalse (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1° trimestre 08	213,3	<LD	<LD	<LD
2° trimestre 08	130,3	<LD	<LD	<LD
3° trimestre 08	173,0	<LD	<LD	<LD
4° trimestre 08	313,2	<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): 0,02 Bq/l

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

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

Concentración de actividad en vegetales de la zona aledaña a la CNE (Bq/kg)						
especie	período					
	1° semestre 08			2° semestre 08		
	Cesio 137	Cobalto 60	Estroncio 90	Cesio 137	Cobalto 60	Estroncio 90
Verduras de hoja	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Verduras de raíz	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Otras verduras	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Frutas	<LD	<LD	<LD	---	---	---

Nota: Verduras de hoja: acelga, repollo.

Verduras de raíz: zanahoria.

Otras verduras: zapallito, berenjena.

Frutas: sandía

---: No se obtuvieron frutas en el muestreo del segundo semestre.

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

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

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

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

Concentración de actividad de tritio en vegetales de la zona aledaña a la CNE (Bq/kg)				
especie	período			
	1º trimestre 08	2º trimestre 08	3º trimestre 08	4º trimestre 08
Verduras de hoja	(*)	18,0	15,0	45,0
Frutas	(*)	14,5	29,3	48,7
Vegetales varios	502,0	(*)	(*)	(*)

(*) A partir del segundo trimestre del 2008 se definieron como matrices más representativas a las verduras de hoja y las frutas, analizándolas separadamente y no como vegetales varios.

Nota: Verduras de hoja: lechuga, repollo, acelga.

Frutas: sandía

Vegetales varios: zapallito, berenjena, morrón, chaucha, puerro, zapallo.

Concentración de actividad en leche de la zona aledaña a la CNE (Bq/l)					
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio	yodo 131
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	48,7	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	27,7	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	15,5	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD	21,5	<LD

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

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

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

LD (estroncio 90): 0,08 Bq/l

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

Depósito de actividad en pasto de la zona aledaña a la CNE (Bq/m²)			
período	cesio 137	cobalto 60	yodo 131
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD

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

LD (cesio 137): 5,6 Bq/m²

LD (cobalto 60): 3,3 Bq/m²

LD (yodo 131): 4,4 Bq/m²

Concentración de actividad en peces del Embalse Río Tercero (Bq/kg)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º semestre 08	0,03	<LD	<LD
2º semestre 08	0,03	<LD	<LD

Nota: muestras de pejerrey.

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

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

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

Concentración de actividad en muestras de aire - Punto CNE-P (Club Náutico Río Tercero)					
Período 2008	yodo 131 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	cesio 137 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	cobalto 60 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	estroncio 90 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	uranio ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)
04/12 al 11/12	<LD	<LD	<LD	<LD	2,6

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

LD (yodo 131): $1,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cesio 137): $1,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cobalto 60): $1,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (estroncio 90): $4,6 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

Concentración de actividad en muestras de aire - Punto CNE-G (Escuadrón Gendarmería CNE)					
Período 2008	yodo 131 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	cesio 137 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	cobalto 60 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	estroncio 90 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	uranio ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)
11/12 al 12/12	<LD	<LD	<LD	<LD	3,6

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

LD (yodo 131): $14,7 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cesio 137): $14,7 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cobalto 60): $14,7 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (estroncio 90): $41,1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

Nota: ver ubicación de puntos en figura 12 superior.

Los resultados de las mediciones realizadas en las distintas muestras analizadas, indican que se detectó la presencia de tritio en muestras de agua de lago, agua de consumo humano y vegetales. Por otro lado, se detectaron trazas de cesio 137 en muestras puntuales de sedimentos y peces del Embalse Río Tercero.

La presencia de tritio en el agua del lago, en el agua de consumo humano y en vegetales, 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 sedimentos y 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 sus siglas 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.

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

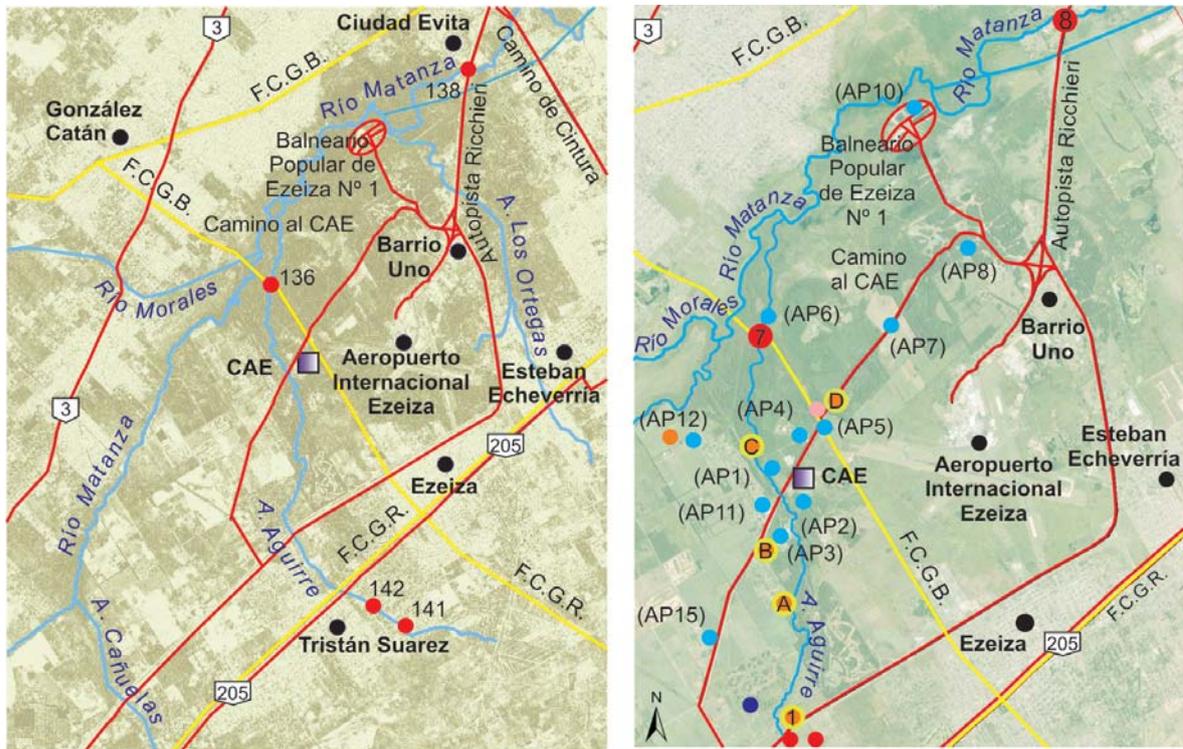
Como se mencionó en el caso de las centrales nucleares, se tomaron muestras de las matrices ambientales relevantes, en puntos ubicados en los alrededores del CAE.

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 mensualmente 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.

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 (puntos AP1 a AP15, figura 13 derecha); 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 izquierda).

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



■ CAE (Centro Atómico Ezeiza)

Puntos de muestreo

- Agua de río (Arroyo Aguirre)
- Pasto
- Alimentos vegetales
- Agua de consumo humano (AP)
- Leche
- Aerosoles en Aire

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 mezclas trimestrales.

Las mediciones de cesio 137, cobalto 60 y estroncio 90 en las muestras correspondientes a verduras de hoja y de raíz, otras verduras, y frutas se realizaron por espectrometría gamma, sobre comprimidos de cenizas de muestras semestrales calcinadas.

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

Durante el año 2008 se recolectaron 867 muestras efectuándose sobre las mismas diversas determinaciones de los distintos radionucleidos de interés.

Los resultados obtenidos pueden observarse en las tablas siguientes:

Depósito de actividad en muestras de agua de lluvia - Zona aledaña al CAE (Bq/m ²)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD

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

LD (cesio 137): 0,08 Bq/m²

LD (cobalto 60): 0,06 Bq/m²

LD (estroncio 90): 0,05 Bq/m²

Depósito de actividad en muestras de pasto - Zona aledaña al CAE (Bq/m ²)			
período	cesio 137	cobalto 60	yodo 131
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD

Nota: Los pastos corresponden a los puntos 1, A, B, C y D, figura 13 derecha.

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

LD (cesio 137): 11,1 Bq/m²

LD (cobalto 60): 11,1 Bq/m²

LD (yodo 131): 11,1 Bq/m²

Concentración de actividad en muestras de aerosoles en aire - Estación ubicada en Tosquera - (μBq/m ³)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
enero 08	<LD	<LD	3,7
febrero 08	<LD	<LD	<LD
marzo 08	<LD	<LD	5,4
abril 08	<LD	<LD	<LD
mayo 08	<LD	6,8	<LD
junio 08	<LD	<LD	<LD
julio 08	<LD	<LD	<LD
agosto 08	<LD	<LD	5,6
setiembre 08	<LD	<LD	<LD
octubre 08	<LD	<LD	<LD
noviembre 08	<LD	<LD	<LD
diciembre 08	<LD	<LD	<LD

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

LD (cesio 137): 3,0 microBq/m³

LD (cobalto 60): 2,5 microBq/m³

LD (estroncio 90): 2,4 microBq/m³

Concentración de actividad (cesio 137 y estroncio 90) aguas de consumo humano del CAE (Bq/l)								
Período	Puntos de muestreo							
	AP-1 (Punto CAE 101)		AP-2 (Punto CAE 102)		AP-3 (Punto CAE 103)		AP-4 (Punto CAE 104)	
	Cs 137	Sr 90						
1° trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2° trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
3° trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
4° trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

Nota: Las determinaciones de concentración de actividad se efectuaron sobre mezclas trimestrales de 30 litros (10 l/mes).

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

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

LD (estroncio 90): 0,009 Bq/l

Concentración de actividad de tritio (H 3) en aguas de consumo humano del CAE y alrededores (Bq/l)				
punto de muestreo	1° trim. 08	2° trim. 08	3° trim. 08	4° trim. 08
AP-1 (Punto CAE 101)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-2 (Punto CAE 102)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-3 (Punto CAE 103)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-4 (Punto CAE 104)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-5 (Punto CAE 105)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-6 (Punto CAE 106)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-7 (Punto CAE 106)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-8 (Punto CAE 107)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-10 (Punto CAE 108)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-11 (Punto CAE 111)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-12 (Punto CAE 112)	<LD	<LD	<LD	<LD
AP-15 (Punto CAE 115)	<LD	<LD	<LD	<LD

Ver puntos de muestreo en figura 13 derecha.

LD es el mayor límite de detección determinado para tritio en aguas de consumo humano.

LD (tritio): 11,1 Bq/l

Concentración de uranio natural en aguas del Arroyo Aguirre y Río Matanza ($\mu\text{g/l}$)				
Puntos de muestreo	período			
	1° trimestre 08	2° trimestre 08	3° trimestre 08	4° trimestre 08
136	9,3	12,8	18,3	8,9
138	15,5	---	---	<LD
141	8,3	---	---	---
142	---	10,9	15	10,2

LD es el mayor límite de detección determinado para U natural en muestras de agua superficiales.

LD: 0,5 $\mu\text{g/l}$

--- El caudal de agua no fue apto para el muestreo.

Concentración de actividad en aguas del Arroyo Aguirre y Río Matanza (Bq/l)						
Puntos de muestreo	período					
	1º trimestre 08			2º trimestre 08		
	tritio	cesio 137	cobalto 60	tritio	cesio 137	cobalto 60
136	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
141	<LD	<LD	<LD	---	---	---
142	---	---	---	<LD	<LD	<LD

Puntos de muestreo	período					
	3º trimestre 08			4º trimestre 08		
	tritio	cesio 137	cobalto 60	tritio	cesio 137	cobalto 60
136	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
141	---	---	---	---	---	---
142	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

Los puntos 141 y 142 corresponden a aguas arriba del Centro Atómico Ezeiza, de estos puntos sólo se toma uno de ellos, teniendo en cuenta el caudal de agua al momento del muestreo.

Ver puntos de muestreo en figura 13 izquierda.

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

LD (tritio): 9,4 Bq/l

LD (cesio 137): 0,8 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,7 Bq/l

Concentración de uranio natural en masa y actividad para aguas de consumo humano del CAE y alrededores (Bq/l - mg/l)		
puntos de muestreo	1º trimestre 08	2º trimestre 08
AP-1 (Punto CAE 101)	0,49 Bq/l (0,0196 mg/l)	0,47 Bq/l (0,0186 mg/l)
AP-2 (Punto CAE 102)	0,27 Bq/l (0,0107 mg/l)	0,26 Bq/l (0,0104 mg/l)
AP-3 (Punto CAE 103)	0,67 Bq/l (0,0266 mg/l)	0,57 Bq/l (0,0227 mg/l)
AP-4 (Punto CAE 104)	0,60 Bq/l (0,0239 mg/l)	0,53 Bq/l (0,0210 mg/l)
AP-5 (Punto CAE 105)	0,39 Bq/l (0,0156 mg/l)	0,39 Bq/l (0,0154 mg/l)
AP-6 (Punto CAE 106)	0,25 Bq/l (0,0101 mg/l)	0,24 Bq/l (0,0097 mg/l)
AP-7 (Punto CAE 107)	0,22 Bq/l (0,0089 mg/l)	0,21 Bq/l (0,0084 mg/l)
AP-8 (Punto CAE 108)	0,20 Bq/l (0,0080 mg/l)	0,20 Bq/l (0,0079 mg/l)
AP-10 (Punto CAE 110)	0,275 Bq/l (0,011 mg/l)	0,24 Bq/l (0,0094 mg/l)
AP-11 (Punto CAE 111)	0,87 Bq/l (0,0349 mg/l)	0,79 Bq/l (0,0317 mg/l)
AP-12 (Punto CAE 112)	0,24 Bq/l (0,0097 mg/l)	0,25 Bq/l (0,0102 mg/l)
AP-15 (Punto CAE 115)	0,715 Bq/l (0,0286 mg/l)	0,68 Bq/l (0,0271 mg/l)

puntos de muestreo	3º trimestre 08	4º trimestre 08
AP-1 (Punto CAE 101)	0,5 Bq/l (0,0198 mg/l)	0,48 Bq/l (0,0191 mg/l)
AP-2 (Punto CAE 102)	0,29 Bq/l (0,0115 mg/l)	0,27 Bq/l (0,0109 mg/l)
AP-3 (Punto CAE 103)	0,64 Bq/l (0,0255 mg/l)	0,62 Bq/l (0,0249 mg/l)
AP-4 (Punto CAE 104)	0,53 Bq/l (0,021 mg/l)	0,49 Bq/l (0,0195 mg/l)
AP-5 (Punto CAE 105)	0,39 Bq/l (0,0156 mg/l)	0,38 Bq/l (0,0151 mg/l)
AP-6 (Punto CAE 106)	0,29 Bq/l (0,0114 mg/l)	0,25 Bq/l (0,0102 mg/l)
AP-7 (Punto CAE 107)	0,22 Bq/l (0,0087 mg/l)	0,23 Bq/l (0,0093 mg/l)
AP-8 (Punto CAE 108)	0,24 Bq/l (0,0097 mg/l)	0,215 Bq/l (0,0086 mg/l)
AP-10 (Punto CAE 110)	0,27 Bq/l (0,0107 mg/l)	0,26 Bq/l (0,0103 mg/l)
AP-11 (Punto CAE 111)	0,88 Bq/l (0,035 mg/l)	0,82 Bq/l (0,0329 mg/l)
AP-12 (Punto CAE 112)	0,25 Bq/l (0,010 mg/l)	0,25 Bq/l (0,010 mg/l)
AP-15 (Punto CAE 115)	0,70 Bq/l (0,028 mg/l)	0,75 Bq/l (0,030 mg/l)

Para expresar la masa en actividad se utilizó la actividad específica del uranio natural, que es de 25 Bq/mg.

Concentración de actividad en sedimentos del Arroyo Aguirre y Río Matanza (Bq/kg)								
puntos de muestreo	período							
	1° trimestre 08		2° trimestre 08		3° trimestre 08		4° trimestre 08	
	cesio 137	cobalto 60						
136	46,1	5,9	36	6,0	43,5	5,8	52,3	<LD
141	<LD	<LD	---	---	---	---	---	---
142	---	---	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

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

LD (cesio 137): 5,6 Bq/kg

LD (cobalto 60): 5,5 Bq/kg

Concentración de actividad en vegetales de la zona aledaña al CAE (Bq/kg)						
especie	período					
	1° semestre 08			2° semestre 08		
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
Verduras de hoja	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Verduras de raíz	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Otras verduras	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Frutas	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

Nota: Verduras de hoja: acelga, repollo.

Verduras de raíz: puerro, cebolla de verdeo.

Otras verduras: anco

Frutas: pomelo.

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

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

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

LD (estroncio 90): 0,14 Bq/kg

Concentración de actividad en leche de la zona aledaña al CAE (Bq/l)				
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1° trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
2° trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
3° trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD
4° trimestre 08	<LD	<LD	<LD	<LD

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): 0,3 Bq/l

LD (cobalto 60): 0,2 Bq/l

LD (estroncio 90): 0,07 Bq/l

Se detectaron trazas de estroncio 90 y cobalto 60 en algunas muestras puntuales de aire, y trazas de cesio 137 y cobalto 60 en algunas muestras de sedimentos del arroyo Aguirre.

En todas las muestras analizadas, la ARN ha verificado que con esos 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) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). En el caso de las muestras de agua 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.

Si bien la ARN no es autoridad competente en materia de efectos toxicológicos del uranio, se realizó esta evaluación, teniendo en cuenta la legislación vigente. 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 $\mu\text{g/l}$ de concentración de uranio establecido en la legislación (Decreto Reglamentario 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.

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 (CAB) se encuentra ubicado en la ciudad de San Carlos de Bariloche, Río Negro. Este Centro es una dependencia de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y sus principales actividades son la investigación, desarrollo y transferencia tecnológica, para lo que cuenta con diversas instalaciones relacionadas. En el CAB se encuentran 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. Adicionalmente 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 2008, 19 muestras de agua y 5 muestras de sedimentos. Sobre estas muestras se realizaron diversas determinaciones y análisis radioquímicos. Los resultados obtenidos pueden observarse en la tabla siguiente:

tipo de muestra		cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio
Agua de consumo humano de la Ciudad de San Carlos de Bariloche		<LD	<LD	<LD	<LD
Valor promedio de aguas de la zona	De lago	<LD	<LD	<LD	<LD
	De río/arroyos	<LD	<LD	<LD	<LD
Valor promedio en sedimentos de la zona		3,3 Bq/kg	<LD	---	---

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en muestras de agua, correspondientes a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

En aguas: LD (cesio 137): 0,2 Bq/l
 LD (cobalto 60): 0,3 Bq/l
 LD (estroncio 90): 0,04 Bq/l
 LD (tritio): 7,7 Bq/l

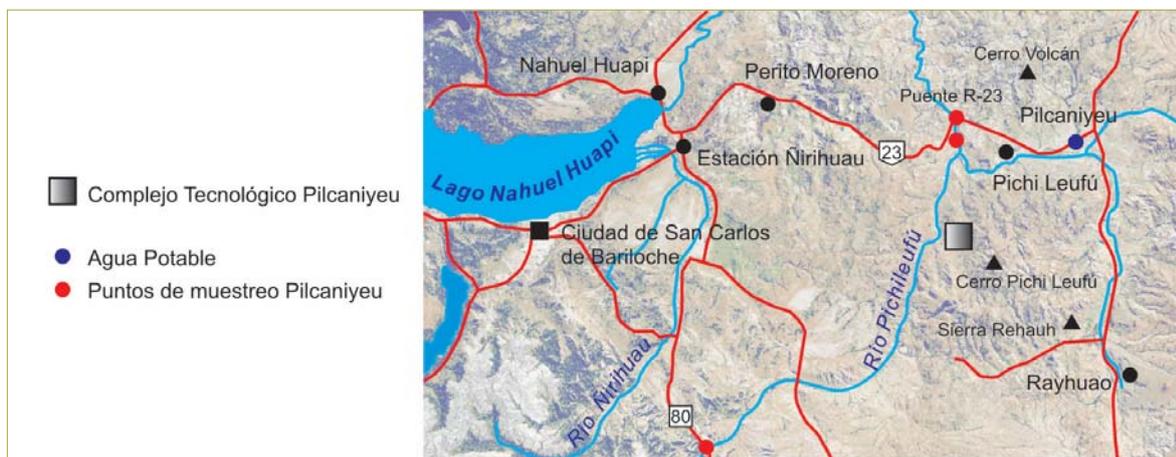
En sedimentos: LD (cobalto 60): 1,1 Bq/kg

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 2008, 3 muestras de aguas superficiales, 1 muestra de agua de consumo humano y 2 muestras de sedimentos. Se realizaron sobre las mismas un total de 6 determinaciones y análisis radioquímicos. Los resultados obtenidos pueden observarse en la tabla siguiente:

tipo de muestra	valor
Uranio natural en agua de consumo humano de Pilcaniyeu	0,035 Bq/l (0,0014 mg/l)
Uranio natural en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	<LD
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación	0,08 Bq/g (0,0032 mg/g)
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	0,015 Bq/g (0,0006 mg/g)

(*) Valores promedio

LD es el mayor límite de detección determinado analizado en muestras de agua y sedimentos, cada radionucleido correspondiente a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

LD: 0,2 Bq/l (0,008 mg/l)

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.

Complejos minero fabriles

Para evaluar el impacto radiológico ambiental, la ARN lleva a cabo monitoreos 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 de napa freática 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 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.

Se recolectaron durante 2008, 12 muestras de aguas superficiales, 3 muestras de agua de consumo humano y 8 muestras de sedimentos. Se realizaron sobre las mismas un total de 46 determinaciones y análisis radioquímicos.

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

tipo de muestra	valor	tipo de muestra	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	<LD	Radio 226 en agua de consumo humano de San Rafael	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano de Monte Comán	<LD	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 (*)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	4,6 mBq/l
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	0,06 Bq/g (0,0025 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	25,9 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	0,075 Bq/g (0,003 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	41,9 mBq/g
Tasa de emanación de radón en colas de mineral tratado			5,5 Bq/m ² .s

(*) Valores promedio

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en aguas, correspondiente a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

LD (uranio natural en agua de consumo): 0,01 Bq/l (0,0005 mg/l)

LD (uranio natural en aguas superficiales): 0,02 Bq/l (0,008 mg/l)

LD (radio 226 en aguas): 4,3 mBq/l

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

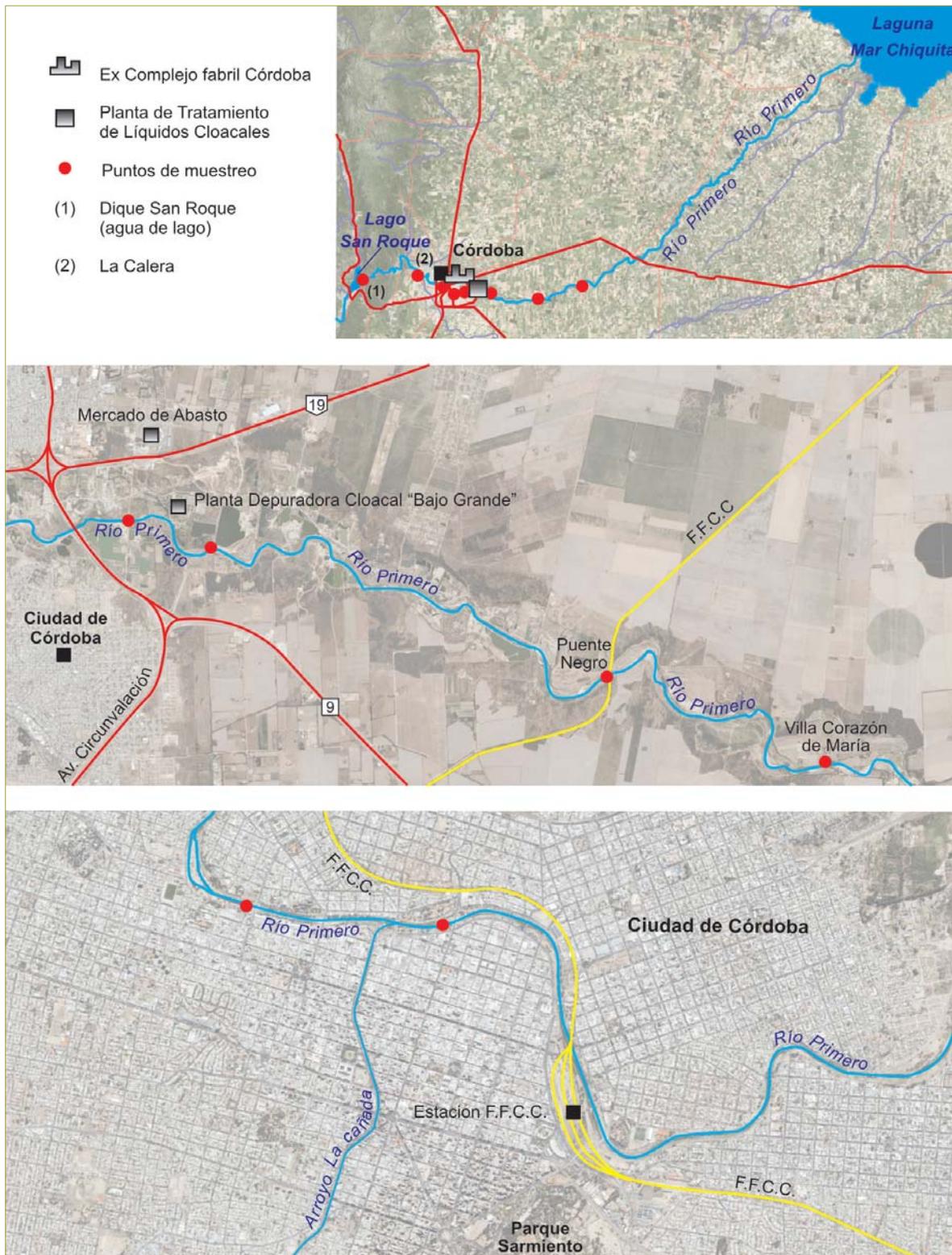


Planta de Conversión de Dióxido de Uranio (Dioxitek)

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 las **Figura 17**. Se toma además una muestra del agua de consumo humano de la ciudad de Córdoba.

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



Durante el año 2008 se tomaron 10 muestras de aguas superficiales, 1 de agua de consumo humano y 4 muestras de sedimentos, realizándose sobre las mismas un total de 30 determinaciones y análisis radioquímicos. Se determinó además la tasa de emanación de radón en las escombreras de mineral de uranio tratado. Se detallan a continuación los valores obtenidos:

tipo de muestra	valor	tipo de muestra	valor
Uranio natural en agua de consumo humano de la ciudad de Córdoba	0,1 Bq/l (0,0041 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano de la ciudad de Córdoba	<LD
Uranio natural en aguas superficiales del río Suquía (Primer), aguas arriba de la instalación (*)	0,34 Bq/l (0,0136 mg/l)	Radio 226 en aguas superficiales del río Suquía (Primer), aguas arriba de la instalación (*)	<LD
Uranio natural en aguas superficiales del río Suquía (Primer), aguas abajo de la instalación (*)	0,34 Bq/l (0,0137 mg/l)	Radio 226 en aguas superficiales del río Suquía (Primer), aguas abajo de la instalación (*)	<LD
Uranio natural en sedimentos del río Suquía (Primer), aguas arriba de la instalación (*)	0,14 Bq/g (0,0057 mg/g)	Radio 226 en sedimentos del río Suquía (Primer), aguas arriba de la instalación (*)	34,6 mBq/g
Uranio natural en sedimentos del río Suquía (Primer), aguas abajo de la instalación (*)	0,1 Bq/g (0,004 mg/g)	Radio 226 en sedimentos del río Suquía (Primer), aguas abajo de la instalación (*)	<LD
Tasa de emanación de radón en colas de mineral tratado			5,7 Bq/m ² .s

(*) Valores promedio

LD es el mayor límite de detección determinado para radio 226 en aguas y en sedimentos, correspondiente a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

LD (radio 226 en aguas): 7,1 mBq/l

LD (radio 226 en sedimentos): 21 mBq/g

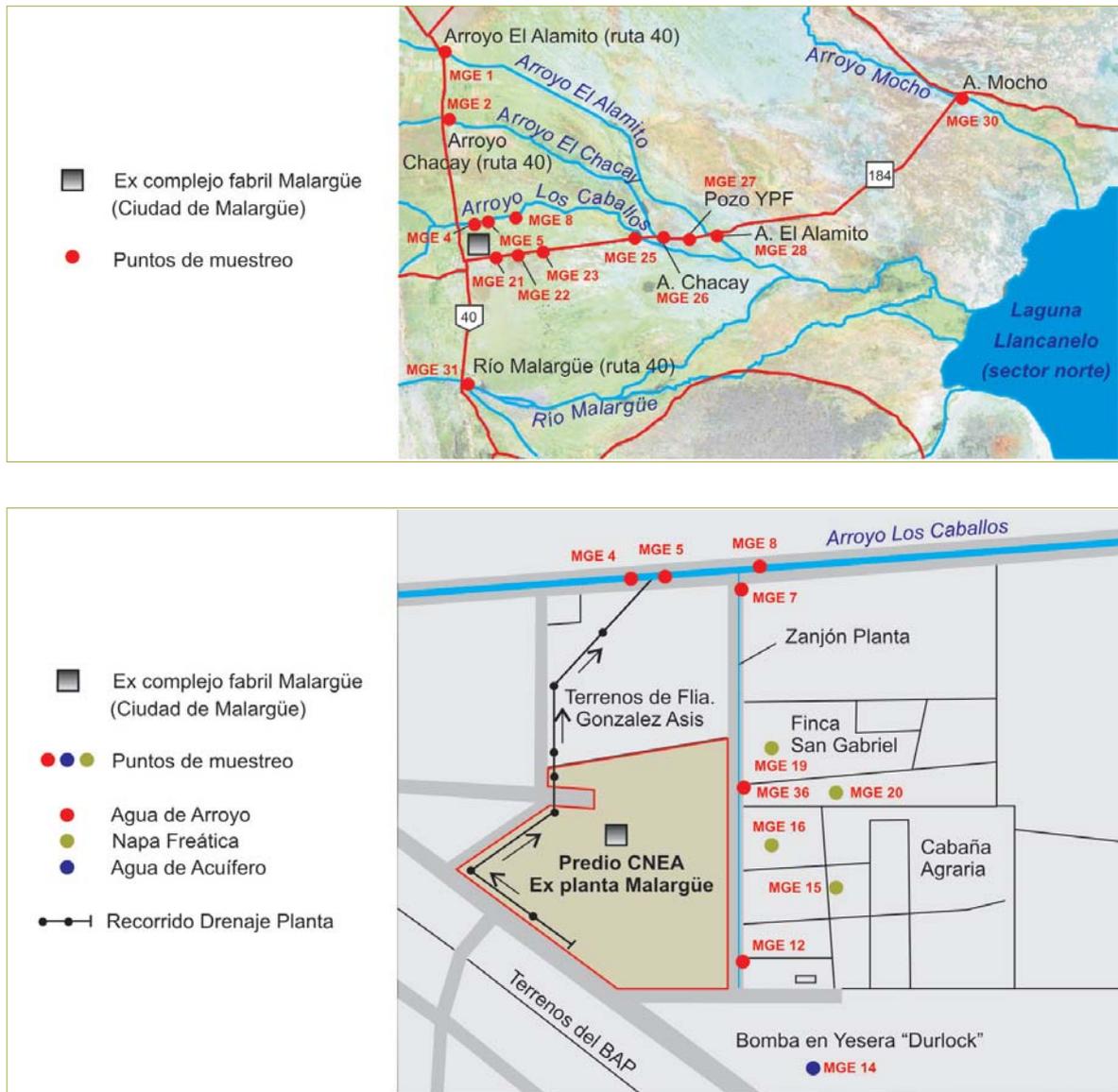
Ex Complejo minero fabril Malargüe

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. Procesó en principio mineral de uranio procedente de los yacimientos "Huemul" y "Agua Botada", 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 de napa freática, 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**).

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



Se recolectaron en el año 2008, 23 muestras de aguas superficiales, 1 agua de acuífero, 4 aguas de napa freática, 1 agua de consumo humano y 10 muestras de sedimentos, realizándose sobre las mismas un total de 68 análisis.

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

tipo de muestra	valor	tipo de muestra	valor
Uranio natural en agua de consumo humano de la ciudad de Malargüe	<LD	Radio 226 en agua de consumo humano de la ciudad de Malargüe	<LD
Uranio natural en aguas de napa freática (*)	1,1 Bq/l (0,043 mg/l)	Radio 226 en aguas de napa freática (*)	45,5 mBq/l
Uranio natural en aguas de acuífero	<LD	Radio 226 en aguas de acuífero	<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 (*)	0,315 Bq/l (0,0126 mg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	<LD
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	0,08 Bq/g (0,0032 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	33 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	0,065 Bq/g (0,0026 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	33 mBq/g
Tasa de emanación de radón en colas de mineral tratado			6,7 Bq/m ² .s

(*) Valores promedio

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en aguas, correspondiente a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

LD (uranio natural en aguas de consumo): 0,01 Bq/l (0,0005 mg/l)

LD (uranio natural en aguas superficiales, napa y acuífero): 0,2 Bq/l (0,008 mg/l)

LD (radio 226 en aguas): 4,5 mBq/l

Ex Complejo minero fabril Los Gigantes

El 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** (mapa muestreo Los Gigantes 2008), se muestran esquemáticamente los alrededores del ex Complejo Minero Fabril Los Gigantes, indicándose los puntos de muestreo.

Se recolectaron en 2008, 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 6 muestras

de sedimentos, realizándose un total de 38 análisis. Se presentan a continuación los valores obtenidos en las distintas muestras:

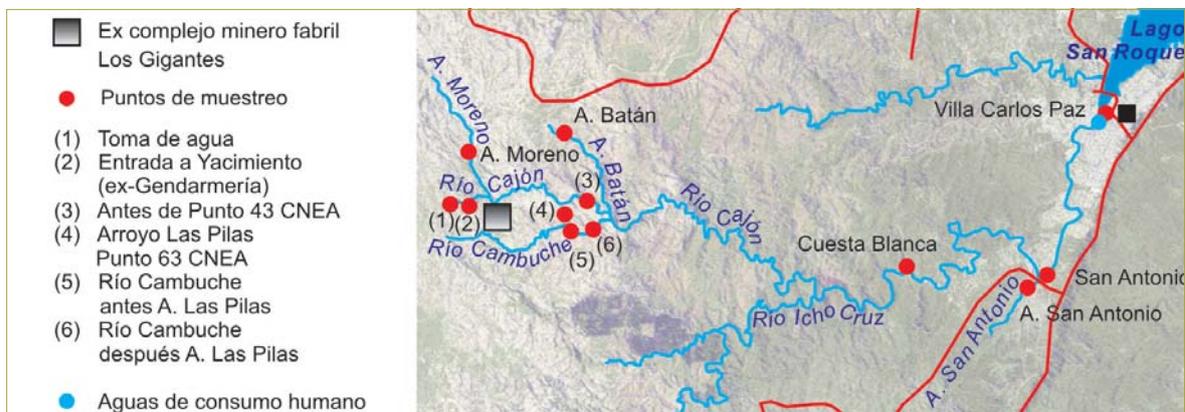
tipo de muestra	valor	tipo de muestra	valor
Uranio natural en agua de consumo humano de Villa Carlos Paz	0,06 Bq/l (0,0024 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano de Villa Carlos Paz	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (*)	0,15 Bq/l (0,006 mg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (*)	<LD
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	0,17 Bq/l (0,0068 mg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	20 mBq/l
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	0,15 Bq/g (0,006 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	69,6 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	0,29 Bq/g (0,0115 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	68,9 mBq/g

(*) Valores promedio

LD es el mayor límite de detección determinado para radio 226 en aguas, correspondiente a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

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

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



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 toman muestras de agua de napa, 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). Adicionalmente se toman muestras del agua de consumo humano de Villa Larca, Concarán, Santa Rosa de Conlara y Merlo.

En el año 2008 se tomaron 8 muestras de aguas superficiales, 4 muestras de agua de consumo humano y 4 muestras de sedimentos, determinándose la concentración de uranio natural y radio 226 (en total 32 ensayos). Se detallan a continuación los valores obtenidos:

tipo de muestra	valor	tipo de muestra	valor
Uranio natural en agua de consumo humano del Valle de Conlara (*)	0,4 Bq/l (0,0158 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano del Valle de Conlara (*)	4,6 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 (*)	1,1 Bq/l (0,0445 mg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	7,4 mBq/l
Uranio natural en aguas de napa del Valle de Conlara	0,275 Bq/l (0,011 mg/l)	Radio 226 en aguas de napa del Valle de Conlara	5,7 mBq/l
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	0,1 Bq/g (0,0044 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	812,3 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	0,18 Bq/g (0,007 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	161,2 mBq/g

(*) Valores promedio

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en aguas, correspondiente a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

LD (uranio natural en aguas superficiales): 0,15 Bq/l (0,006 mg/l)

LD (radio 226 en aguas): 3,9 mBq/l

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 2008, se tomaron 19 muestras de aguas superficiales, 3 de aguas de consumo humano y 20 muestras de sedimentos, realizándose 84 determinaciones sobre las mismas. Se detallan a continuación los valores obtenidos:

tipo de muestra	valor	tipo de muestra	valor
Uranio natural en agua de consumo humano, ciudad de Salta	0,08 Bq/l (0,003 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, ciudad de Salta	6,6 mBq/l
Uranio natural en agua de consumo humano, Cafayate	0,05 Bq/l (0,0021 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Cafayate	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano, Cachi	0,24 Bq/l (0,0097 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Cachi	13,3 mBq/l
Uranio natural en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (*)	0,37 Bq/l (0,0147 mg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas arriba de la instalación (*)	4,1 mBq/l
Uranio natural en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	0,09 Bq/l (0,0037 mg/l)	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	3,9 mBq/l
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	0,06 Bq/g (0,0024 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	47,5 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	0,07 Bq/g (0,0026 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	54,9 mBq/g

(*) Valores promedio

LD es el mayor límite de detección determinado para radio 226 en aguas, correspondiente a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

LD (radio 226 en aguas): 3,5 mBq/l

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 inicio 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**.

Durante el año 2008, se tomaron 23 muestras de aguas superficiales, 4 de aguas de consumo humano y 17 muestras de sedimentos, realizándose 88 determinaciones sobre las mismas. Se determinó además la tasa de emana-

ción de radón en las escombreras de mineral de uranio tratado. Se detallan a continuación los valores obtenidos:

tipo de muestra	valor	tipo de muestra	valor
Uranio natural en agua de consumo humano, Los Altares	0,26 Bq/l (0,0104 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Los Altares	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano, Gaiman	0,02 Bq/l (0,0008 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Gaiman	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano, Trelew	0,02 Bq/l (0,0008 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Trelew	<LD
Uranio natural en agua de consumo humano, Rawson	0,03 Bq/l (0,0011 mg/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 (*)	<LD
Uranio natural en sedimentos del río Chubut, aguas arriba de la instalación (*)	0,03 Bq/g (0,0011 mg/g)	Radio 226 en sedimentos del río Chubut, aguas arriba de la instalación (*)	<LD
Uranio natural en sedimentos del río Chubut, aguas abajo de la instalación (*)	0,038 Bq/g (0,0015 mg/g)	Radio 226 en sedimentos del río Chubut, aguas abajo de la instalación (*)	44,1 mBq/g
Tasa de emanación de radón en colas de mineral tratado			6,1 Bq/m ² .s

(*) Valores promedio

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en aguas y en sedimentos, correspondiente a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

LD (uranio natural en aguas superficiales): 0,2 Bq/l (0,008 mg/l)

LD (radio 226 en aguas): 7,3 mBq/l

LD (radio 226 en sedimentos): 32,8 mBq/g

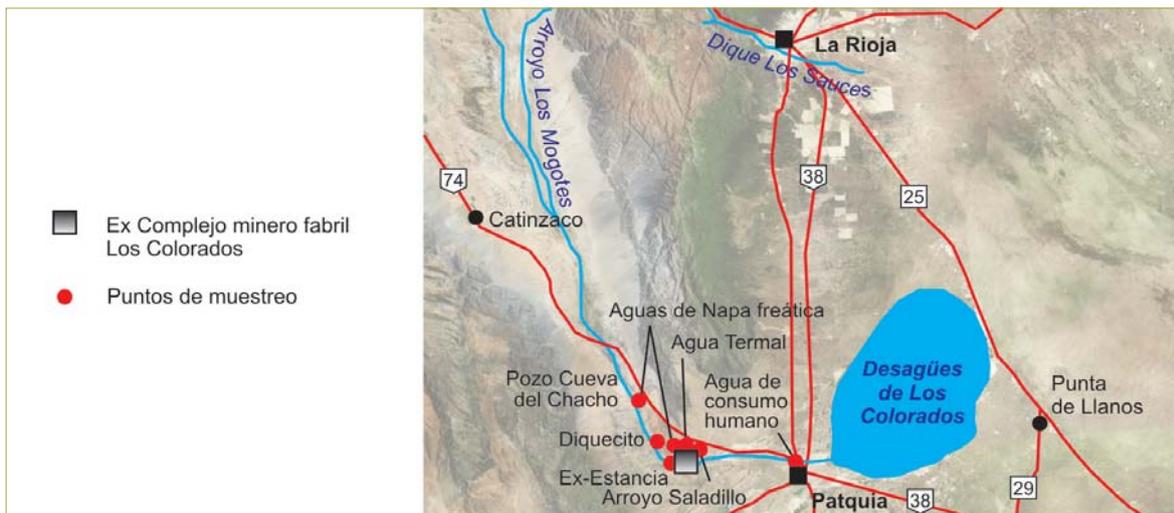
Figura 22. Alrededores del ex Complejo minero fabril Pichián (Provincia de Chubut)



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** (mapa muestreo Los Colorados 2008), 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 2008, se tomaron 3 muestras de aguas superficiales, 3 de aguas de napa, 1 de agua termal, 1 de agua de consumo humano y 3 muestras de sedimentos, realizándose 22 ensayos sobre las mismas. Se detallan a continuación los valores obtenidos:

tipo de muestra	valor	tipo de muestra	valor
Uranio natural en agua de consumo humano, Patquía	0,57 Bq/l (0,0228 mg/l)	Radio 226 en agua de consumo humano, Patquía	<LD
Uranio natural en aguas de napa freática (*)	0,18 Bq/l (0,007 mg/l)	Radio 226 en aguas de napa freática (*)	71,2 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 (*)	<LD	Radio 226 en aguas superficiales, aguas abajo de la instalación (*)	11,3 mBq/l
Uranio natural en agua termal	<LD	Radio 226 en agua termal	84,4 mBq/l
Uranio natural en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	0,09 Bq/g (0,0035 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas arriba de la instalación (*)	19,5 mBq/g
Uranio natural en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	0,07 Bq/g (0,0028 mg/g)	Radio 226 en sedimentos, aguas abajo de la instalación (*)	38,8 mBq/g

(*) Valores promedio

LD es el mayor límite de detección determinado para cada radionucleido analizado en aguas, correspondiente a muestras de esta instalación y sus zonas de influencia.

LD (uranio natural en aguas superficiales y termal): 0,15 Bq/l (0,006 mg/l)

LD (radio 226 en aguas): 3,8 mBq/l

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 N° 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 citados, indica que ninguno de los resultados informados supera el valor guía

de 100 $\mu\text{g/l}$ 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 del Libertador 8250, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En el plan de monitoreo efectuado durante el año 2008 se recolectaron 75 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 algunas muestras de vegetales, atribuibles al fallout ambiental.

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

Concentración de actividad en muestras de aerosoles en aire ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD

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

LD (cesio 137): $0,4 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

LD (cobalto 60): $0,4 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

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

Concentración de actividad en leche (Bq/l)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD

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

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

LD (cobalto 60): $0,02 \text{ Bq}/\text{l}$

LD (estroncio 90): $0,07 \text{ Bq}/\text{l}$

Depósito de actividad en muestras de agua de lluvia (Bq/m^2)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
1º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
2º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
3º trimestre 08	<LD	<LD	<LD
4º trimestre 08	<LD	<LD	<LD

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

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

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

LD (estroncio 90): $0,09 \text{ Bq}/\text{m}^2$

Concentración de actividad en vegetales adquiridos en el Mercado Central de Buenos Aires (Bq/kg)						
especie	período					
	1º semestre 08			2º semestre 08		
	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
Verduras de hoja	<LD	<LD	0,05	<LD	<LD	<LD
Verduras de raíz	<LD	<LD	0,05	<LD	<LD	<LD
Frutas	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,1
Otras verduras	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

Nota: Verduras de hoja: acelga, lechuga.

Verduras de raíz: cebolla, papa, zanahoria.

Frutas: manzana, naranja.

Otras verduras: berenjena, tomate, chaucha, zapallito.

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

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

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

LD (estroncio 90): 0,03 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 (incoloro, 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/m³. 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.

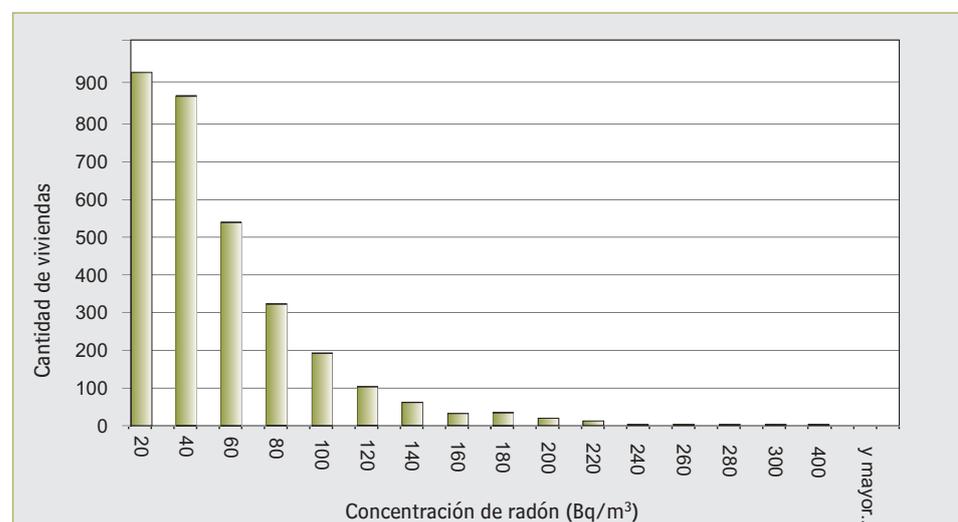
A continuación, en la tabla siguiente, se indican las distintas ciudades del país con el número de viviendas analizadas desde el año 1983 a la fecha, y la concentración de radón promedio determinada en cada caso:

Mediciones realizadas de la concentración de radón en el interior de viviendas			
Provincia	Promedio (Bq.m ³)	Número de viviendas	Sistema de medición utilizado*
Mendoza	45,3	1215	1,2,3,4,
Corrientes	48,0	109	1
Buenos Aires	33,2	464	1,2,3,4
Chaco	49,0	35	1
Santa Fe	31,0	61	1
San Luis	41,7	223	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	54,6	349	1,4
Entre Ríos	79,4	17	4
Tierra del Fuego	28,1	27	4
Salta	62,5	17	4
Argentina	46,4	3056	

* 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 3056 viviendas monitoreadas, desde 1983 hasta el año 2008 en todo el país, resultó ser de 46,4 Bq/m³.

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/m³, 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/m³, no superando los 400 Bq/m³.

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.

Laboratorios de la ARN

La ARN desarrolla 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 y sus validaciones en las diferentes áreas de trabajo.

En el Centro Atómico Ezeiza, la ARN dispone de aproximadamente 2000 m² de laboratorios instalados dedicados: a la dosimetría física, a la radiopatología y dosimetría biológica, a análisis radioquímicos de muestras de descargas, ambientales y de inspección, a la detección de partículas de uranio con fines de salvaguardias, a la medición de radón, a la evaluación de la contaminación interna, y laboratorios de mediciones (contador de cuerpo entero, dosimetría citogenética, dosimetría termoluminiscente para gamma y neutrones, espectrometría de neutrones, espectrometría gamma, alfa y medición de actividad alfa y beta total y laboratorios de medición de actividad de bajo fondo), de apoyo electrónico, y de determinación de la eficiencia de filtros.

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

- ▣ Estudios ambientales y análisis de descargas.
- ▣ Verificación de equipos de radiación.
- ▣ Dosimetría externa.

- ❑ Dosimetría interna de radiofármacos.
- ❑ Evaluación de blindajes.
- ❑ Técnicas de medición de radón.
- ❑ Programa de asesoramiento médico en radioprotección.
- ❑ 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 los laboratorios de análisis radioquímicos, se analizan muestras de distintos tipos, entre ellas: aguas, suelos, sedimentos, vegetales, filtros y muestras biológicas (orinas, heces y soplidos nasales), para la determinación de diferentes radionucleidos alfa, beta y gamma emisores.

En los laboratorios de mediciones de radiación, se realizan mediciones rutinarias y no rutinarias en tiroides, en pulmón y mediciones de cuerpo entero. Asimismo, se llevan a cabo las mediciones relacionadas con estudios ambientales, así como las relacionadas con las inspecciones y auditorías.

En el área de la dosimetría física se efectúan mediciones rutinarias de dosimetría personal y mediciones especiales en reactores, conjuntos críticos y aceleradores de uso médico y de investigación. Los laboratorios 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.

El Laboratorio de Dosimetría Biológica de la ARN ha sido incorporado a la red RANET perteneciente al sistema de respuesta y asistencia en situaciones de emergencias del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Las distintas áreas desarrollan actividades de investigación y desarrollo en apoyo a la actividad regulatoria, por ejemplo:

- ❑ Evaluación de la Exposición Interna debida a yodo 131 en los Trabajadores de Medicina Nuclear.
- ❑ Biodosimetría para sobre-exposiciones con altas dosis, utilizando condensación prematura de cromosomas (PCC) químicamente inducida.
- ❑ Indicadores de daño crónico por radiación.

En el marco del Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares se opera el laboratorio de espectrometría gamma, considerado laboratorio primario en la red internacional establecida en dicho Tratado.

Accreditación de laboratorios

Los siguientes laboratorios de ensayo de la ARN han sido acreditados ante Organismo Argentino de Acreditación (OAA)- miembro de ILAC - conforme a la norma internacional IRAM 301 ISO/IEC 17025/2005: Gestión de Muestreo y Espectrometría Gamma desde febrero de 2007, Uranio por Fluorimetría y por Fosforescencia Cinética (KPA) desde marzo 2008.

A principios de diciembre de 2008, se recibió a los Evaluadores del OAA para la Acreditación del Laboratorio de Tritio y el Laboratorio de Calibración de Detectores cuyos resultados definitivos se estima estarán en 2009. 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.

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.

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, con Policía Federal, Prefectura Naval Argentina y Ejército Argentino y con autoridades regulatorias de EE. UU., Canadá, Francia, España, Reino Unido, Suiza, Sudáfrica, Egipto, Italia, Armenia, Alemania y Uruguay, entre otros.

Convenios nacionales

Durante el año 2008 la ARN ha suscripto los siguientes convenios y temas de trabajo:

- ❑ Con fecha 17 de julio de 2008 se renovó por el término de dos años el Proyecto de Colaboración Interinstitucional entre el Hospital de Quemados del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y la ARN para la cooperación

científico-técnica y asistencia médica integral de pacientes sobreexpuestos a radiaciones ionizantes.

- El 21 de noviembre de 2008 se firmó un Convenio de colaboración con la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) cuyo objeto principal es contribuir a la formación especializada de recursos humanos en el área de la Seguridad Radiológica y Nuclear.

Se encuentran en proceso de negociación los siguientes instrumentos:

- 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.
- Se iniciaron conversaciones con el Ministerio de Salud del Gobierno de la Ciudad 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.

Convenios internacionales

En el ámbito internacional, durante 2008 la ARN ha suscripto los siguientes convenios y temas de trabajo:

- El 16 de enero se firmó el Acuerdo entre la Comisión Reguladora Nuclear de EE.UU. (USNRC) y la ARN, referido a la participación de la NRC en el Programa de Investigación sobre accidentes severos bajo el convenio marco e interinstitucional (renovado en diciembre de 2007) entre ambos organismos de EE. UU. y Argentina celebrado para el intercambio de información técnica y cooperación en materia de regulación de la seguridad nuclear.
- Con fecha 16 de junio se firmó el Acuerdo global sobre licenciamiento de plantas nucleares de potencia (en proyecto) entre la Autoridad Regulatoria Nuclear y la Universidad de New Brunswick – Centro de investigación sobre energía nuclear, como marco para que dicha Universidad brinde a la ARN asesoramiento en materia de extensión de vida de centrales tipo CANDU y en el proceso de licenciamiento de nuevos reactores a ser construidos en la Argentina.
- El 2 de diciembre se firmó el Acuerdo global sobre colaboración técnica para investigación e intercambio de información entre la Autoridad Regulatoria Nuclear y la Universidad de Carolina de Norte (EE. UU.). El objeto de este convenio marco se vincula con obtener el apoyo y asesoramiento de la citada universidad en el área de evaluaciones sísmicas de la Central Nuclear Atucha II así como en el proyecto de extensión de vida de la Central Nuclear Embalse.

- ▣ En agosto de 2008 se firmaron dos Convenios de Investigación entre la Universidad de Purdue de los Estados Unidos y la Autoridad Regulatoria Nuclear.
- ▣ Durante 2008, se firmó un Convenio de Investigación entre Sandia National Laboratories (perteneciente al Departamento de Energía de Estados Unidos) y la ARN.
- ▣ Durante el año 2008 se firmaron catorce Temas de Trabajo anexos al Acuerdo marco sobre trabajos de asesoramiento y servicios para el licenciamiento de Atucha II entre la Autoridad Regulatoria Nuclear y el TÜV NORD/SÜD de Alemania (firmado en setiembre del 2007 como marco para la colaboración de ese organismo alemán en tareas de licenciamiento de la Central Atucha II).
- ▣ Durante el año 2008 se firmaron dos Temas de Trabajo anexos al Acuerdo marco sobre trabajos de asesoramiento y servicios para el licenciamiento de Atucha II entre la y la Sociedad para seguridad de reactores (mbH de Alemania), firmado en setiembre de 2007 entre esa institución alemana y la ARN.
- ▣ El 17 de noviembre se firmó en Argel (Argelia) el “Acuerdo de Cooperación entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República Argelina Democrática y Popular para el Desarrollo y el Uso Pacífico de la Energía Nuclear”. El 22 de noviembre se firmó en Trípoli (Libia) el “Acuerdo entre la República Argentina y la Gran Jamahiriya Arabe Libia Popular Socialista sobre Cooperación en los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear”. El 3 de diciembre se firmó en Buenos Aires el “Acuerdo de Cooperación sobre Usos Pacíficos de la Energía Nuclear entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República de Sudáfrica”. En cada uno de estos acuerdos la ARN envió sus comentarios al Ministerio de Relaciones Exteriores - Dirección de Seguridad Internacional, Asuntos Nucleares y Espaciales.

Se encuentra en proceso de negociación y próximo a su firma el “Convenio de Cooperación Técnica e Intercambio de Información en Materia de Regulación Nuclear” con la Comisión Nacional de Control de las Actividades Nucleares de Rumania (CNCAN).

Actividades de cooperación

Debe destacarse que Argentina está representado 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) y Comité sobre Normas de Seguridad en el Transporte (TRANSSC). Especialistas de la ARN integran otros importantes comités, en particular el Grupo Asesor Permanente sobre Implementación de

Salvaguardias (SAGSI) y la Comisión sobre Normas de Seguridad (CSS).

Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares

Se realizó la XIII reunión Plenaria del FORO en la Ciudad de Montevideo (República Oriental del Uruguay) entre el 15 y el 16 de mayo, donde se aprobó el acta de la reunión anterior y el procedimiento de ingreso para nuevos miembros.

En la reunión se recibió la solicitud de incorporación de la CCHEN (Comisión Chilena de Energía Nuclear) con la presencia de su Director Ejecutivo. Se aceptó dicha solicitud, pasando a ser Chile país integrante del Foro.

Asimismo, en la reunión:

- ▣ Se continuó con el desarrollo del programa técnico a implementar en el marco del Programa Extrapresupuestario de Seguridad en Iberoamérica del OIEA.
- ▣ Se ratificó el auspicio a la Reunión del IRPA XII para difundir resultados que se obtengan de los proyectos técnicos desarrollados en el marco del Foro.
- ▣ Se ratificó a Brasil como sede del Hospedaje del Servidor de la Red Iberoamericana del Conocimiento.
- ▣ Se aprobó plan de trabajo 2008/2009 y su presupuesto.

Red de países reguladores con pequeños programas nucleares (NERS)

Durante el año 2008 no fue posible participar en la reunión del NERS.

Reuniones ABACC

Evento	Lugar	Fecha
Reunión de Coordinación ARN/ABACC	Buenos Aires, Argentina	8 de enero
Reunión del Subcomité Técnico	Río de Janeiro, Brasil	28 y 29 de enero
Reunión Tripartita ARN/ABACC/OIEA	Embalse, Argentina	12 de marzo
Reunión de la Comisión de la ABACC	Río de Janeiro, Brasil	4 de abril 1 de agosto 11 de diciembre
Reunión de Comité de Enlace	Río de Janeiro, Brasil	10 de diciembre

Interacción con Organismos internacionales y extranjeros

Como continuación de las actividades de cooperación con el Departamento de Energía de los Estados Unidos en el área de control de exportaciones, la ARN ha participado en el segundo "Curso de Entrenamiento para la Identificación de Mercaderías sujetas a Control (CIME)" que se llevó a cabo en Buenos Aires del 25 al 28 de agosto de 2008, como experiencia piloto realizada en la Argentina de la capacitación que, en esta materia, se dicta en los Estados Unidos destinada primordialmente a los agentes aduaneros. La ARN aportó su personal para

la realización de dicha prueba, cuyos resultados serán evaluados para continuar la actividad.

Representación Institucional

Entre los días 22 y 25 de abril de 2008 tuvo lugar en Buenos Aires la quinta reunión del “Comité conjunto de cooperación en energía nuclear” entre los sectores nucleares de la Argentina y Estados Unidos. Durante el mismo, se pasó revista a las distintas áreas de cooperación nuclear entre ambos países y se acordaron una serie de acciones futuras.

Los días 3 y 4 de noviembre de 2008 se participó en la negociación de un Acuerdo de Cooperación sobre Usos Pacíficos de la Energía Nuclear entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República Argelina Democrática y Popular.

Entre los días 2 y 3 de diciembre de 2008, la ARN participó de la II Reunión de la Comisión Binacional Argentina-Sudáfrica (BICSAA) en Buenos Aires. La misma incluyó la firma del Acuerdo de Cooperación Nuclear entre ambos países.

COBEN

La Comisión Binacional para la implementación de proyectos específicos en el campo del uso pacífico de la 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 lo acordado según la Declaración del 22 de febrero, desde los primeros días del mes de marzo se ha venido trabajando intensamente en la constitución de la COBEN, la realización del Seminario de Foz de Iguazú del 26 al 28 de mayo y las sucesivas reuniones de la Comisión.

Reuniones de la COBEN

Evento	Lugar	Fecha
Constitución de la COBEN	Viena, Austria	3 de marzo
Adopción del Reglamento	Buenos Aires, Argentina	23 de marzo
Seminario de Cooperación	Foz de Iguazú, Brasil	26 al 28 de mayo
COBEN	Río de Janeiro, Brasil	25 de julio 12 de diciembre
COBEN	Buenos Aires, Argentina	19 de agosto 22 de octubre

Control de Exportaciones

Participación en la Comisión Nacional de Control de Exportaciones Sensitivas y Material Bélico (CONCESYMB):

Según Decreto 603/92, la ARN es miembro de la Comisión para los casos del área nuclear. Desde su creación en el año 1994, la ARN viene participado regularmente en 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 2008 la ARN ha participado de las reuniones llevadas a cabo por la Comisión. Se firmaron seis 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 los listados de control correspondientes al área nuclear para su incorporación a la legislación nacional en materia de control de 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.

Asimismo, se intervino en los pedidos de exportación-importación de materiales y equipos de interés radiológico y nuclear.

Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (CTBT)

En el curso del año 2008 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 unidad monitora de gases nobles, y que efectuará durante la instalación de las estaciones IS01 Bariloche y RN02 Salta.

Por otra parte, en el marco de la relación que mantiene esta ARN con la STP, durante los meses de septiembre y diciembre de 2008, se recibieron visitas de funcionarios del área de radionucleidos de la STP y se discutieron distintos aspectos de la implementación del Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) del CTBT en Argentina.

En el cuadro siguiente se detallan los cursos y/o reuniones mantenidas durante 2008:

Evento	Lugar	Fecha
Reunión del Grupo de Trabajo B de la STP (2 funcionarios)	Viena, Austria	25 de agosto al 12 de setiembre
Taller de Operaciones y Mantenimiento (1 funcionario)	Viena, Austria	10 al 14 de noviembre
Curso de Entrenamiento Avanzado para personal técnico del Centro Nacional de Datos (1 funcionario)	Viena, Austria	24 de noviembre al 5 de diciembre

Capacitación

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 regulatoria 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 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.

Los cursos de capacitación dictados por la ARN durante 2008 se muestran en la siguiente tabla:

Curso	Lugar y/o centro	Duración y/o fecha
Curso Regional de Capacitación sobre Transporte Seguro de Material Radiactivo (ARN, OIEA)	Buenos Aires	23 de junio al 4 de julio
Posgrado en Protección Radiológica y Seguridad de Fuentes de Radiación	Ciudad de Buenos Aires y Centro Atómico Ezeiza	31 de marzo 19 de setiembre
Módulo de Seguridad Radiológica de la Maestría en Reactores Nucleares (CNEA/UTN)	Buenos Aires	mayo a junio
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	22 de setiembre al 19 de diciembre
Protección Radiológica (nivel técnico)	Centro Atómico Ezeiza	4 de agosto al 3 de octubre
Curso de Pedagogía y Didáctica para Educadores	Centro Atómico Ezeiza	30 de junio al 4 de julio
Reunión Regional sobre Monitorización con Fines de Protección Radiológica	Centro Atómico Ezeiza	13 al 17 de octubre
Curso Regional de Capacitación sobre la Formulación de un Programa de Monitorización del Lugar de Trabajo	Centro Atómico Ezeiza	27 al 31 de octubre

Los participantes en los Cursos de Posgrado y de Protección Radiológica dictados por la ARN durante 2008 distribuidos por país de procedencia se presentan en las siguientes tablas:

Curso Posgrado en Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación - 31/3 al 19/9	
País	Cantidad participantes
Argentina	10
Brasil	2
Chile	3
Costa Rica	2
Cuba	1
Ecuador	1
Paraguay	1
Perú	2
Venezuela	1

Curso Posgrado en Seguridad Nuclear - 22/9 al 19/12	
País	Cantidad participantes
Argentina	7
Brasil	1
Chile	3
Costa Rica	1
México	1
Perú	2
Uruguay	1

Curso de Protección Radiológica (Nivel Técnico) - 4/8 al 3/10	
País	Cantidad participantes
Argentina	24

Curso Regional de Capacitación sobre Transporte Seguro de Material Radiactivo - 23/6 al 4/7	
País	Cantidad participantes
Argentina	13
Bolivia	1
Brasil	3
Chile	1
Costa Rica	1
Cuba	2
Ecuador	1
El Salvador	1
Guatemala	1
México	1
Nicaragua	1
Panamá	1
República Dominicana	1

Reunión Regional sobre Monitorización con Fines de Protección Radiológica - 13/10 al 17/10	
País	Cantidad participantes
Argentina	5
Bolivia	2
Brasil	2
Chile	2
Costa Rica	2
Cuba	2
Ecuador	2
El Salvador	1
Guatemala	2
Honduras	2
Panamá	1
Paraguay	2
Perú	1
República Dominicana	1
Uruguay	1
Venezuela	3

Curso Regional de Capacitación sobre la Formulación de un Programa de Monitorización del Lugar de Trabajo - 27/10 al 31/10	
País	Cantidad participantes
Argentina	5
Bolivia	1
Brasil	2
Chile	1
Costa Rica	1
Cuba	1
Ecuador	1
El Salvador	1
Guatemala	1
Haití	1
México	1
Nicaragua	1
Paraguay	1
Perú	2
República Dominicana	1
Uruguay	2
Venezuela	2

Información Técnica

El mantenimiento actualizado de la página web de la ARN permite, tanto a los usuarios de material radiactivo como al ciudadano interesado en la materia, conocer el accionar de la institución, contribuyéndose de esta forma a la información, a la transparencia y a la difusión general. 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 AR.
- ❑ 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.

También se mantiene en forma continua la intranet (red informática interna) destinada a ser el archivo central de toda la información técnica necesaria para cumplir con los objetivos asignados por la ley.

Publicaciones de la ARN

La ARN imprime y edita las siguientes publicaciones:

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 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.

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 física y transporte de material radiactivo y se efectúan impresiones de cada norma en forma independiente.

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.

Plan de Trabajo y Presupuesto

Se editó a principios de 2008 el Plan de Trabajo y Presupuesto de la ARN donde se describe el conjunto de Actividades y Proyectos llevados a cabo durante el año. Se da a conocer mediante esta publicación el detalle de las tareas específicas de la ARN y el presupuesto asociado a cada una de ellas.

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 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.

Publicaciones internas

Estas publicaciones contienen información preliminar sobre diferentes temas técnicos en protección radiológica, salvaguardias y protección física. Estos trabajos posteriormente son presentados en congresos o publicados en revistas internacionales. Al cabo de cada año calendario son incluidas en la Memoria Técnica anual.

Manual de Curso de Radioprotección (Nivel técnico)

Este Manual actualizado y reeditado durante 2008 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 2008 en la Central Nuclear Embalse.

Material de difusión del Organismo

Durante el año 2008 se realizó el diseño y edición del material gráfico y de los apuntes correspondientes a las Reuniones Satélites Asociadas al 12º Congreso Internacional de Protección Radiológica (IRPA 12), Stand de la ARN, FORO, Cursos, Congresos, Talleres, Seminarios y Jornadas que fueron realizadas por el organismo con diferentes entidades nacionales e internacionales.

También se realizó el diseño y edición del material utilizado en el 12º Congreso Internacional de Protección Radiológica (IRPA 12).

Se diseñó y editó, en idioma castellano e inglés, una publicación homenaje al Dr. Dan Beninson: "Recordando a - Evoking".

Se rediseñó y editó el Folleto Institucional de la ARN.

Sistemas Informáticos

La ARN posee una Red Informática que interconecta alrededor de 320 estaciones de trabajo y servidores los que se encuentran ubicados en el edificio de su Sede Central y el Centro Atómico Ezeiza. 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.

Se siguió con la puesta a punto y mantenimiento del Sistema de Control y Gestión de Instalaciones y Fuentes de Radiación (SIRFRAR) como así también se comenzó a actualizar con nuevas versiones las aplicaciones informáticas en uso.

Congreso Internacional de Protección Radiológica, IRPA 12: participación de la ARN

Entre el 19 y 24 de octubre de 2008 se llevó a cabo el 12º Congreso Internacional de Protección Radiológica (IRPA 12). Fue presidido por un funcionario de la ARN y su organización demandó un significativo esfuerzo que se tradujo en la participación de 1160 días-hombre de profesionales pertenecientes a diferentes sectores de esta institución.

Dicho evento fue declarado de Interés nacional por Resolución N° 219/04 de la Secretaría General de la Presidencia de la Nación; de interés de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a través del Decreto N° 899/04 del Gobierno de la Ciudad y de alto interés regulatorio según Resolución N° 30/03 del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

Participaron del exitoso Congreso alrededor de 1800 especialistas, procedentes de 88 países, contándose con la presencia de los más destacados expertos nacionales e internacionales de cada uno de los temas relacionados con la seguridad radiológica y nuclear. En las Ceremonias de Apertura y de Clausura es-