



República Argentina

ISSN 1514-1829



*La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) fue creada el 31 de mayo de 1950, por Decreto N° 10.936 del Poder Ejecutivo Nacional. Esta Memoria y Balance de la Institución, correspondiente al año 2009, coincide pues con su quincuagésimo noveno año de existencia.*

*A través de casi seis décadas, la Argentina ha demostrado su capacidad de ser protagonista en las múltiples aplicaciones de la energía nuclear, y en los primeros años del siglo XXI continua contando con las capacidades necesarias para consolidar su presencia en esta esfera vital del conocimiento. En este sentido, en 2009 se obtuvieron logros institucionales significativos en los campos de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la producción, resultado de los esfuerzos de sus valiosos recursos humanos.*

*En el marco de la política de reactivación de la actividad nuclear en la Argentina, dispuesta por el Gobierno Nacional el 23 de agosto de 2006, en 2009 la CNEA intensificó la implementación de la misma en el ámbito de su competencia, concentrando sus esfuerzos particularmente en determinados proyectos y áreas claves para su cumplimiento, en procura del logro de los objetivos establecidos.*

*La Memoria y Balance 2009 se inicia con un resumen ejecutivo que consigna los objetivos, políticas, actividades y logros principales de la Institución en ese año y, a continuación, pasa revista detallada en los siguientes capítulos a sus capacidades y a las actividades más destacadas desarrolladas en el mismo.*



## **AUTORIDADES NACIONALES**

*Presidenta de la Nación*

*Dra. Cristina E. FERNÁNDEZ de KIRCHNER*

*Ministro de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios*

*Arq. Julio Miguel DE VIDO*

*Secretario de Energía*

*Ing. Daniel Omar CAMERON*

## **AUTORIDADES INSTITUCIONALES**

*Presidenta*

*Lic. Norma Luisa BOERO*

*Vicepresidente*

*Ing. Mauricio BISAUTA*

*Gerente General*

*Dr. Carlos Rubén CALABRESE*



## *I N D I C E*

### *I    PRESENTACIÓN*

#### *7    CAPITULO 1*

#### **Resumen Ejecutivo**

#### *15   CAPITULO 2*

#### **Actividades Científicas y Tecnológicas**

#### *67   CAPITULO 3*

#### **Planificación y Coordinación**

#### *75   CAPITULO 4*

#### **Relaciones Institucionales y Asuntos Jurídicos**

#### *89   CAPITULO 5*

#### **Formación de Recursos Humanos de Alta Especialización**

#### *97   CAPITULO 6*

#### **Recursos Humanos e Infraestructura**

#### *103   CAPITULO 7*

#### **Servicios de Asistencia Tecnológica**

#### *105   CAPITULO 8*

#### **Balance General**

#### *115   CAPITULO 9*

#### **Empresas e Instituciones Asociadas y Vinculadas a la CNEA**



## CAPÍTULO I

### RESEÑA EJECUTIVA

*Objetivos*

*Políticas*

*Actividades y Logros*



## OBJETIVOS GENERALES

Las competencias, obligaciones y facultades de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) están establecidas en la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley N° 24.084) y en la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley N° 25.018). Además, la CNEA implementa, en representación del Estado Nacional, la aplicación de la Convención (Internacional) Conjunta sobre la Seguridad en la Gestión de los Combustibles Gastados y la Seguridad en la Gestión de los Residuos Radiactivos, refrendada por Ley N° 25.279. En el marco de ese contexto legal, sus objetivos generales son:

- Asesorar al Estado Nacional en materia de política nuclear.
- Desarrollar actividades científicas, tecnológicas e industriales dirigidas hacia las aplicaciones pacíficas de las propiedades nucleares que resulten en bienes de interés socio-económico.
- Realizar desarrollos tecnológicos innovativos en el área nuclear y eventualmente contribuir con esos desarrollos en el área no nuclear.
- Incrementar las capacidades y asegurar la operación eficiente de sus reactores de investigación y producción.
- Proveer de insumos nucleares al mercado nacional.
- Contribuir a mejorar la calidad de vida de la sociedad argentina, a preservar la salud de la población y a asegurar la calidad del medio ambiente.
- Mantener el nivel de seguridad, disponibilidad y confiabilidad en el desempeño de sus instalaciones nucleares.
- Gestionar los combustibles gastados y los residuos radiactivos generados por la actividad nuclear en el ámbito nacional.
- Preservar los conocimientos adquiridos en el área nuclear.
- Formar recursos humanos de alta especialización en disciplinas de interés para la actividad nuclear

## OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

En cumplimiento de sus objetivos generales la CNEA dirige sus esfuerzos técnicos y la capacidad presupuestaria disponible focalizándolos sobre dos grandes proyectos, cinco áreas temáticas generales y seis proyectos interinstitucionales. Además, en el marco de esas actividades, ejecuta proyectos con financiación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, principalmente a través de las distintas operatorias de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

Los dos grandes proyectos son

- Proyecto Central Argentina de Elementos Modulares (CAREM)
- Proyecto Enriquecimiento de uranio

Las cinco áreas temáticas generales son:

- Reactores y centrales nucleares
- Ciclo de combustible nuclear
- Aplicaciones de la tecnología nuclear
- Seguridad nuclear y ambiente
- Investigación y aplicaciones derivadas de la tecnología nuclear

Los seis proyectos interinstitucionales son:

- Proyecto Interinstitucional de Plasmas Densos
- Proyecto Internacional Pierre Auger
- Centro Internacional de Ciencias de la Tierra
- Laboratorio Internacional Asociado en Nanociencias
- Fundación Argentina de Nanotecnología
- Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas

Respecto de los cuales la CNEA se ha fijado los siguientes objetivos estratégicos:

**En el Proyecto CAREM:**

- Completar el desarrollo del reactor de potencia innovativo de diseño nacional CAREM y concretar la construcción de su prototipo.

**En el Proyecto Enriquecimiento de uranio:**

- Recuperar la capacidad tecnológica en materia de enriquecimiento de uranio.



Proyecto CAREM  
Maqueta del edificio del reactor



Proyecto Enriquecimiento de Uranio  
Planta Piloto  
Complejo Tecnológico Pilcaniyeu

**En el área temática Reactores y centrales nucleares**

- Fortalecer y consolidar las capacidades institucionales en ingeniería y tecnología nucleares en todo lo relacionado con la implementación de las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, diseño, montaje, puesta en marcha, extensión de vida, desmantelamiento, seguridad y servicios a centrales nucleares de potencia.
- Evaluar el diseño y desarrollo tecnológico de centrales nucleoelectricas de ultima generaci3n que garanticen la provisi3n de energí a costos competitivos.
- Mejorar y consolidar la capacidad nacional de diseíno y construcci3n de reactores de experimentaci3n y producci3n de radiois3topos.



Área temática Reactores y Centrales Nucleares  
Centrales Nucleares Atucha I y II

**En el área temática ciclo de combustible nuclear**

- Satisfacer la demanda nacional de insumos nucleares.
- Mantener y acrecentar la autonomía tecnológica en el campo de los combustibles nucleares.

**En el área temática Aplicaciones de la tecnología nuclear**

- Mantener y consolidar la producci3n nacional de radiois3topos de uso mé dico e industrial.
- Desarrollar nuevos radiofármacos e implementar la capacidad propia de producci3n a fin de asegurar el autoabastecimiento nacional.
- Mantener vinculaci3n y cooperaci3n con distintos centros de salud (nacionales, provinciales, municipales, universitarios y otros) en el área de la medicina nuclear.
- Evaluar radiosensibilizadores para la terapia del cánc er.

**En el área temática seguridad nuclear y ambiente**

- Asegurar que la operaci3n de las instalaciones productivas y las actividades de investigaci3n y desarrollo nucleares de la CNEA se realicen dentro del marco de las normas nacionales e internacionales sobre seguridad radiol3gica, nuclear y física, verificando el cumplimiento de los acuerdos internacionales vigentes en materia de salvaguardias.
- Gestió n segura de los elementos combustibles gastados y de los residuos radiactivos generados en el paí s por instalaciones de la CNEA y de las empresas del área nuclear y por particulares usuarios de material radiactivo.
- Restituci3n ambiental de la minería del uranio (Proyecto PRAMU).

**En el área temática Investigación y aplicaciones derivadas de la tecnología nuclear**

- Desarrollar una estructura científica de excelencia capacitada para la ejecuci3n de actividades de investigaci3n en ciencias básicas de la tecnología nuclear y la producci3n de innovaciones tecnológicas.
- Concretar la transferencia de la investigaci3n básica realizada a desarrollos tecnológicos no nucleares.

Además, en lo que hace a los aspectos que a continuaci3n se detallan, la CNEA ha adoptado los siguientes objetivos estratégicos:

**En planificaci3n**

- Asesorar sobre la inserci3n sustentable de la nucleoelectricidad en el contexto energético nacional.
- Elaborar la planificaci3n estratégica de la CNEA.

**En relaciones institucionales**

- Fortalecer la relaci3n institucional con los organismos internacionales nucleares.
- Incrementar la cooperaci3n con los organismos nucleares de los paí ses con los que se encuentren vigentes acuerdos de cooperaci3n.
- Consolidar los vínculos existentes con los poderes pú blicos y con otras instituciones nacionales pú blicas y privadas.
- Definir e implementar una política comunicacional efectiva con la opini3n pú blica.

**En formaci3n de recursos humanos de alta especializaci3n**

- Proveer una capacitaci3n científica y tecnológica de excelencia como base para las actividades tecnológicas nucleares de la Instituci3n.
- Aumentar la oferta académica de los institutos de formaci3n de la CNEA según lo aconsejen las necesidades del sector nuclear argentino.



Área temática Aplicaciones de la Tecnología Nuclear - Producci3n del radiofármaco 18 -FDG en ciclotr3n Centro At3mico Ezeiza



Área temática Seguridad nuclear y ambiente - Restituci3n Ambiental de la Minería del Uranio (PRAMU)  
Trabajos de restituci3n en el Ex - Complejo Minero Fabril Malargüe

## POLÍTICAS

En relación con los objetivos estratégicos señalados, en 2009 la CNEA adoptó las siguientes políticas:

**En el Proyecto CAREM**

- Continuar las tareas y acciones necesarias para la construcción del prototipo del reactor innovativo CAREM 25 en un plazo no mayor de cinco años.

**En el Proyecto Enriquecimiento de uranio**

- Completar el desarrollo de la tecnología de enriquecimiento de uranio.

**En el área temática Rectores y centrales nucleares**

- Participar activamente en el completamiento de la Central Nuclear Atucha II.
- Apoyar técnicamente el funcionamiento y servicio de las centrales nucleares en operación.
- Desarrollar programas de extensión de vida para las centrales nucleares en operación, en particular para la Central Nuclear Embalse.
- Continuar la planificación de las tareas preliminares para el futuro desmantelamiento de instalaciones nucleares relevantes y el desarrollo de equipos de descontaminación mecánica, y de estudios sobre gestión de hormigones.



Área temática Ciclo de Combustible  
Elementos combustibles tipo CANDU  
para la Central Nuclear Embalse

**En el área temática Ciclo de combustible nuclear**

- Reactivar la minería del uranio en el país.
- Mantener y acrecentar la capacidad tecnológica para el desarrollo, el diseño, la ingeniería y la fabricación de elementos combustibles para las centrales nucleares de potencia y los reactores experimentales, y de blancos de irradiación para la producción de radioisótopos.

**En el área temática Aplicaciones de la tecnología nuclear**

- Optimizar y consolidar el desempeño de las instalaciones de experimentación y producción de radioisótopos para uso médico e industrial, a fin de abastecer la demanda nacional y producir saldos exportables.
- Consolidar la operación de los centros de medicina nuclear vinculados con la CNEA.
- Promover la aplicación de las técnicas de irradiación, particularmente para la conservación de alimentos.

**En el área temática Seguridad nuclear y ambiente**

- Verificar que todas las actividades desarrolladas por la CNEA estén insertas en un marco de adecuada gestión ambiental.
- Operar facilidades de tratamiento, acondicionamiento y gestión de residuos de baja actividad y de almacenamiento interino de los de media actividad.
- Analizar los criterios y monitorear el almacenamiento interino de los elementos combustibles gastados de los reactores de potencia y de investigación.
- Continuar los trabajos de restitución ambiental en ex Complejos Minero Fabriles, en particular en el de Malargüe, y los estudios técnicos y trabajos de ingeniería correspondientes a los demás sitios.

**En el área temática investigación y aplicaciones derivadas de la tecnología nuclear**

- Consolidar las actividades de investigación en ciencias básicas de la tecnología nuclear.
- Diversificar la oferta en cuanto a tecnologías derivadas de la tecnología nuclear.
- Investigar en el campo del hidrógeno como vector de energía y en el de las celdas de combustible.

**En planificación**

- Continuar el análisis de la demanda y oferta del mercado eléctrico, con especial énfasis en el desarrollo de la opción nucleoelectrónica.
- Elaborar el Plan Estratégico de la CNEA 2010-2019.

**En relaciones institucionales**

- Fortalecer la relación institucional con el Organismo Internacional de Energía Atómica y con el Grupo de Proveedores Nucleares.
- Incrementar la cooperación con organismos nucleares extranjeros, en particular con los de la República Federativa del Brasil.
- Definir e implementar una política comunicacional de largo plazo y de vinculación con las instituciones públicas y privadas y el público en general.

**En formación de recursos humanos de alta especialización**

- Evaluar permanentemente y perfeccionar la oferta de capacitación en grado y posgrado de los institutos universitarios dependientes de la CNEA.



Área temática Investigación y Aplicaciones  
Derivadas de la Tecnología Nuclear  
Acelerador TANDAR  
Centro Atómico Constituyentes

## ACCIONES Y LOGROS

**En el Proyecto CAREM**

- Ejecución de los trabajos de análisis de suelo en el predio de la ex Planta Experimental de Agua Pesada y realización de obras preliminares para la preparación del mismo.
- Realización de la “Evaluación del Impacto Ambiental”.
- Elaboración y presentación a la Autoridad Regulatoria Nuclear del “Informe Preliminar de Seguridad”, con miras a formular la solicitud de licencia para la construcción en 2010, y del “Manual de Calidad del CAREM”.
- Finalización de la construcción e inauguración del “Edificio del Proyecto CAREM” para la elaboración de la ingeniería mecánica e inicio de la construcción del simulador, ambos en el Centro Atómico Bariloche.
- Continuación del montaje del Circuito de Alta Presión para Ensayos de Mecanismos de Control en el Centro Atómico Ezeiza, previéndose el comienzo de las pruebas en 2010.
- Elaboración del diseño e ingeniería básica de los elementos combustibles, continuación de los estudios y análisis vinculados con el comportamiento de los mismos y gestión de un contrato para la irradiación de barras combustibles en el reactor de investigación Halden de Noruega.
- Convenio con Nucleoeléctrica Argentina S.A. delegándole el diseño, montaje y puesta en marcha del “balance de planta” y la construcción del edificio para el reactor.
- Continuación de la incorporación y formación de recursos humanos.

**En el Proyecto Enriquecimiento de uranio**

- Finalización del acondicionamiento electromecánico de la instalación del “mock-up” de la Planta Piloto de Enriquecimiento de Uranio del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, e importantes avances en la modificación del sistema eléctrico, la instrumentación y los sistemas de control de la planta.
- Puesta en operación del Circuito de Ensayo de Componentes para el desarrollo de experiencias previas a la puesta en marcha del “mock-up” y tareas de entrenamiento del personal de operación.
- Culminación de obras civiles destinadas a la adecuación de la infraestructura del Complejo, entre ellas el edificio del sistema de bombeo de agua, la reparación y puesta en operación de los tanques de almacenamiento de agua, el edificio de archivo de documentos y la recuperación de oficinas, y avances sustanciales en la adecuación y equipamiento de los talleres y sectores de servicio.
- Iniciación de las tareas de licenciamiento de las instalaciones de conformidad con los nuevos requerimientos del proyecto.
- Dictado de cursos de entrenamiento a todos los niveles del personal en relación con su licenciamiento y la entrada en servicio de la planta.
- Realización de auditorías ambientales a fin de conocer cabalmente la situación ambiental previa al inicio del funcionamiento de la planta.

**En el área temática Reactores y centrales nucleares****Servicios de apoyo tecnológico a centrales nucleares de potencia**

- Continuación de los trabajos conjuntos con la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. en ingeniería nuclear y convencional altamente especializada para la terminación de la Central Nuclear Atucha II, formando parte de equipos de trabajo existentes y complementando sus capacidades.
- Ensayos de 200 horas de prueba de elementos combustibles para el primer núcleo del reactor de la central Nuclear Atucha II y para calificación del circuito experimental de alta presión.
- Elaboración del Manual de Diseño Químico para la Central Nuclear Embalse.
- Concertación de un acuerdo tripartito con Nucleoeléctrica Argentina S.A. y la empresa Energía Atómica de Canadá para ampliar los programas de colaboración nuclear relacionados con el reactor de potencia CANDU 6 y con el desarrollo del reactor de potencia CANDU avanzado (ACR-1000).

**Reactores de investigación****Reactor de investigación y docencia RA-6 del Centro Atómico Bariloche:**

- Puesta a crítico del reactor en el marco del proyecto de cambio de su núcleo a bajo enriquecimiento (menos del 20%), convirtiéndose en el primer reactor argentino que funciona con combustibles de silicio de uranio de bajo enriquecimiento diseñados y fabricados por la CNEA.
- Completamiento de la etapa de puesta en marcha del reactor a una potencia de 1 MW, de las modificaciones pendientes en la instalación y de la documentación faltante a fin de cumplimentar los requerimientos necesarios para la correspondiente solicitud de la licencia de operación.
- Ampliación de la sala para tratamiento de pacientes oncológicos con la Terapia por Captura Neutrónica en Boro (BNCT).



Área temática Reactores y Centrales Nucleares - Tanque del Reactor de investigación RA-8



Área temática Ciclo de Combustible  
Planta de Conversión a Dióxido de Uranio

#### Gestión y extensión de vida de las centrales nucleares

##### Central Nuclear Embalse:

- Desarrollo de las tecnologías de fabricación de componentes estructurales a base de circonio requeridos para la fabricación nacional de tubos de presión y tubos de calandria necesarios para extender la vida útil de la Central.
- Verificación del cumplimiento de las normas de la Autoridad Regulatoria Nuclear e internacionales, análisis de cambios de diseño para mejoras de la seguridad y actualización del "Análisis Probabilístico de Seguridad".

##### Central Nuclear Atucha I:

- Desarrollo de las tecnologías para la fabricación nacional de tubos centrales y externos para extender la vida útil de la Central.

#### En el área temática Ciclo de combustible nuclear

##### Geología y exploración de uranio

- Continuación de la reactivación de la exploración uranífera en distintas áreas de favorabilidad geológica del territorio nacional y redireccionamiento de programas exploratorios hacia la búsqueda de depósitos explotables mediante tecnologías innovativas.
- Realización de tareas de exploración en el Yacimiento Cerro Solo y conclusión de los ensayos de purificación del mineral de ese yacimiento mediante resinas y extracción por solventes.
- Exploración del cateo Laguna Sirven, Provincia de Santa Cruz, en el marco del convenio de cooperación con la empresa Fomento Minero Santa Cruz S. E. (FOMICRUZ).

##### Desarrollo de combustibles para reactores de investigación

- Avances en el desarrollo de combustibles de muy alta densidad para reactores de experimentación y producción en base a uranio-molibdeno monolítico con revestimiento de zircaloy-4, y en el desarrollo de un combustible alternativo basado en la aleación uranio -zirconio - niobio.
- Provisión de blancos de irradiación para la producción de radioisótopos y de polvo de  $U_3O_8$  para la elaboración de elementos combustibles destinados al reactor de investigación RA-3 del Centro Atómico Ezeiza.
- Continuación del cumplimiento de los compromisos contractuales para la provisión de blancos de irradiación con uranio enriquecido al 20% para producción de radioisótopos al reactor OPAL que la empresa asociada INVAP S.E. construyó en Australia, y al reactor ETR que la misma construyó en Egipto.
- Obtención de la Certificación ISO 9001:2008 de la Planta de Fabricación de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación del Centro Atómico Constituyentes.

##### Desarrollo de combustibles para reactores de potencia

- Conclusión de la primera etapa de los ensayos en celdas calientes para la evaluación en servicio de los canales refrigerantes de nuevo diseño y su interacción con los elementos combustibles de la Central Nuclear Atucha I.
- Acondicionamiento de instalaciones para la realización de las tareas de desarrollo para la definición de los parámetros de fabricación de pastillas combustibles para el reactor CAREM 25, capacitación del personal e iniciación del proceso de licenciamiento de las instalaciones ante la Autoridad Regulatoria Nuclear.

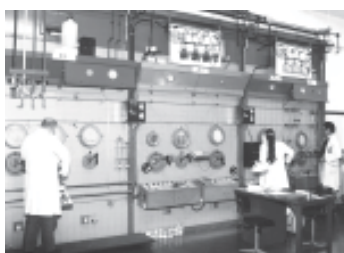
##### Estudio de combustible gastados y recuperación de materiales nucleares

- Obtención de la Licencia de Puesta en Marcha del laboratorio para la recuperación de desechos de producción de combustibles y blancos con uranio enriquecido al 90%, para su dilución isotópica por debajo del 20%.

#### En el área temática Aplicaciones de la tecnología nuclear:

##### Radioisótopos y radiofármacos

- Abastecimiento de la demanda nacional de radioisótopos primarios y de radiofármacos de uso médico e industrial, incluidos la provisión de radioisótopos para diagnóstico gratuito en hospitales públicos de pacientes sin recursos, y consolidación de la producción y comercialización con la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear del radiofármaco  $^{18}\text{-FDG}$  de uso en tomografía por emisión de positrones.
- Duplicación, en medio de la incertidumbre mundial sobre la seguridad en su abastecimiento, de la producción de molibdeno-99, satisfaciendo la demanda nacional y la de otros países latinoamericanos.



Área temática Aplicaciones de la  
Tecnología Nuclear - Planta de Producción  
de Radioisótopos  
Centro Atómico Ezeiza

##### Aplicaciones de las radiaciones a la salud humana

- Operación a pleno del Centro de Diagnóstico Nuclear en los campos oncológico y cardiológico.
- Continuación de las obras de remodelación del Centro de Medicina Nuclear en el Hospital de Clínicas y de la instalación del nuevo equipo de tomografía PET/CT.

- Continuación de la investigación clínica del tratamiento del cáncer en seres humanos con la terapia por captura neutrónica en boro (BNCT).

#### Aplicaciones industriales de las radiaciones

- Mejoramiento operativo de la Planta Semi Industrial de Irradiación del Centro Atómico Ezeiza.

#### En el área temática Seguridad nuclear y ambiente:

##### Seguridad y salvaguardias

- Continuación de la reorganización del sistema de dosimetría personal y de área.
- Preparación y presentación del Informe Nacional a la Tercera Reunión de Partes de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre la Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos celebrada en Viena, Austria, en mayo de 2009.
- Diseño y fabricación, primera vez en el país, de un “bulto tipo B (U) multipropósito” para el transporte seguro de sustancias radiactivas líquidas y sólidas.
- Ingreso en calidad de miembro al Centro Internacional de Seguridad Sísmica del Organismo Internacional de Energía Atómica.

##### Preservación del ambiente y de la calidad de vida

- Consolidación del área de Gestión Ambiental de la CNEA.
- Obtención del premio INNOVAR 2009 en la categoría investigación aplicada por el desarrollo de un proceso de remoción de arsénico en aguas para consumo humano.

##### Gestión de residuos radiactivos y de combustibles gastados

- Prestación satisfactoria de los servicios de gestión de residuos radiactivos, fuentes selladas en desuso y combustibles gastados y continuación de los proyectos para la optimización de los procesos de tratamiento y acondicionamiento.
- Elevación al Congreso Nacional del informe anual sobre las actividades desarrolladas en el año 2008 en relación con la gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados, de conformidad con lo establecido en la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley N° 25.018).
- Llamado a licitación para la construcción de una planta para el tratamiento y acondicionamiento de residuos radiactivos.

##### Remediación ambiental de la minería del uranio

- Continuación de la ejecución de las tareas de remediación ambiental en el ex Complejo Minero Fabril Malargüe y de acciones para el tratamiento preliminar de pasivos ambientales en los yacimientos Los Gigantes, Sierra Pintada y Don Otto, con cargo al presupuesto de la CNEA, a espera de los trámites para acceder al préstamo otorgado por el Banco Mundial en 2008 de 30 millones de dólares, para el financiamiento del Proyecto de Restitución Ambiental de la Minería del Uranio.

#### En el área temática Investigación y aplicaciones derivadas de la tecnología nuclear

##### Investigación básica y aplicada

- Continuación del proceso de reorganización interna en los temas de investigación básica con un programa de inversiones en equipamiento para poner nuevamente a la CNEA a la vanguardia en las investigaciones de sustento a la tecnología nuclear.
- Inauguración del Laboratorio de Nanotecnología en el Centro Atómico Constituyentes.
- Obtención de la Certificación ISO 9001:2008 del Laboratorio de Ensayo de Materiales para calificar ensayos de materiales en canales combustibles destinados a la Central Nuclear Embalse.
- Puesta en marcha y licenciamiento de operación del Laboratorio de Uranio para realizar actividades de investigación, desarrollo y asistencia tecnológica en materiales conteniendo uranio empobrecido, natural y enriquecido hasta un 20% en el isótopo 235.
- Creación del Laboratorio Internacional Asociado en Nanociencias que articula al Instituto de Nanociencia y Nanotecnología de la CNEA y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación con el Instituto de Nanociencia de París, La Universidad Pierre y Marie Curie y el Centre National de la Recherche Scientifique de Francia.

##### Aplicaciones derivadas de la tecnología nuclear

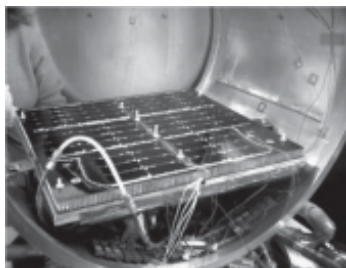
- Continuación de las actividades de desarrollo y fabricación de los paneles solares para la misión satelital Aquarius/SAC-D, conjunta entre la Comisión Nacional de Actividades Espaciales y la Agencia Espacial de los Estados Unidos (NASA).



Área temática Seguridad Nuclear y Ambiente - Almacenamiento en silos de combustibles gastados de la Central Nuclear Embalse



Área temática Investigación y Aplicaciones Derivadas de la Tecnología Nuclear  
Laboratorio de Materiales  
Centro Atómico Constituyentes



Área temática Investigación y Aplicaciones  
Derivadas de la Tecnología Nuclear  
Proyecto Paneles solares

- Continuación del proyecto Antena Radar de Apertura Sintética (ARAS) para el Sistema Italo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias, habiéndose completado la casi totalidad de las tareas previstas para la fase de desarrollo.
- Continuación de la ejecución del proyecto de desarrollo de un combustible gaseoso híbrido para medios de transporte público de pasajeros y de carga, mediante el agregado de hasta 20% en volumen de hidrógeno al gas natural comprimido.

#### Proyecto Internacional Pierre Auger

- Completamiento del Observatorio Austral de partículas cósmicas en el marco del Proyecto Internacional Pierre Auger, en Pampa Amarilla, provincia de Mendoza, que constituye la mayor facilidad existente en el mundo destinada a la detección de los rayos cósmicos de la más alta energía.
- Creación del Instituto de Tecnologías de Detección y Astropartículas en forma conjunta con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y la Universidad Nacional de San Martín.

### En planificación

- Continuación del análisis de la demanda y oferta del mercado eléctrico, con especial énfasis en el desarrollo de la opción nucleoelectrica, así como del análisis de estrategias de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico, considerando a la energía nuclear como herramienta de mitigación.
- Intensificación de rondas de trabajo para la elaboración del Plan Estratégico de la CNEA 2010-2019, con ejes centrados en reactores y generación nucleoelectrica, ciclo de combustible, aplicaciones de la energía nuclear a la salud y la industria, seguridad y ambiente e investigación y desarrollo.

### En relaciones institucionales

#### Relaciones internacionales

- Fortalecimiento de la relación institucional con el Organismo Internacional de Energía Atómica mediante la participación regular de las autoridades de la CNEA en las reuniones de sus órganos rectores y la participación activa de profesionales de la Institución en los eventos técnicos y grupos de expertos convocados por el mismo.
- Fortalecimiento de la presencia y participación argentina en el Grupo de Proveedores Nucleares y otros foros internacionales, procurando consolidar el posicionamiento de nuestro país en relación con el derecho al pleno desarrollo tecnológico nuclear con fines pacíficos, en particular en las áreas de enriquecimiento de uranio y de reprocesamiento del combustible gastado.
- Consolidación de la relación de cooperación con Brasil a través de la Comisión Bilateral de Energía Nuclear (COBOEN), en cuyo marco se consensuaron 30 proyectos que abarcan las áreas de reactores de potencia, combustibles nucleares, aplicaciones de la tecnología nuclear y aspectos regulatorios, y continuación de los estudios de factibilidad de la creación de la Empresa Binacional de Enriquecimiento (EBEN).
- Intensificación de las relaciones bilaterales de cooperación en el campo nuclear con Argelia, Canadá, Cuba, los Estados Unidos, la Federación Rusa, Francia, India e Italia.

#### Comunicación y relaciones públicas

- Desarrollo de actividades de comunicación social y de relaciones públicas, participándose en exposiciones y ferias de ciencia y tecnología e industriales, dictándose conferencias de divulgación en instituciones educativas, y organizando talleres para periodistas y visitas de educadores y educandos, periodistas y público general, a instalaciones nucleares.
- Diseño de una estructura y elaboración de una política de comunicación eficaces para la difusión y promoción de las actividades científico-tecnológicas relacionadas con el área nuclear que desarrolla la CNEA

### En formación de recursos humanos de alta especialización

- Continuación del dictado de carreras, doctorados, maestrías, cursos de posgrado y tecnicaturas en los Institutos Balseiro, de Tecnología Prof. Jorge Sabato y de Tecnología Nuclear Dan Beninson y en la Escuela de Medicina Nuclear de Mendoza y el Centro de Diagnóstico Nuclear de Buenos Aires.
- Capacitación de profesionales y técnicos jóvenes que podrán constituir parte de los cuadros de personal del sector nuclear o aportar con sus conocimientos al desarrollo de otros sectores científico-técnicos o industriales del país.



Proyectos Interinstitucionales Proyecto  
Internacional Pierre Auger  
Detector de superficie

### ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

#### Grandes Proyectos

- Central Argentina de Elementos Modulares (Proyecto CAREM)
- Enriquecimiento de uranio

#### Área Reactores y Centrales Nucleares

- Servicios de apoyo tecnológico a centrales nucleares de potencia
- Reactores de investigación
- Gestión y extensión de vida de las centrales nucleares
- Desmantelamiento de instalaciones nucleares

#### Área Ciclo de Combustible Nuclear

- Geología y exploración de uranio
- Producción de materias primas
- Desarrollo de combustibles para reactores de investigación
- Desarrollo de combustibles para reactores de potencia
- Estudio de combustibles gastados y recuperación de materiales nucleares

#### Área Aplicaciones de la Tecnología Nuclear

- Radioisótopos y radiofármacos
- Aplicaciones de las radiaciones a la salud humana
- Aplicaciones industriales de las radiaciones

#### Área Seguridad Nuclear y Ambiente:

- Seguridad y salvaguardias
- Preservación del ambiente y de la calidad de vida
- Gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados
- Restitución ambiental de la minería del uranio

#### Área Investigación y Aplicaciones Derivadas de la Tecnología Nuclear

- Investigación básica y aplicada en:
  - Ciencia y tecnología de materiales
  - Física
  - Química
  - Radiobiología
- Aplicaciones derivadas de la tecnología nuclear
  - Energías renovables e hidrógeno
  - Dispositivos, estructuras y procesos avanzados
  - Preservación del patrimonio cultural

#### Proyectos Interinstitucionales

- Proyecto Interinstitucional de Plasmas Densos
- Proyecto Internacional Pierre Auger
- Centro Internacional de Ciencias de la Tierra
- Laboratorio Internacional Asociado en Nanociencias
- Fundación Argentina de Nanotecnología
- Instituto de Tecnologías de Detección y Astropartículas

#### Proyectos con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

## ACTIVIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS

Con el propósito de potenciar las capacidades de la Institución a fin de asegurar el mejor cumplimiento de las responsabilidades que le competen asignadas por la legislación nacional vigente y la política de reactivación de la actividad nuclear en la Argentina adoptada por el Gobierno Nacional, la CNEA tiene estructuradas sus actividades de investigación y desarrollo científico y tecnológico en dos grandes proyectos, cinco áreas temáticas generales y seis proyectos interinstitucionales. Además, en el marco de esas actividades, ejecuta proyectos con financiación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, principalmente a través de las distintas operatorias de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

## GRANDES PROYECTOS

### Proyecto CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares)

Con la futura puesta en marcha de la central nuclear CAREM-25, la CNEA pondrá en funcionamiento el primer reactor de potencia íntegramente diseñado y construido en la Argentina, lo que representará para la industria nuclear nacional una significativa evolución respecto al posicionamiento y prestigio ya obtenidos en el mercado internacional de reactores de investigación.

El prototipo previsto (de 25 MW eléctricos) cuenta con novedosas características como ser la integración dentro del recipiente de presión de todos los componentes del sistema primario, la utilización de uranio levemente enriquecido como combustible, la moderación y refrigeración con agua liviana y la implementación de sistemas pasivos de seguridad y de un sistema hidráulico de posicionamiento de barras de control.

Declarado de interés nacional por el Poder Ejecutivo Nacional en 2006, el 25 de noviembre de 2009 el Congreso Nacional sancionó la Ley N° 26.566 que, entre otros temas vinculados a la actividad nuclear, declaró al CAREM de interés nacional y encomendó a la CNEA la construcción y puesta en marcha del prototipo de Reactor CAREM, otorgando un régimen de exenciones impositivas y beneficios especiales.

En el marco del Proyecto CAREM la CNEA desarrolló en 2009 las siguientes actividades en las áreas que se indican:

#### Organizativas:

- Completamiento de la estructura de funcionamiento del Proyecto en el marco de su dependencia organizativa de la Presidencia de la CNEA (dispuesta por la Resolución de Presidencia N° 84/08).

#### Garantía de Calidad:

- Completamiento de la elaboración y presentación a la Autoridad Regulatoria Nuclear del Manual de Calidad del CAREM, que compendia las normas y los procedimientos referidos a los temas de ingeniería del reactor, como también los relacionados con la gestión administrativa, de recursos humanos y de comunicación del Proyecto.

#### Recursos Humanos

- Intensificación de la incorporación de personal especializado en los diversos grupos de trabajo vinculados al Proyecto mediante la gestión de 57 nuevos contratos en el marco de un Convenio entre la CNEA y la Universidad Nacional de San Martín.

#### Licenciamiento

- Presentación a la Autoridad Regulatoria Nuclear del Informe Preliminar de Seguridad, requisito previo a la solicitud de la Licencia de Construcción del Reactor que se efectuará alrededor de septiembre de 2010 como paso previo al inicio de la obra civil.

#### Infraestructura

- Oficinas en Sede Central: Remodelación integral de las oficinas del Proyecto.
- Edificio de Ingeniería en el Centro Atómico Bariloche: Inaugurado en mayo de 2009 para el desarrollo de la ingeniería del Proyecto, con más de 200 m<sup>2</sup> cubiertos y diferentes facilidades.
- Simulador en el Centro Atómico Bariloche: Comienzo del proceso de construcción del simulador del CAREM, edificio de más de 400 m<sup>2</sup> de superficie (similar a la de la sala de control del reactor).
- Edificio en el predio de la ex Planta Experimental de Agua Pesada: Puesta en operación de uno de los edificios existentes a efectos de contar con una instalación de trabajo básica para el personal del Proyecto que coordina y ejecuta los trabajos de recuperación y de remediación en el predio.
- Circuito de Alta Presión para Ensayo de Mecanismos en el Centro Atómico Ezeiza: Completamiento de la tercera etapa de su construcción (definición del circuito de ensayo de mecanismos a baja presión) e inicio de la cuarta y última (puesta en marcha y ensayos finales), previéndose su pleno funcionamiento para mediados de 2010.



Logotipo del Proyecto CAREM

**Sitio**

- Realización de trabajos geofísicos, geotécnicos y de topografía necesarios para contar con información precisa sobre el relevamiento del predio e identificar construcciones e instalaciones preexistentes, como también detectar rasgos característicos del terreno que sirvan para orientar la elección del sitio final de emplazamiento de los edificios a construir.
- Realización de trabajos de recuperación y remediación en el predio y comienzo de los trabajos en instalaciones y laboratorios de la ex Planta Experimental de Agua Pesada con desmantelamiento de algunos y reconversión de otros para funciones diferentes.

**Ingeniería:**

- Avances en el desarrollo del sensor de posición de barras de control del ajuste del funcionamiento, del detector sincrónico de la electrónica de acondicionamiento de señal del sensor inductivo, y del conductor para la fabricación del sensor inductivo por métodos químicos y electroquímicos.

**Ingeniería de procesos químicos**

- Desarrollo de la ingeniería básica y comienzo de la ingeniería de detalle de sistemas de proceso del reactor.

**Materiales**

- Desarrollo de un recubrimiento aislante para espiras por medio del método sol-gel.

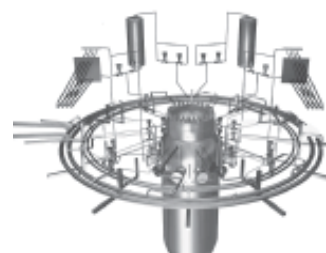
**Relaciones con otros organismos**

A fin de facilitar el desarrollo del Proyecto CAREM, se celebraron acuerdos y convenios con empresas y organismos que cuentan con experiencia y/o infraestructura adecuada:

- Con la empresa INVAP S.E. se celebraron convenios para:
  - La utilización recíproca de programas computacionales de desarrollo propio (como ser CONDOR, CITVAP, THERMIT, ESCAREM y PUMA), incluyendo actualizaciones y modificaciones.
  - La formulación y redacción de algunos capítulos del Informe Preliminar de Seguridad ("Emplazamiento", "Ingeniería de Factores Humanos" y "Desmantelamiento").
  - La cooperación en las áreas neutrónica y termohidráulica.
  - La ejecución de sistemas de ingeniería de procesos de planta (que incluye la participación de jóvenes profesionales de la CNEA para su capacitación).
  - El análisis de distintas alternativas de soportación del recipiente de presión del reactor.
- Con la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. se celebraron:
  - Un convenio marco para establecer relaciones formales de cooperación en lo que se refiere a la construcción y puesta en marcha del prototipo del CAREM 25.
  - Un convenio para que la empresa tenga a su cargo el diseño, montaje y puesta en marcha del BOP (Balance de Planta) del prototipo CAREM, que abarca el circuito secundario (exceptuando los generadores de vapor), el circuito terciario y de agua de refrigeración común, el generador y la playa de maniobras, y la fuente fría asegurada, lo que implicaría el desarrollo de las ingenierías referidas a la generación eléctrica del CAREM, como también las obras y la subcontratación de servicios relacionados con el BOP y los generadores de emergencia.
- Con la empresa alemana Nukem GMBH para la provisión de 600 Kg de uranio enriquecido al 3,1% que serán utilizados en el desarrollo del combustible para el prototipo CAREM.
- Con la Universidad Tecnológica Nacional — Regional Avellaneda para la "Evaluación de Impacto Ambiental" en el sitio de emplazamiento del reactor.
- Con la empresa Combustibles Nucleares Argentinos S.A. para la provisión de servicios de ingeniería, desarrollo y fabricación, y/o suministro de elementos combustibles, componentes, equipos y/o dispositivos que la CNEA requiera para la construcción y puesta en marcha del Prototipo de Reactor CAREM.
- Con el emprendimiento multinacional "The Halden Reactor Project", para la prestación del servicio de pruebas de irradiación de las barras del combustible para el Reactor CAREM, su examen post irradiación y apoyo adicional al Proyecto, como el acceso a registros de pruebas y experiencias anteriores.

**Elementos combustibles nucleares**

(Ver Capítulo 2 — "Área temática Ciclo de Combustible Nuclear" — "Desarrollo de combustibles para reactores de potencia").



Reactor innovativo CAREM  
Sistemas de seguridad y  
colectores de vapor

## Proyecto enriquecimiento de uranio

En el marco de la reactivación de la actividad nuclear en la Argentina dispuesta en 2006 por el Gobierno Nacional, el enriquecimiento de uranio a costos competitivos constituye un objetivo estratégico para el país a fin de garantizar el aprovisionamiento de este insumo para la fabricación de los elementos combustibles a ser empleados por las centrales nucleares, actuales y futuras.

Por tal razón la CNEA continuó durante 2009 las tareas correspondientes a la reactivación del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, ubicado en la provincia de Río Negro, donde se encuentra la Planta Piloto de

Enriquecimiento de Uranio, cuyas actividades estaban paralizadas desde mediados de la década de los noventa, llevándose a cabo las acciones que se detallan, además de iniciar estudios relacionados con las tecnologías de enriquecimiento por centrifugación y mediante el empleo de rayos laser.

#### **Organización y recursos humanos**

- Incremento de la dotación de personal de 12 personas a diciembre de 2006 a 100 personas a diciembre de 2009 abocadas en forma directa al Proyecto.
- Continuación del entrenamiento y capacitación del personal involucrado en el proceso de enriquecimiento de uranio mediante el dictado de cursos prácticos y teóricos por personal especializado en temas de seguridad industrial, seguridad radiológica y medio ambiente.

#### **Acondicionamiento para puesta en marcha del “mock up”**

- Culminación de las tareas de acondicionamiento mecánico e importantes avances en las áreas de servicios auxiliares, en muchas de las cuales ya se encuentran completadas.
- Conclusión de la elaboración de la ingeniería del sistema de carga y descarga de la instalación a fin de adecuar la planta a las condiciones de seguridad y ambientales actuales.
- Continuación de la operación del Circuito de Prueba de Componentes destinado a la realización de ensayos de componentes y variables de operación del “mock up”, habiéndose utilizado también para el entrenamiento operacional del personal incorporado.
- Adquisición de repuestos y materiales para la reparación de compresores, válvulas e isométricos y de aceites especiales fluorados para compresores y bombas de vacío.
- Continuación de la construcción de los intercambiadores de calor externos, de los cuales se recibió la primera entrega a fines de 2009.
- Modificación de la sala de control a fin de actualizarla a las condiciones operativas y de seguridad actuales y hacer posible el desarrollo de las experiencias previstas en la etapa de operación de la instalación.
- Realización en diciembre de la primera prueba de rodaje de equipos en forma continua, a fin de comprobar su correcto funcionamiento y la primera simulación de operación continua de la instalación, utilizándose esta experiencia para la detección de deficiencias en el proceso de montaje y acondicionamiento realizado en la instalación.
- Inicio del proceso de contratación de la construcción del sistema de carga y descarga anexo al “mock up”.
- Diseño y construcción de fuentes reguladas.
- Caracterización de membranas de separación isotópica a nivel de laboratorio y continuación del desarrollo de la fabricación y caracterización de membranas difusoras de segunda generación.
- Preparación de cátodos cobreados y desarrollo del sistema de anclaje y conexión eléctrica de ánodos de grafito para celdas de 4.000A de la planta de producción de fluor.

#### **Acondicionamiento de los servicios e instalaciones auxiliares**

- Obras civiles:
  - Culminación de las obras del “Edificio para archivo y conservación de la documentación y garantía de calidad” y “Acondicionamiento de sanitarios y vestuarios”, encontrándose ambos operativos desde octubre de 2009.
  - Terminación de las obras de la casa de bombas para la toma de agua del río y del sistema de potabilización y distribución de agua para consumo humano.
  - Culminación de la obra de la sala de calderas y comienzo de los trabajos de reparación y puesta en funcionamiento de la misma.
  - Terminación de la construcción del edificio de oficinas en el Centro Atómico Bariloche.
  - Culminación de las tareas de mantenimiento general de los edificios.
- Suministro de Energía:
  - Continuación de la reparación y mantenimiento de instalaciones de media tensión.
  - Compra de dos generadores de emergencia para las condiciones operativas previstas y continuación de la reparación de los equipos existentes.
- Equipamiento:
  - Adquisición de equipamiento informático y de comunicaciones externas e internas del complejo.
  - Adquisición de equipamiento para los laboratorios de control de calidad y de desarrollo.
  - Adquisición de equipamiento para los talleres de vacío, eléctrico, mecánico, de automotores, de electrónica y de obras civiles, culminándose su acondicionamiento.
  - Adquisición de vehículos y recuperación de los existentes.

#### **Medio ambiente**

- Continuación de las tareas de remediación ambiental en varias áreas del Complejo Tecnológico y realización de auditorías por personal de la CNEA a fin de su evaluación.
- Elaboración del primer informe de auditoría ambiental del predio, tendiente a definir la línea de base previa al inicio de las operaciones.



Planta Piloto de Enriquecimiento de Uranio - Complejo Tecnológico Pilcaniyeu

- Muestreo permanente y sistemático del estado de las aguas del Río Pichileufu.

#### **Licenciamiento**

- Preparación del informe de diseño de la instalación que fuera presentado a la Autoridad Regulatoria Nuclear a fin de la obtención de las licencias de operación y adecuación del estado de las instalaciones desde el punto de vista de la aplicación de salvaguardias.

#### **Planificación**

- Definición de las líneas de acción para las tecnologías de difusión gaseosa, láser y ultracentrifugas en el Plan Estratégico 2010-2019 de la CNEA en elaboración.

#### **Enriquecimiento por centrifugación**

- Aprobación de un proyecto para el desarrollo de prototipos de máquinas centrifugas para separación isotópica de uranio.

#### **Enriquecimiento por Láser (Proyecto LASIE)**

- Su objetivo es la realización de estudios de investigación y desarrollo a pequeña escala en el área de la separación isotópica de uranio empleando un equipo láser generador de pulsos de la frecuencia adecuada. En 2009 se iniciaron las acciones tendientes a constituir el Proyecto, en especial en relación con la infraestructura requerida.

### **ÁREA TEMÁTICA REACTORES Y CENTRALES NUCLEARES**

#### **Servicios de apoyo tecnológico a centrales nucleares de potencia**

Las actividades que se desarrollan en este tema están relacionadas con el diseño, ingeniería, montaje y puesta en marcha de centrales nucleares de potencia tanto en operación como en construcción y futuras. Teniendo particularmente en cuenta la decisión del Gobierno Nacional de finalizar la construcción de la Central Nuclear Atucha II utilizando al máximo los recursos científicos y tecnológicos nacionales disponibles, estas actividades están actualmente prioritariamente vinculadas a terminar la construcción de la referida central, integrando equipos de trabajo conjuntos con la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. conformados por personal de ambas Instituciones.

#### **Proyecto Central Nuclear Atucha II**

En 2009, en el marco de los equipos de trabajo conjuntos con la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A., la CNEA participó en la realización en las áreas específicas que se indican, de las tareas que a continuación se detallan:

#### **Área Neutrónica**

- Finalización de los cálculos con el código MCNP para comparar los resultados con mediciones experimentales realizadas en el reactor canadiense ZED-2 relacionados a cambios de reactividad y distribución espacial de flujo neutrónico con distintas configuraciones de barras de control y predicciones de variación de la reactividad con el vacío del refrigerante.
- Finalización de los cálculos de predicciones de la variación isotópica del dióxido de uranio del elemento combustible con el quemado del mismo. Comparación de los resultados de cálculo entre sí y con mediciones experimentales en los reactores canadienses Bruce y Pickering.

#### **Área Seguridad nuclear, licenciamiento y termohidráulica**

- Simulación y análisis de hipotéticas secuencias accidentales y verificación de diseño con el código RELAP.
- Soporte al desarrollo de Árboles de Fallas y de Eventos para el análisis Probabilístico de Seguridad Nivel I.
- Finalización de un modelo completo de la planta junto con el GRS de Alemania para simulaciones de hipotéticos accidentes severos con fines de licenciamiento y soporte al Análisis Probabilístico de Seguridad Nivel II y realización de simulaciones de verificación del modelo.
- Desarrollo junto con la Autoridad Regulatoria Nuclear de una metodología para la verificación de la norma AR3.1.3 de licenciamiento de centrales nucleares, utilizando una definición del grupo crítico basada en el concepto de riesgo máximo y no de máxima dosis.
- Desarrollo de la evaluación preliminar del Análisis Probabilístico de Seguridad Nivel III para la verificación de la Norma AR3.1.2.

#### **Área Ingeniería**

##### **Ingeniería de procesos**

- Continuación de tareas en el área de tratamiento de residuos radiactivos tales como la preparación del manual de operaciones del sistema de tratamiento por compactación de residuos sólidos compresibles y de almacenamiento y tratamiento de los residuos líquidos.



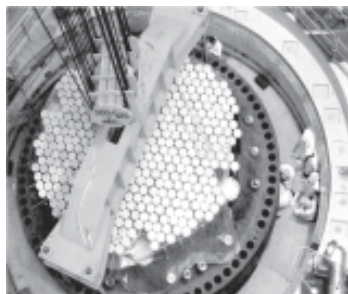
Central Nuclear Atucha II  
(en construcción)



Central Nuclear Atucha II (en construcción) - Vista general de los depósitos de componentes



Central Nuclear Atucha II  
(en construcción) - Recipiente de presión



Central Nuclear Atucha II  
(en construcción)  
Montaje del núcleo del reactor

### **Ingeniería de obras civiles**

- Continuación de la asistencia en la dirección técnica y la supervisión de obra, tanto en la obra hidráulica como en los edificios del Bloque Nuclear, finalizándose el tendido de la cañería de aseguramiento de agua de refrigeración y la principal de enfriamiento de los condensadores.
- Finalización de la obra gruesa del edificio de la turbina hidroeléctrica y del edificio de bombas principales de agua de refrigeración.
- Terminación de la construcción del canal de toma, restando los trabajos de obra costera (dragado, retiro de ataguía de inundación y protección con pedraplén).
- Construcción del edificio para el Laboratorio de Instrumentación y Control y continuación de la colaboración en la prosecución de la construcción del barrio de viviendas y la ampliación del obrador.
- Comienzo de la construcción de los pavimentos internos y del tendido de los cables eléctricos.

### **Ingeniería de obra mecánica**

- Realización de cálculos de soportes y estructuras.
- Seguimiento del montaje de cañerías y soportes.

### **Ingeniería eléctrica y de instrumentación y control**

- Continuación de las tareas de ingeniería inherentes al montaje de la instrumentación de monitoreo de radiaciones en recintos y sistemas e instrumentación neutrónica para el control del reactor.
- Continuación de los trabajos de ingeniería necesarios para el reemplazo de instrumentación analógica de sistemas auxiliares por sistemas basados en técnicas digitales.
- Continuación de los trabajos de ingeniería de montaje de instrumentación convencional y de digitalización de información.
- Realización de ingeniería inversa de varios sistemas automáticos a fin de obtener información para su puesta en marcha.
- Estudio del sistema de monitoreo de ventilación para su modernización.
- Supervisión de las tareas de verificación de funcionamiento de los detectores de neutrones (instrumentación externa e interna al núcleo), realizándose ensayos a detectores auto energizantes, detectores de trifluoruro de boro y cámaras de ionización compensada.
- Continuación de las tareas de diseño y construcción de un módulo distribuidor de corriente adaptable a transmisores de señal de 2 hilos.
- Realización de tareas de asesoramiento en el tema de medición de reactividad.
- Realización de ensayos preoperacionales de módulos del sistema de instrumentación y control de la planta.
- Reingeniería de la instrumentación del sistema de ventilación.
- Programación y redacción del manual de operaciones y puesta en marcha del sistema de control digital que reemplaza al previsto originalmente, con asistencia de la empresa Siemens de Alemania.
- Reingeniería de los sistemas digitales pertenecientes a los conjuntos paquetizados.
- Cálculo de cables para la alimentación de actuadores motorizados, tableros eléctricos, motores y otros elementos que requieren energía eléctrica.
- Diseño de cajas para interconexión.
- Cableado para cargas de potencia dentro del edificio de contención del reactor y otros edificios.
- Selectividad de las protecciones eléctricas para cargas de baja tensión tales como actuadores motorizados, tableros eléctricos, motores, etc.

### **Ingeniería de elementos combustibles**

(Ver Capítulo 2 – “Área temática Ciclo de Combustible Nuclear” – “Desarrollo de combustibles para reactores de potencia”).

### **Ingeniería de sistemas y tecnología de la información**

- Continuación del desarrollo de sistemas de gestión de datos a efectos de obtener información relevante en forma rápida y eficiente para la toma de decisiones y para mejorar la calidad del trabajo del personal.

### **Química y procesos químicos**

- Desarrollo de la ingeniería de la química del agua y continuación de la elaboración del “Manual de Química”.
- Comienzo de la asistencia tecnológica en química y procesos para la puesta en marcha.

### **Área puesta en marcha**

#### **Puesta en marcha mecánica y eléctrica**

- Asistencia en la puesta en marcha de los sistemas principales y auxiliares.
- Actualización de la lista de componentes montados y transferidos a puesta en marcha y revisión de los protocolos de transferencia.

#### **Seguridad de puesta en marcha**

- Continuación de la capacitación del personal de puesta en marcha y de contratistas.
- Continuación de la generación de las normas de seguridad e instrucciones para trabajos en obra.

**Área Gestión de calidad, seguridad y medio ambiente**

- Colaboración en la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente en la Central.
- Redacción, revisión y emisión de procedimientos operativos, procedimientos, instrucciones, instrucciones internas de obra y otras.
- Registro, revisión, actualización, verificación y emisión de informe de estado de no conformidades, acciones correctivas y preventivas.
- Realización, preparación y emisión de auditorías e informes de auditorías tanto internas al Sistema de Gestión como a contratistas y proveedores.
- Revisión y comentarios a documentación de contratistas del Proyecto.

Cabe destacar que en 2009, adicionalmente a todo lo anterior, se continuó la ejecución del proyecto de cooperación técnica con el Organismo Internacional de Energía Atómica ARG/4/090 "Finalización de la Central Nuclear Atucha II", en el que participan la CNEA y la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A.

**Convenio CNEA, Fundación Balseiro y empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A.**

Durante 2009, en el marco del Convenio CNEA-Fundación Balseiro-Nucleoeléctrica Argentina S.A., la CNEA realizó las siguientes asistencias técnicas:

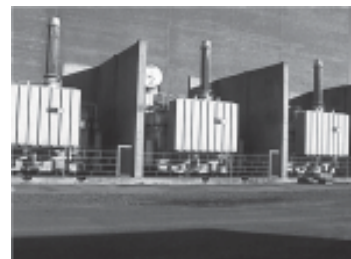
**Central Nuclear Atucha I**

- Caracterización e inspección visual pre y post irradiación de 8 elementos combustible con 37 barras activas pertenecientes a la etapa I del plan de irradiación de dichos combustibles.
- Desarrollo de la ingeniería conceptual de una instalación que permita el almacenamiento transitorio en seco de elementos combustible gastados.
- Asistencia en ingeniería de sistemas y análisis probabilística de seguridad.
- Desarrollo e implementación de técnicas de partículas magnéticas para la inspección de las soldaduras de los soportes del recipiente de presión.
- Metrología del tubo central de canales de refrigeración en servicio, consistente en mediciones de diámetro interno y longitud.
- Caracterización de componentes poliméricos envejecidos en servicio y sus análogos sin envejecer.
- Dictado del primer módulo de un curso para el personal de la Sección Alerta Temprana de la Central sobre técnicas específicas de análisis de ruido neutrónico y la utilización de nuevos programas de monitoreo.
- Desarrollo de un "software" que monitorea las operaciones del recambio de los elementos combustibles.
- Modificación y recalificación de módulos originales para extender la utilización de los mismos.
- Diseño, desarrollo y fabricación de módulos de instrumentación para reemplazo de los originales respetando las especificaciones y calificándolos a través de ensayos específicos.
- Evaluación en servicio de los canales refrigerantes de nuevo diseño y los efectos de interacción con los elementos combustibles, realizándose mediciones "in-situ" en planta y el traslado de muestras de un canal con máxima dosis neutrónica para ensayos mecánicos y metalúrgicos en la instalación de Celdas Calientes del Centro Atómico Ezeiza.

Adicionalmente se prestó asistencia técnica en las inspecciones en servicio y en el mantenimiento de instrumentación electrónica durante la parada programada de la planta. También se realizó el monitoreo de las vibraciones de los internos del reactor, se habilitó la escuela de soldadura y se irradiaron dosímetros termoluminiscentes y electrónicos. Además se realizó la clasificación e inventario de estructuras y componentes radioactivos en todos los edificios internos del reactor y se realizó el tratamiento y descontaminación de componentes estructurales de madera.

**Central Nuclear Embalse**

- Certificación ISO 9001:2008 del Laboratorio de Ensayo de Materiales para calificar ensayos de materiales en componentes de canales combustibles.
- Elaboración del Manual de Diseño Químico.
- Asistencia en el área de química e ingeniería de procesos químicos de los sistemas primario, secundario y auxiliares.
- Realización de mediciones de caudal y cálculo del coeficiente de caudal en válvulas de alimentación a los generadores de vapor.
- Avances en el Proyecto "Componentes Estructurales de Reactores de Potencia" en cuyo marco se encuentra operando el primer equipamiento desarrollado por el Proyecto para realizar ensayos tipo "cantilever beam" y determinar el efecto de la precipitación de hidruros de circonio en la resistencia a la fragilización de los tubos de circonio-2,5% neobio, habiéndose diseñado un nuevo equipo que



Central Nuclear Atucha II  
(en construcción)  
Transformadores de salida



Central Nuclear Atucha I Pcia de Buenos Aires - Vista desde la toma de agua



Central Nuclear Embalse

permite realizar los estudios en muestras de tubos de presión de fabricación propia y en muestras de tubos de presión removidos de la Central.

- Realización de actividades relacionadas con la tecnología de fabricación de tubos de presión, en cuyo marco se recibieron tubos extrudados de circonio-2,5% neobio fabricados por la empresa Wah Chang y se realizaron mediciones del ancho de fase Alfa, mediciones mediante microscopía electrónica de transmisión de la densidad de dislocaciones, y aplicación de difracción de rayos X mediante la técnica de "Rocking Curves" para generar figuras de polos directas y estudiar una manera alternativa para calcular coeficientes de textura de Kernrs, evaluaciones que resultan importantes para determinar el grado de acuerdo con las especificaciones de la empresa AECL para los tubos de presión.
- Realización, a partir de los tubos de presión de circonio-2,5% neobio extrudados y evaluados, de la operación de deformación plástica mediante laminadora HPTR- 60-120, efectuándose la laminación de tubos de presión de diferentes orígenes y, a fin de determinar el comportamiento de los tubos de presión obtenidos, preparándose muestras del tubo laminado y recocido MI para pruebas de resistencia mecánica al rolado, siendo efectuado el proceso de rolado de los tubos a los llamados "end fittings" y el control final de estanqueidad de la unión mecánica por personal de la Central Nuclear Embalse, con resultados satisfactorios.

Adicionalmente se dictaron cursos de capacitación en mecánica de fluidos, termotecnia y química de reactores y se realizaron análisis de falla de conexiones soldadas en tarjetas de la Sala de Computadoras.

#### Central Nuclear Atucha II

- Realización de ensayos de revalidación de cables.
- Elaboración de procedimientos para la verificación y provisión de componentes eléctricos.
- Participación en la puesta en marcha del laboratorio químico convencional y del laboratorio de radioquímica, y capacitación del personal que estará a cargo de esos laboratorios.
- Diseño, desarrollo y fabricación de módulos de instrumentación para reemplazo de los originales respetando las especificaciones y calificándolos a través de ensayos específicos.
- Continuación de la realización de ensayos para la determinación de pérdida de carga en lumbrera "drossel" y flujo inverso, en circuito primario.
- Realización de pruebas de elementos combustibles en el Circuito de Alta Presión.
- Asistencia para la elaboración del programa de vigilancia de la Central.

#### Reactores de investigación

El objetivo que la CNEA persigue en este campo es el funcionamiento integrado de los reactores de experimentación y producción. Las tareas de orden general que se ejecutan son:

- Relevamiento de la documentación mandatoria en todas las instalaciones.
- Aseguramiento de la disponibilidad, operación y mantenimiento preventivo de los reactores experimentales y de producción, particularmente del RA-3.
- Formación y capacitación de recursos humanos (licenciamientos).
- Análisis y acciones tendientes a resolver los problemas comunes a todos los reactores.

#### Reactores de investigación y producción operativos en la Argentina

| Nombre | Potencia | Ubicación                       | Propósito Principal                             |
|--------|----------|---------------------------------|-------------------------------------------------|
| RA-3   | 10 MW    | Centro Atómico Ezeiza           | Producción de radioisótopos                     |
| RA-6   | 1 MW     | Centro Atómico Bariloche        | Experimentación y formación de recursos humanos |
| RA-1   | 0,04 MW  | Centro Atómico Constituyentes   | Investigación y entrenamiento                   |
| RA-8   | -        | Complejo Tecnológico Pilcaniyeu | Conjunto crítico del reactor CAREM              |
| RA-0   | -        | Universidad Nacional de Córdoba | Educativo y de difusión de la actividad nuclear |
| RA-4   | -        | Universidad Nacional de Rosario | Educativo y de difusión de la actividad nuclear |



Núcleo del Reactor de investigación y producción RA-3 - Centro Atómico Ezeiza

#### Reactor de investigación y producción RA-3

En el año 2009 el reactor RA-3 operó 47 periodos semanales (46 periodos para producción y 1 para mediciones experimentales de núcleo), con un total de 3.583 horas a potencia, que se utilizaron para llevar a cabo las siguientes irradiaciones y experiencias:

- Irradiación de 571 miniplacas de uranio enriquecido al 20% para producción de molibdeno 99 e iridio 131.
- Irradiación de 145 blancos de forma convencional para producción, análisis por activación y experiencias y mediciones de física.
- Producción de los radioisótopos molibdeno 99: 14567 Ci (precalibrados semanalmente al lunes siguiente), iridio 131: 942908 mCi, cromo 51: 91 mCi, Sm-153: 1315 mCi y P-32: 44 mCi.
- Irradiaciones en columna térmica para terapia por captura neutrónica con boro (BNCT), con un total de 91 experiencias realizadas que involucraron 435 irradiaciones (aprox. 110 horas de irradiación a potencia de trabajo).

Asimismo se llevaron a cabo las siguientes mejoras de infraestructura:

- Diseño y fabricación de blindaje bajo mesada de la Celda Caliente del reactor.
- Recepción y pruebas del Sistema de Espectrometría Gamma para facilidad PGNA.
- Fabricación de blindajes para haz de neutrografía.
- Fabricación de ladrillos de plomo para ser utilizados como blindaje.
- Ingeniería de estación de medición y "beam stopper" para facilidad de PGNA.

### Reactor de investigación RA-6

En el marco de la ampliación de la capacidad académica del reactor RA-6 y de la necesidad de contar con un reactor alternativo para la producción de radioisótopos de uso médico, se comenzó en 2005 y se continuó hasta 2009 el proceso de conversión del núcleo a bajo enriquecimiento y de aumento de potencia del mismo, habiéndose completado en este último año las siguientes etapas y tareas:

- Puesta en marcha del reactor hasta una potencia de 1 MW.
- Realización de las modificaciones pendientes en la instalación y emisión de documentación faltante a fin de cumplimentar todos los requerimientos necesarios para la solicitud a la Autoridad Regulatoria Nuclear de la licencia de operación.
- Ampliación de la sala de irradiaciones para terapia por captura neutrónica con boro (BNCT).

### Reactor de investigación RA-1

En el año 2009, en el reactor RA-1 se realizaron los siguientes servicios y tareas de asistencia, capacitación y divulgación:

- Prueba de funcionamiento de detectores nucleares de la isla nuclear de la Central Nuclear Atucha II.
- Irradiaciones para: daño por radiación, física de reactores, instrumentación y control y calibración y contraste de detectores nucleares.
- Realización de experiencias para el Curso de Seguridad Nuclear dictado por la Autoridad Regulatoria Nuclear, el Curso de Capacitación de Jefes de Turno para la Central Nuclear Atucha II y la Carrera de Especialización en Reactores Nucleares y su Ciclo de Combustible que dicta el Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson.

Asimismo se realizaron las calibraciones y mantenimiento anual y posteriores ensayos preoperacionales del reactor, el ejercicio de simulacro del Plan de Emergencia y el curso de reentrenamiento con su evaluación correspondiente al año 2009, y se continuó con la actualización de la documentación mandatoria del reactor requerida por la Autoridad Regulatoria Nuclear.

En cuanto a Infraestructura se realizaron:

- Mejoras en la ergonomía del pupitre de la consola de comando.
- Instalación de cámaras color en el recinto del reactor y en la boca de tanque del mismo.

### Reactor de investigación RA-8

El reactor RA-8, construido como facilidad crítica para el ensayo de los elementos combustibles del reactor CAREM, se encuentra en reserva. En 2009 se continuaron realizando tareas de reparación general.

### Reactor de investigación RA-0

El reactor de investigación RA-0 se encuentra ubicado en el ámbito académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Las actividades desarrolladas en el mismo durante 2009 fueron las siguientes:

- Irradiación de semillas para investigadores de la Facultad de Agronomía de esa Universidad.
- Entrenamiento (prácticas sobre física de reactor) para técnicos y profesionales de la Central Nuclear Embalse.
- Verificación de equipamiento específico diseñado para una práctica final de la carrera de grado de la Universidad Nacional de Córdoba.



Reactor de investigación y docencia RA-6  
Centro Atómico Bariloche



Reactor de investigación y docencia RA-6  
Interior del tanque  
Centro Atómico Bariloche



Reactor de investigación RA-1  
Centro Atómico Constituyentes



Núcleo del reactor de investigación RA-4  
Universidad Nacional de Córdoba

- Entrenamiento del personal de la instalación correspondiente a licencias y autorizaciones específicas.
- Mediciones de parámetros correspondientes al reactor como parte del proyecto de investigación, aprobado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, sobre "Desarrollo de un Simulador".

#### Reactor de investigación RA-4

El reactor de investigación RA-4 se encuentra ubicado en el ámbito académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario

En el año 2009 se efectuaron en él las siguientes actividades:

- Irradiaciones de semiconductores y microprocesadores para verificar el efecto de la radiación en los mismos.
- Construcción de un sistema de control automático del reactor con el fin de interesar a grupos de investigación en control automático de la Escuela de Electrónica de esa Universidad.
- Construcción de un dispositivo contador para detección de radiaciones con fines didácticos para reemplazar instrumentos obsoletos.
- Puesta en marcha de un equipo de espectrometría gamma, utilizando un cristal de pozo disponible y efectuando conexión a computadora.

Con miras a solicitar a la Autoridad regulatoria Nuclear la renovación de la Licencia de Operación del reactor se revisó y actualizó la documentación mandatoria del mismo. En ese contexto se obtuvo la licencia de un Operador y Oficial de Radioprotección.

También se iniciaron contactos preliminares con reactores nucleares de similares características de Alemania con el fin de intercambiar experiencias y establecer relaciones de cooperación, en particular con el reactor de investigación AKR-2 de la ciudad de Dresden.



Central Nuclear Embalse - Calandria

#### Gestión y extensión de vida de las centrales nucleares

Las centrales nucleares de potencia y las instalaciones nucleares en general requieren de programas de gestión de vida que permitan operarlas por largos periodos de tiempo, en forma segura y con una alta disponibilidad; esto se logra mediante el establecimiento de programas de inspección, de vigilancia y de procedimientos de mantenimiento y operación que minimicen los riesgos de fallas.

El objetivo de las actividades que la CNEA desarrolla en este campo es contar con las capacidades nacionales necesarias para dar respuesta a los requerimientos futuros de las centrales nucleares de potencia y demás instalaciones nucleares. La meta es elaborar planes de gestión de vida para los principales componentes de las centrales e instalaciones nucleares e incrementar la asistencia técnica a las mismas a partir del desarrollo de metodologías para la gestión de vida y de la prevención de fallas en servicio de sistemas, estructuras y componentes, así como instrumentación y control de uso nuclear.

Las principales actividades desarrolladas en 2009 fueron las siguientes:

- Continuación de los estudios de probetas de hormigón armado con barras de acero al carbono en su interior, destinados a determinar el efecto simultáneo de la carbonatación y de distintos tenores de humedad ambiente sobre la susceptibilidad a la corrosión de las barras de refuerzo.
- Continuación de la participación en dos proyectos de cooperación técnica en gestión de vida de centrales nucleares de potencia con el Organismo Internacional de Energía Atómica: uno a nivel nacional ARG/4/091 "Programa de gestión de vida de centrales nucleares para sistemas críticos, estructuras y componentes de la Central Nuclear Embalse" y otro de carácter regional RLA/4/021 "Fisuración e integridad estructural de los componentes de los reactores de agua liviana".
- Participación en un nuevo proyecto de cooperación técnica con el Organismo Internacional de Energía Atómica a nivel nacional: ARG/4/093 "Gestión del envejecimiento para una operación prolongada de la Central Nuclear Atucha II".
- Continuación de trabajo conjunto con la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. en el proyecto "Extensión de vida de la Central Nuclear Embalse", realizando las siguientes tareas:
  - Revisión de los informes sobre el grado de envejecimiento de distintos sistemas de la Central.
  - Gestión de vida del ciclo térmico, análisis de los fenómenos de erosión-corrosión.
  - Estudio del envejecimiento en cables.
  - Asistencia técnica en el área de química e ingeniería de procesos.
- Trabajos vinculados con la Central Nuclear Atucha I.
  - Estudio en la degradación de la columna térmica.
  - Estudios sobre la degradación en cables.
  - Comienzo de la elaboración de una propuesta para la implementación de un programa de gestión del envejecimiento de los sistemas, estructuras y componentes.
- Trabajos vinculados con la Central Nuclear Atucha II:
  - Ingeniería de la química del agua.
  - Programa de vigilancia del recipiente de presión.



Central Nuclear Embalse  
Pileta de almacenamiento temporal de  
elementos combustibles gastados

- Programa de gestión del envejecimiento para una operación prolongada.
- Análisis del envejecimiento en cables.
- Obsolescencia en componentes electrónicos..
- Trabajos vinculados con el Proyecto CAREM:
  - Comienzo de los estudios para determinar los componentes críticos que deben ser considerados para una operación prolongada del reactor.

Todas estas actividades dieron lugar a numerosas presentaciones nacionales e internacionales en congresos, reuniones técnicas y grupos de trabajo, así como a informes técnicos.

### Desmantelamiento de instalaciones nucleares

Las actividades que se desarrollan en este campo tienen como objetivo que la CNEA pueda cumplir su responsabilidad legal de efectuar el desmantelamiento y clausura de las instalaciones nucleares relevantes del país al fin de su vida útil. Con tal propósito, se llevan a cabo dos proyectos:

- Proyecto “Planificación y costeo de desmantelamiento y clausura de reactores de investigación e instalaciones relevantes”.
- Proyecto “Desarrollo de tecnología”.

#### Proyecto “Planificación y costeo de desmantelamiento y clausura de reactores investigación e instalaciones relevantes”

En su marco se desarrollaron en 2009 las siguientes actividades:

- Continuación de los trabajos de relevamiento de información para elaborar los correspondientes planes preliminares de desmantelamiento de los reactores experimentales y de otras instalaciones nucleares relevantes.
- Continuación de la participación en el Grupo de expertos del Organismo Internacional de Energía Atómica para el proyecto “Clausura y desmantelamiento de un reactor de investigación en Manila, Filipinas”.
- Continuación de las actividades de desmantelamiento de la ex Planta de Almacenamiento y Tratamiento de Residuos Radioactivos ubicada en el Centro Atómico Ezeiza.

#### Proyecto “Desarrollo de Tecnología”

En su marco se desarrollaron en 2009 las siguientes actividades:

- Continuación de los ensayos a nivel laboratorio para descontaminación de materiales radioactivos utilizando pulidos con medio abrasivo en recipientes vibratorios y descontaminación química de componentes y estructuras metálicas de la Central Nuclear Atucha I.
- Continuación de la aplicación de la descontaminación electroquímica en estructuras y componentes en la Central Nuclear Atucha I.
- Continuación del desarrollo de un equipo para descontaminación de maderas.

## ÁREA TEMÁTICA CICLO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR

### Minería del uranio

#### Geología y exploración de uranio

En concordancia con el objetivo de incrementar las reservas de recursos uraníferos nacionales y asegurar el abastecimiento a futuro con uranio nacional de los requerimientos para la operación de las centrales nucleares de potencia y de los reactores de investigación y producción, en operación y a construirse, en 2009 se encararon tareas encuadradas en cinco diferentes actividades:

- Favorabilidad geológico-uranífera del territorio nacional
- Desarrollo de prospectos uraníferos
- Exploración de recursos uraníferos
- Preservación del ambiente
- Relaciones con la comunidad

#### Favorabilidad geológico-uranífera del territorio nacional

Esta actividad que tiene por objetivo analizar la aptitud minero-uranífera de distintas regiones y ambientes geológicos del país a los efectos de establecer nuevas áreas de prospección por recursos uraníferos potenciales. Según las distintas áreas seleccionadas, se trabajó en las siguientes unidades de favorabilidad.

En la Región Noroeste

- Unidades 1 y 2. “Basamento ígneo-metamórfico del Noroeste Argentino y Sierras Pampeanas”: Planificación de la integración de la información geológica y geoquímica disponible de estas unidades bajo un sistema digital de tipo SIG (Sistema de Información Geográfica).



Área de Exploración Uranífera Las Termas  
Pcia. de Catamarca

- Unidades 4 y 7: “Magmatismo Paleozoico de Puna” y “Cuenca cretácica – eoterciaria del Grupo Salta”: trabajo de reconocimiento geológico y muestreo.
- Realización de las transectas regionales: Puna Norte, Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas Noroccidentales, el cálculo del “endowment” y la base de datos de la Unidad de Favorabilidad Sierras Pampeanas.

En la Región Cuyo

- Unidad 22: “Magmatismo Neopaleozoico – Triásico” de Agua Escondida - Lihué Calel.
- Unidad 23: “Bloque de San Rafael”: Dataciones isotópicas en circones e isótopos de hafnio en rocas magmáticas del Grupo Choiyoi. Estudios geológicos en el área del Infiernillo.

En la Región Centro

- Unidad 11: “Cuenca Eopaleozoica y Magmatismo Famatiniano”.
- Unidad 12: “Cuenca Neopaleozoica del Paganzo”: Selección de nuevas áreas de estudio.

En la Región Patagonia: trabajos de análisis, procesamiento e interpretación de la información gama-espectrométrica aérea en las siguientes unidades:

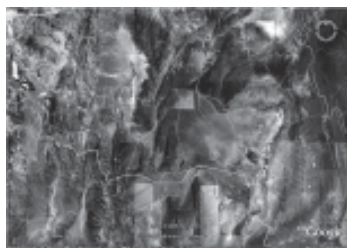
- Unidad 40: “Cuenca Permo – Triásica y Magmatismo del Deseado”.
- Unidad 42: “Andes Patagónicos Fueguinos”.
- Unidad 43: “Magmatismo Jurásico del Deseado”.
- Unidad 46: “Sedimentitas Cretácicas de Chubut y Santa Cruz”.
- Unidad 48: “Depósitos Terciarios y Cuaternarios de la Cuenca Golfo de San Jorge”.

Investigación de favorabilidad uranífera en relación con el proyecto de cooperación técnica con el Organismo Internacional de Energía Atómica ARG/3/012: “Investigación sobre factibilidad de aplicación del método de lixiviación in situ”:

- Armado de una base de datos, análisis de información geológica de subsuelo, de información geoquímica y aeroradimétrica, adquisición de instrumental geofísico y visita de expertos de ese organismo internacional.
- Planificación de dos sondeos con recuperación de testigos en Arroyo Perdido – Chubut.

### Desarrollo de prospectos uraníferos

A partir de la selección e identificación de nuevas áreas para prospección que surgen de la etapa previa de favorabilidad geológica, se trabajó en 2009 en las etapas de investigación y desarrollo de los prospectos uraníferos que, en muchos casos, permitirán descubrir nuevos yacimientos e incrementar las reservas de uranio.



Yacimiento uranífero Mina Franca  
Pcia. de Catamarca

En la Región Noroeste:

- Cateos “Sierra de Vaquería” (Salta): actividades de prospección general con la localización, registro y mapeo de anomalías radimétricas y químicas por uranio, ubicadas en los pedimentos en la cuenca cretácica-eoterciaria.
- Cateos “Sierra de San Buenaventura” (Catamarca): apoyo logístico a la comisión de estudios arqueológicos en la región, con motivo de complementar requerimientos de la autoridad minera en referencia al Informe de Impacto Ambiental para la etapa de prospección.

En la Región Cuyo.

- Selección de áreas y pedido de cinco cateos en la zona noroeste de la Provincia de Río Negro, abarcando un área de 50.000 ha.
- Participación en las tareas de reconocimiento y relevamiento inicial de la hoja geológica: General Roca, escala 1:100.000, junto con personal del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), con el objetivo de realizar el estudio en superficie de la Formación Allen, portadora de uranio. Se realizaron dos campañas con muestreo geológico y registro gamma espectrométrico que permitieron localizar diversas anomalías por uranio.

En la Región Centro:

- Realización de diversas campañas geológicas en los cateos Donato I, II, III y IV; con actividades de prospección geoquímica, muestreo de roca y agua, apertura de trincheras de exploración, desarrollo de áreas con prospección radimétrica sistemática de detalle y elaboración de líneas de base ambientales.
- Campañas de prospección radimétrica en la zona de Cantadero.
- Mapeo geológico-mineralógico en trincheras del cateo El Gallo y construcción de una nueva labor.
- Campañas de mapeo y prospección geoquímica (muestreo de aguas y sedimentos) en los cateos Noya I y II

En la Región Patagonia:

- Campañas de prospección radimétrica sistemática de detalle en el cateo Mirasol Chico, muestreo mineralógico y radimetría detallada en el cateo El Cruce y elaboración de la información minera requerida por la autoridad provincial.

### Exploración de recursos uraníferos

Las principales actividades desarrolladas en 2009 en materia de exploración de recursos uraníferos fueron:

En la Región Centro

- Confección del informe de evaluación de recursos uraníferos correspondiente a la campaña de perforaciones realizada en 2008 en el cateo El Gallo. ("stock" granítico La Chinchilla).

En la Región Patagonia

Yacimiento Cerro Solo - Distrito Uranífero Pichiñan, Chubut

- Realización en los sectores "B" y "C" de 100 sondeos de exploración con equipos propios, siendo el total de metros perforados de 8.959, correspondiendo 382,7 m a los sondeos testigados. El resultado ha sido un notable incremento de las reservas del yacimiento, tanto en las condiciones de mineral indicado como en la de inferido.
- Adecuación de instalaciones en el campamento y optimización de los procesos de extracción, transporte y preparación de muestras para el laboratorio químico.
- Recopilación de datos de sondeos testigados realizados en 2008 y 2009 y rearmado de planillas con los campos de recuperación, metros perforados, leyes y análisis químicos, a fin de hacerlas más funcionales para su uso con los programas "Log Plot" y "Rock Ware".
- Presentación efectuada a la autoridad minera provincial sobre avances en la inversión y presupuestos para el próximo trienio, de los yacimientos del Distrito Uranífero.
- Confección de los perfiles de correlación que se utilizarán para la recuperación de testigos a realizarse en los sectores B, C, Graben, El Ganso, Puesto Alvear, El Molino y Arroyo Perdido y comparación de datos geofísicos con químicos.
- Preparación de un programa de exploración del subsuelo a través de una licitación pública para hacer perforaciones de exploración y evaluación en los Yacimientos del Distrito Pichiñan Este; evaluación de las empresas que se presentaron en la licitación pública 454/09 y preadjudicación de la misma.

Estudios metalogénicos en el depósito uranífero Cerro Solo y Distrito Uranífero Pichiñan Este (Chubut)

Yacimiento Cerro Solo - Sectores "C" y "B"

- Planificación de los sondeos a ejecutarse, procesamiento en gabinete de datos con la información disponible y trabajos en la representación tridimensional de la distribución espacial de los mayores niveles mineralizados, según sondeos ejecutados en los sectores "B" y "C" del Yacimiento.

Determinación de molibdeno y renio en el Yacimiento Cerro Solo - Sector "C"

- Armado de una base de datos con la información disponible, cuya última determinación data del año 2002, y actualización con los datos de molibdeno correspondientes a los sondeos en los sectores "C" y "B" hechos desde 2007 a 2009; graficándose los valores de molibdeno en la planta de los Sectores "C" y "B" y confeccionándose los planos zoneográficos con los valores químicos de molibdeno, renio y uranio.

Estudios de línea de metalurgia extractiva para el Yacimiento Cerro Solo

- A partir de los resultados correspondientes al Sector "C", selección de las muestras para integrar el "blending" de 2009 para la realización de ensayos de laboratorio, redacción de protocolos con el detalle del método de muestreo y de los criterios usados para la preparación mismo y confección de gráficos con la información de los testigos que lo integran, a fin de la preparación del informe técnico.

Ensayos metalúrgicos con el mineral de mena del Yacimiento:

- Desarrollo de una metodología para procesar mineral del yacimiento, maximizando la recuperación de uranio en solución acuosa, previa separación y recuperación del molibdeno.
- Diseño de un esquema de trabajo en dos etapas sucesivas de lixiviación, la primera alcalina y la segunda ácida, probándose la factibilidad química y operacional del proceso diseñado y optimizándose las variables clave para otras muestras del mineral, teniendo en cuenta los requerimientos de las etapas posteriores de concentración y purificación del uranio.

Proyecto Laguna Sirven

- Cateo Laguna Sirven: ejecución de 130 nuevas trincheras con malla 200 m X 200 m, restando hacer 12.
- Cateo la Primavera: ejecución de 32 trincheras con malla 1.000 m X 500 m.
- Confección de los planos zoneográficos de las trincheras realizadas en la campaña de diciembre, utilizándose "Excel" y "Surfer".



Sierra Cuadrada - Afloramientos uraníferos en Salamanca - Pcia. del Chubut



Cateo uranífero El Cruce  
Zona mineralizada - Pcia. del Chubut

- Programación de la realización de 70 nuevas trincheras a malla de 200 m x 200 m y de otras nuevas labores a partir del análisis de los datos químicos, ubicándose 6 nuevas locaciones para el futuro programa de perforaciones.
- Análisis químico de 158 muestras en el laboratorio de Mendoza y de 2 muestras para determinación de especie mineral en el laboratorio de Sede Central.
- Ensayos de lixiviación en medio ácido de distintas muestras de mineral del Prospecto de Laguna Sirven. Se trata de un mineral de baja ley del que se obtienen buenas recuperaciones de uranio pero con un elevado consumo de ácido sulfúrico debido al gran contenido de carbonatos.
- Elaboración de una "ampliación-autorización" para agregar al Convenio Específico firmado con la empresa provincial Fomicruz S.E., referido a la ejecución de las perforaciones que se harán mediante la técnica de "entubado simultáneo".
- Modificación parcial del pliego de llamado a concurso para perforaciones en Laguna Sirven, efectuado por Fomicruz S.E., en aspectos concernientes a las tareas técnicas de muestreo, entubado de pozos para monitoreo y perfilaje, y a la modalidad a adoptar para cumplir con las leyes medioambientales.

### Preservación del ambiente

El objetivo de esta actividad es la preservación del ambiente en relación con la minería del uranio. En 2009 se desarrollaron las siguientes actividades:

- Cumplimiento de la normativa ambiental correspondiente a las provincias donde se ubican los sitios en que se realizan actividades de prospección y exploración de recursos uraníferos.
- En relación con la provincia del Chubut, realización de consultas a profesionales del CONICET-CENPAT y de la Facultad de Ciencias Económicas y a especialistas en ecología de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, del Museo Paleontológico Egidio Feruglio y del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTA), a fin de evaluar la realización de una Línea de Base Ambiental para el área del yacimiento Cerro Solo.
- Confección del Pliego de Condiciones Particulares – Ambientales para su inclusión en la licitación de las perforaciones en el Yacimiento Cerro Solo, redactándose un instructivo técnico de requisitos ambientales
- A requerimiento de las autoridades de la Provincia del Chubut, presentación de un anteproyecto para el tratamiento de las aguas excedentes de los sondeos, proponiéndose la realización de cuencos de evaporación, colocándose todas las bocas de pozo, controlándose el estado del terreno en las inmediaciones y remediándose en caso necesario.
- En relación con la provincia de Santa Cruz, confección de un instructivo técnico ambiental para ser aplicado a las perforaciones a contratar y a ejecutar en Laguna Sirven, similar al elaborado para el Distrito Uranífero Pichiñan Este.

### Relaciones con la comunidad

(Ver Capítulo 4 – "Área temática Relaciones Institucionales" – "Comunicación y Relaciones Públicas" – "Actividades desarrolladas por las Delegaciones Regionales").

### Producción de uranio

Las actividades en esta área tienen por objeto reactivar en el corto plazo las actividades de la minería del uranio en la Argentina, que fueron suspendidas en la década de los noventa por razones de costos comparativos desfavorables con respecto a los del mercado internacional, en el marco de la abrupta caída del precio del mineral debido a una sostenida sobreoferta.

En 2009 las actividades se centraron en el Complejo Minero Fabril San Rafael, provincia de Mendoza, en el cual se desarrollaron las siguientes:

- Concreción de la construcción de los pedraplenes de cierre para los diques de efluentes DN8 y DN9, luego de la realización de ensayos tendientes a definir la forma constructiva más adecuada. Esta obra se realizó con personal y equipos propios, movilizándose 50.000 m<sup>3</sup> de roca provenientes de las escombreras de estériles de minería.
- Finalización de la ingeniería para la impermeabilización del dique de evaporación DN3B, requisito necesario para continuar la construcción de los diques DN8 y DN9.
- Concurrencia a una audiencia de conciliación convocada por el Juzgado Federal de San Rafael, como resultado de la cual se obtuvieron las autorizaciones para la construcción de los diques indicados, en un todo de acuerdo con las autoridades provinciales de aplicación.
- Adquisición de una retroexcavadora-cargadora nueva y elaboración de las especificaciones para dos camiones tractores con caja roquera para servicio pesado, a fin de fortalecer la capacidad operativa de la flota disponible en el Complejo, fundamentalmente para afrontar tareas de gestión ambiental.



Pilas de lixiviación  
Complejo Minero Fabril San Rafael

- Avances en las ingenierías para las instalaciones para residuos sólidos y agua de cantera sobre la base de instalaciones ya existentes.
- Comienzo de la realización de tareas de relevamiento del estado de situación, de actualización y de desarrollo de documentación, y capacitación para la implementación de un sistema de gestión de la calidad en el laboratorio analítico para muestras ambientales, toxicológicas y de control de proceso.

#### Tecnología de producción de uranio

- Fijación de pautas y criterios para encontrar procesos económicamente factibles que posibiliten el procesamiento del mineral del Yacimiento Cerro Solo, concretándose ensayos preliminares con minerales de ese yacimiento con el objetivo principal de separar el molibdeno, principal interferencia en la extracción del uranio del mineral.

### Combustibles nucleares

Las actividades en este campo tienen por objetivo posibilitar la obtención de la tecnología necesaria para la producción de los núcleos combustibles de los reactores nucleares de investigación y de potencia y de los blancos para la producción de radioisótopos de fisión y la recuperación del material fértil y fisil.

Su alcance incluye la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico relativos al:

- Desarrollo del combustible nuclear y sus recubrimientos.
- Diseño y fabricación piloto de los elementos combustibles y sus ensambles y de los blancos de irradiación para la producción de radioisótopos de fisión.
- Recuperación de material fisil y fértil de descartes de producción y de material irradiado.
- Transferencia de la tecnología a las entidades fabricantes.

### Desarrollo de combustibles para reactores de investigación

La CNEA ha desarrollado lo largo de su existencia una intensa actividad en materia de diseño, construcción y operación de reactores de investigación y producción y, consistentemente, en lo que hace al desarrollo y fabricación de los elementos combustibles para los mismos. Su primer reactor de investigación – y el primero en alcanzar criticidad en América Latina – fue el RA-1, que lo logró en enero de 1958, y a él le siguieron en años sucesivos los reactores de investigación RA-0, RA-2, RA-3, RA-4, RA-6 y RA-8, para todos los cuales desarrolló y fabricó los correspondientes elementos combustibles. Tan es así que en fecha tan temprana como 1958 concretó su primera transferencia comercial de tecnología nuclear que consistió, precisamente, en la venta del “know-how” desarrollado para la fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación a la firma Degussa-Leybold AG de la República Federal de Alemania.

Además, la CNEA diseñó y fabricó los elementos combustibles para el reactor de investigación peruano RP-0, construido por la misma CNEA, para el cambio de enriquecimiento (del 90 al 20%) del núcleo del reactor de investigación de Irán por la empresa INVAP S.E., y para los reactores de investigación que dicha empresa construyó en Argelia, Egipto y Australia.

En la actualidad, la CNEA cuenta con amplia experiencia en la materia y está en capacidad de producir comercialmente elementos combustibles para reactores de investigación en su Planta de Fabricación de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación (ECRI) y de elaborar compuestos de uranio en la Planta de Fabricación de Polvos de Uranio (PFPU). Esta última tiene como tarea fundamental la provisión de polvos de óxido de uranio ( $U_3O_8$ ) enriquecido al 20 % a la empresa CONUAR S.A. para la fabricación de los elementos combustibles para el reactor productor de radioisótopos RA-3. Ambas instalaciones, la ECRI y la PFPU, se encuentran situadas en el Centro Atómico Constituyentes.

En el marco de la “Iniciativa (internacional) de Reducción de la Amenaza Global” (GTRI), la Argentina decidió convertir el núcleo del reactor de investigación y docencia RA-6 del Centro Atómico Bariloche de alto a bajo enriquecimiento. Tal decisión implicó el diseño y la fabricación por la CNEA de los nuevos elementos combustibles.

En 2007 la CNEA ganó - a través de la empresa INVAP S.E. - la licitación convocada por el Organismo Internacional de Energía Atómica para la provisión de elementos combustibles de bajo enriquecimiento para el reactor de investigación MARIA de Polonia.

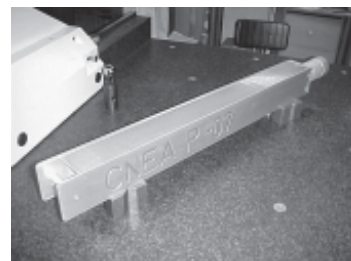
La ECRI está igualmente en capacidad de fabricar blancos con uranio de bajo enriquecimiento (20%) para la producción del radioisótopo de uso médico molibdeno-99, haciéndolo en forma rutinaria desde 2002 para su irradiación en el reactor de producción RA-3 del Centro Atómico Ezeiza y, además, habiendo suscripto sendos contratos con la empresa INVAP S.E. para proveerlos con destino a las facilidades que para producción de radioisótopos esa empresa construyó en Egipto y Australia.

Durante 2009 se desarrollaron las siguientes actividades en este campo:

- Desmantelamiento y acondicionamiento de equipos y cajas de guantes en la línea de producción de óxido de uranio ( $U_3O_8$ ) enriquecido al 20% para el reemplazo del horno de conversión del Sector



Fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación Centro Atómico Constituyentes



Prototipo de elemento combustible con alta densidad de uranio para reactores de investigación



Fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación tipo MTR



Prototipo de combustible tipo CAREM



Laboratorio de Ensayos Pos Irradiación  
Celdas blindadas con telemanipuladores  
Centro Atómico Ezeiza

Calcinación de la Planta de Fabricación de Polvos de Uranio por un nuevo horno, a instalarse entre febrero y marzo de 2010.

- Montaje y ensayos preoperacionales de un sistema de evaporación al vacío de aguas madres de precipitación de diuranato de amonio enriquecido al 20% en el Sector Precipitación de la Planta de Fabricación de Polvos de Uranio, equipo diseñado, construido y montado íntegramente por la CNEA.
- Estudios tendientes al desarrollo y fabricación de polvos de uranio-molibdeno y mono nitrato de uranio, compuestos de uranio de alta densidad, gestión de compra del equipamiento requerido, diseño de equipos específicos y dimensionamiento y especificación de los equipos auxiliares.
- Desarrollo del horno de laminado en caliente de miniplacas combustibles de muy alta densidad.
- Realización de tratamiento superficial anticorrosivo sobre aluminio aleación 6061.
- Realización de ensayos preliminares de niquelado sobre polvos simuladores de aquellos utilizados en la fabricación de combustibles de muy alta densidad.

### Desarrollo de combustibles para reactores de potencia

Durante 2009 se desarrollaron en este campo las siguientes actividades:

#### De carácter general:

- Continuación del control de los elementos combustibles en servicio y seguimiento de mejoras implementadas en los combustibles para las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse.
- Calificación de la planta de la empresa DIOXITEK S.A. para la producción de polvo de dióxido de uranio destinado a la fabricación de las pastillas combustibles que se emplean en las centrales nucleares argentinas.
- Participación con el código DIONISIO, elaborado en el sector Códigos y Modelos del programa internacional FUMEX III patrocinado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, destinado a la validación e intercomparación de códigos de simulación de comportamiento de combustibles nucleares para reactores de potencia.

#### Elementos combustibles para la Central Nuclear Atucha II:

En Febrero de 2007 se firmó un Acuerdo Específico para suministrar a la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. la ingeniería de diseño de los elementos combustibles para la Central Nuclear Atucha II; la definición, especificación y realización de los ensayos de verificación de dicho diseño; la aprobación de la tecnología de fabricación industrial del elemento combustible y sus componentes; y la prestación del servicio de inspección y control durante la producción de los que compondrán el primer núcleo.

En 2009 se desarrollaron en este contexto las siguientes actividades:

- Emisión de los planos y especificaciones que constituyen la ingeniería de detalle del elemento combustible para la Central, a ser empleados por la empresa CONUAR S.A. en su fabricación.
- Finalización de las etapas operativas de las calificaciones de todos los procesos especiales de fabricación que se emplean en la citada empresa para la producción de los referidos elementos combustibles.
- Preparación del Capítulo del Informe Final de Seguridad correspondiente al diseño y fabricación del elemento combustible.

#### Elementos combustibles para el reactor CAREM:

- Realización de obras de infraestructura y equipamiento de las instalaciones de la Planta Piloto de Combustibles Avanzados para afrontar el requerimiento del proyecto CAREM y definir los parámetros de fabricación y control de pastillas combustibles de dióxido de uranio natural – gadolinio ( $Gd_2O_3$ ) y de dióxido de uranio enriquecido al 1.8 y al 3.1%.
- Análisis y actualización de las especificaciones y técnicas analíticas para la fabricación del elemento combustible para el reactor; equiparación con normas ASTM; y realización de ensayos de caracterización para el desarrollo de pastillas combustibles de dióxido de uranio con gadolinio ( $Gd_2O_3$ ).
- Firma del contrato para la irradiación del prototipo de elemento combustible en el reactor de investigación HRP de Noruega.

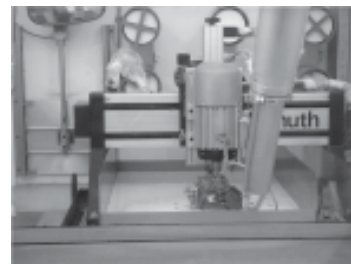
### Estudio de combustibles gastados y recuperación de materiales nucleares

Los objetivos de las actividades en este campo son:

- La determinación del grado de quemado absoluto que bajo irradiación alcanzan los elementos combustibles prototipos, información que resulta esencial para el desarrollo de combustibles avanzados, tanto para reactores de potencia como experimentales.
- La recuperación y purificación del uranio contenido en los descartes de fabricación de elementos combustibles basados en siliciuro de uranio.

En 2009 se desarrollaron las siguientes actividades en la materia:

- Obtención de la licencia de Puesta en Marcha del Laboratorio Triple Altura e inicio de las actividades para comenzar con la recuperación y disminución del enriquecimiento de uranio altamente enriquecido.
- Continuación del desarrollo del proceso para la recuperación de uranio a partir de rezagos de combustibles de uranio – molibdeno a utilizar en el Laboratorio Triple Altura.
- Avances en la implementación, en el Laboratorio Facilidad Radioquímica, del proceso desarrollado para la recuperación de uranio irradiado de los filtros y soluciones provenientes de la planta de obtención de molibdeno-99 por fisión.
- Continuación de las actividades de investigación y desarrollo tendientes a consolidar el diseño de un Bulto de Transporte de Combustibles Gastados de Reactores de Investigación (denominado RLA4018) que sea licenciado por la Autoridad Regulatoria Nuclear, en el marco del proyecto de cooperación técnica regional del Organismo Internacional de Energía Atómica RLA/3/004 “Ingeniería de un casco de transporte para combustibles gastados de reactores de investigación”, en el cual se trabaja mancomunadamente con instituciones nucleares de Brasil y Chile.
- Inicio del desarrollo de un nuevo embalaje (denominado DALMA 25) para transportar soluciones acuosas de uranio enriquecido provenientes fundamentalmente de la recuperación de descartes de producción de óxidos de uranio y de placas combustibles tipo MTR, dado que por encontrarse alejadas las plantas de fabricación y de recuperación, se hace necesario contar con un embalaje que cumpla con las normas nacionales e internacionales de transporte de materiales radiactivos.



Laboratorio de Ensayos Pos Irradiación  
Celdas calientes para apertura de cápsulas - Centro Atómico Ezeiza

## ÁREA APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR

### Radioisótopos y radiofármacos

Uno de los aportes más significativos de CNEA a la sociedad es la producción de radioisótopos de uso médico e industrial, abasteciendo las necesidades nacionales de la medicina nuclear y de determinadas industrias con productos de muy alta calidad. Desde el año 2002 la Argentina se convirtió en el único país del mundo que ha desarrollado e implementado la tecnología para producir radioisótopos de fisión (como el molibdeno-99 y el yodo-131) empleando blancos de uranio de bajo enriquecimiento (20%). La importancia de este logro radica en el hecho de que, en consonancia con las políticas internacionales de no proliferación, contribuye a evitar el empleo de uranio de alto enriquecimiento en aplicaciones civiles.

La producción de materiales radiactivos por la CNEA se centra principalmente en la de radioisótopos primarios y ciertos compuestos marcados y radiofármacos de uso médico. En septiembre de 2002, la CNEA y la empresa asociada DIOXITEK S.A. suscribieron un contrato para la producción y comercialización de fuentes selladas de cobalto-60. A partir de la vigencia del citado contrato, DIOXITEK S.A. asumió plena responsabilidad sobre la producción y comercialización de cobalto-60 a granel y en forma de fuentes selladas para uso médico e industrial, como asimismo sobre las tecnologías y servicios asociados.

La elaboración de los radioisótopos primarios molibdeno-99, yodo-131, cromo-51, samario-153 y fósforo-32 se realiza a partir de la irradiación de blancos en el reactor de investigación y producción RA-3 y su procesamiento se efectúa en la Planta de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos, ambos sitios en el Centro Atómico Ezeiza. Para la producción del radiofármaco 18-fluor desoxiglucosa (18-FDG) se utiliza el Ciclotrón de Producción ubicado en ese mismo Centro Atómico.

En 2009 se continuó la producción de radioisótopos primarios satisfaciendo la demanda nacional y requerimientos del mercado externo, principalmente de países de la región. Cabe destacar que en medio del prolongado desabastecimiento existente a nivel global del más utilizado de todos ellos, el molibdeno-99, la CNEA no sólo abasteció la demanda nacional de ese radioisótopo, sino que incrementó su producción a fin de satisfacer parcialmente la del mercado brasileño, exportando a dicho país, a partir de mayo de 2009, 150 Curies semanales (aproximadamente un tercio de sus necesidades).

La producción y comercialización de radioisótopos de reactor para uso médico en 2009 fueron las que se detallan en el siguiente cuadro:

| Radioisótopos | Actividad   | Facturación                  |
|---------------|-------------|------------------------------|
| Mo-99         | 14.567 Ci   | \$ 6.912.177+ U\$S 1.370.820 |
| I-131         | 942.908 mCi | \$ 2.291.566                 |
| Cr-51         | 91 mCi      | \$ 13.025                    |
| Sm-153        | 1.315 mCi   | \$ 9.953                     |
| P-32          | 44 mCi      | \$ 2.164                     |

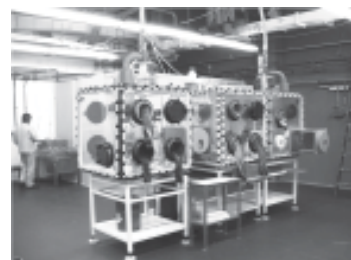
La producción del radiofármaco 18-FDG fue de 19.697 mCi y la facturación de \$ 535.761.

El total facturado en 2009 por la venta de radioisótopos y radiofármacos fue de \$ 9.764.646 y U\$S 1.370.820, con un incremento con respecto a 2008 del orden del 286 %.

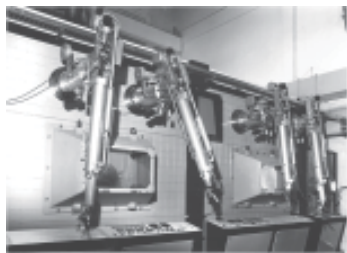
La mayor parte de la producción corresponde a sendos contratos con las empresas de producción y comercialización de radiofármacos BACON SAIC y TECNONUCLEAR S.A. Además la CNEA, en el marco de



Planta de Producción de Radioisótopos  
Pasillo caliente - Centro Atómico Ezeiza



Planta de Producción de Radioisótopos  
Cajas de guantes - Centro Atómico Ezeiza



Planta de Producción de Molibdeno-99  
Celdas blindadas con telemanipuladores  
Centro Atómico Ezeiza

un acuerdo firmado en 2006 con las referidas empresas, provee en forma gratuita a una decena de hospitales públicos radioisótopos de uso terapéutico y paliativos del dolor, destinados a pacientes de escasos recursos.

En 2009 se finalizaron las tareas de acondicionamiento de las instalaciones productivas para lograr la habilitación de las mismas por parte de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentación y Tecnología Médica (ANMAT) para la comercialización de radiofármacos de aplicación en pacientes.

Uno de los objetivos de la CNEA es el desarrollo de tecnologías innovativas en el área de la producción de radioisótopos y radiofármacos. En 2009 se desarrollaron en este campo las siguientes actividades:

- Continuación de las tareas de desarrollo para la manufactura de fuentes selladas de cesio-137.
- Obtención, por primera vez en Latinoamérica, en forma experimental, de lutecio-177 de media actividad específica (20 Ci/ mg de Lu).
- Continuación de los estudios relacionados con la obtención de radioisótopos a partir de reacciones secundarias en reactores nucleares.

### Radiotrazadores

Las actividades desarrolladas en este campo en 2009 fueron:

- Obtención de la licencia de operación del Laboratorio N° 1 para trabajar con materiales radiactivos.
- Realización con éxito de una pesada isotópica en planta industrial de la empresa Indupa de Bahía Blanca.

### Metrología de radioisótopos

Las actividades desarrolladas en 2009 fueron:

- Calibración de 60 activímetros de centros de medicina nuclear de todo el país.
- Preparación de 8 fuentes de cesio-137 para control de activímetros.
- Calibración en emisión superficial de 4 fuentes para la Central Nuclear Atucha I.
- Realización de mediciones de contaminación radiactiva en muestras ambientales, entre ellas: agua, suelos, sedimentos y filtros de aire, incluidas muestras procedentes de instalaciones del Centro Atómico Ezeiza y de clientes externos.
- Establecimiento de líneas de base ambiental de radionucleidos gamma en el marco del Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental del Centro Atómico Bariloche, a efectos de detectar tendencias que podrían indicar futuros cambios significativos en el medio ambiente con motivo del cambio de enriquecimiento y elevación de potencia del reactor de investigación RA-6.
- Realización de auditorías internas de calibración de fuentes por métodos secundarios, calibración de activímetros y métodos absolutos de medición para puntos 4 y 5 de la Norma IRAM 301:2005.
- Auditoría por el Organismo Argentino de Acreditación al Laboratorio de Metrología de Radioisótopos para el mantenimiento de la acreditación para la calibración de fuentes por métodos secundarios y la calibración de activímetros.
- Participación en la intercomparación de concentración de actividad de agua tritiada organizada por el "Comité Consultatif des Rayonnements Ionisants – Section 2" del "Bureau International des Poids et Mesures" (BIPM).
- Participación en intercomparación de códigos de eficiencia para TDCR ("Triple-to-Double Coincidence Ratio Method") organizada por el Grupo de Trabajo de Centelleo Líquido del "International Committee for Radionuclide Metrology" (ICRM): análisis de la eficiencia en mediciones de una solución de tecnecio-99 realizadas por el "National Institute for Standards and Technology" (NIST).
- Participación periódica en calidad de miembro de la red ALMERA del Organismo Internacional de Energía Atómica en ensayos de aptitud e intercomparaciones de medición de actividad organizados por ese organismo internacional y otras instituciones y organismos.

### Proyecto Fuentes selladas de cesio-137

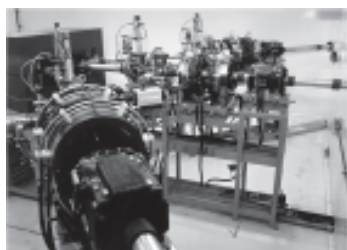
Su objetivo es lograr la construcción de fuentes selladas de cesios-137 para uso médico e industrial.

En 2009 se realizaron las siguientes actividades:

- Adquisición de equipamiento para el desarrollo de las fuentes selladas.
- Avances en la vitrificación del cesio-137.

### Aplicaciones de las radiaciones a la salud humana

La CNEA, desde sus etapas fundacionales, ha prestado particular atención a las aplicaciones de los radioisótopos y de las radiaciones ionizantes a la salud humana, tanto en el diagnóstico como en la terapia de las enfermedades, convirtiéndose en una firme y constante promotora de la medicina nuclear



Ciclotrón de Producción de Radioisótopos  
Centro Atómico Ezeiza



Producción del radiofármaco 18-FDG en  
ciclotrón - Centro Atómico Ezeiza

en el país. Prueba de ello es el decisivo rol que ha desempeñado en la creación, el desarrollo y/o el apoyo a la operación de:

- El Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas General San Martín.
- El Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto Oncológico Ángel H. Roffo.
- El Servicio de Radioterapia del Instituto Oncológico Ángel H. Roffo.
- La Escuela de Medicina Nuclear en la ciudad de Mendoza.
- El Centro de Diagnóstico Nuclear en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Un sector de la CNEA especializado en Física de la Radioterapia desarrolla sus actividades en el Servicio de Radioterapia del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo, prestando además colaboración a otros centros de radioterapia como los correspondientes servicios del Hospital de Pediatría J. P. Garrahan y del Hospital Municipal de Oncología María Curie.

Las características y las actividades más destacadas de las instituciones de medicina nuclear nombradas se detallan en el Capítulo 9 - “Empresas e Instituciones Asociadas y Vinculadas a la CNEA”.

### Dosimetría de radiaciones ionizantes

Las actividades desarrolladas en este campo en 2009 fueron:

- Mantenimiento de la reacreditación del servicio de calibración de dosímetros para radioterapia por el Organismo Argentino de Acreditación.
- Realización de 54 servicios de calibración de dosímetros para centros de radioterapia del país y países vecinos.
- En el nivel radioprotección, realización de 95 calibraciones y 13 irradiaciones calibradas en cesio-137, cobalto- 60 y rayos X de energías medias.
- Realización de 95 servicios de dosimetría para aplicaciones industriales de altas dosis.
- Aceptación del “Laboratorio de Dosimetría” de la CNEA, en su calidad de laboratorio nacional en la materia, como miembro observador en el Comité Consultivo para Radiaciones Ionizantes del Bureau Internacional de Pesas y Medidas.
- Continuación de la implementación del sistema de calidad en sus aspectos técnicos para las calibraciones de dosímetros para radioprotección, habiéndose efectuado la primera auditoría de diagnóstico.
- Comienzo de la implementación de un sistema de calidad según la Norma ISO/IEC 17025 en el sector dosimetría de altas dosis para la calibración de dosímetros usados en instalaciones de irradiación.
- Elaboración de un acuerdo específico con la Autoridad Regulatoria Nuclear para efectuar trabajos en dosimetría por resonancia paramagnética electrónica para emergencias radiológicas y en calibración de dosímetros en haces de neutrones.
- Participación del Laboratorio de Dosimetría de Altas Dosis en el proyecto de cooperación técnica regional en el marco del Acuerdo ARCAL RLA/8/046 “Establecimiento del control de calidad para el proceso de irradiación industrial”, que tiene como objetivo establecer y fortalecer los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad del proceso de irradiación facilitando a los países de la región la preparación y adopción de sistemas de gestión de calidad en los procesos de irradiación basados en estándares internacionales.
- Inició de un proyecto sobre verificación dosimétrica para radioterapia en campos irregulares, en el marco de un Proyecto Coordinado de Investigación del Organismo Internacional de Energía Atómica “Development of Quality Audits for Radiotherapy Dosimetry for Complex Treatment Techniques”, cuyo propósito es extender el alcance de las actividades que llevan a cabo los grupos nacionales para verificaciones externas de dosis en radioterapia mediante dosímetros termoluminiscentes, a fin de aplicarlas a campos irregulares y a campos pequeños, que son relevantes en la radioterapia moderna.
- Participación en la reunión del Comité Técnico para Radiaciones Ionizantes del Sistema Interamericano de Metrología celebrada en el Instituto de Radioprotección y Dosimetría de la Comisión Nacional de Energía Nuclear del Brasil, en la que se acordó la realización de comparaciones dosimétricas en el marco del “Acuerdo de reconocimiento mutuo entre Laboratorios Nacionales de Metrología”.

### Proyecto Ciclotrón de pie de hospital

Su objetivo es la construcción de un ciclotrón de pie de hospital para la producción de radioisótopos de período de semidesintegración ultracorto utilizados en tomografía por emisión de positrones.

En 2009 se realizaron las siguientes actividades:

- Completamiento de la primera parte de la adquisición de equipamiento electrónico.
- Adquisición de parte de los componentes para la ventilación del ciclotrón.



Centro de Diagnóstico Nuclear  
Tomógrafo por emisión de positrones  
combinado con tomógrafo helicoidal  
(PET/CT)



Centro de Diagnóstico Nuclear  
Ciclotrón

### Proyecto Tomógrafo por emisión de positrones

Su objetivo es la construcción de un tomógrafo por emisión de positrones para uso clínico. En 2009, en el marco del cronograma establecido, se logró un avance físico del 17%, habiéndose completado el diseño y la construcción de 2 de los 6 cabezales del equipo. Con ello se ha logrado un grado de avance acumulado del orden del 50%.

### Proyecto Terapia por captura de neutrones en boro (BNCT)

Su objetivo es desarrollar la tecnología, las instalaciones y los estudios científicos y médicos para implementar la investigación clínica del tratamiento en seres humanos. En el proyecto participa personal de los tres Centros Atómicos de la CNEA, de la Universidad Nacional de San Martín, del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo para la investigación clínica BNCT en pacientes con melanoma en extremidades y de metástasis hepáticas de cáncer colorrectal, de diversos centros médicos para el estudio clínico de aplicación BNCT en cáncer intratable de tiroides, de la Fundación Favaloro para el desarrollo de la aplicación BNCT en tumores de pulmón y de estudios "eco-doppler" e INVAP para el desarrollo de la termografía infrarroja dinámica para el seguimiento no invasivo de pacientes de melanoma tratados por BNCT.

Se cuenta con un subsidio del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva para el desarrollo de la aplicación de BNCT en pacientes, que facilita el desarrollo de los tratamientos que se realizan en el reactor de investigación RA-6 del Centro Atómico Bariloche.

Durante 2009 se mejoraron las condiciones para el tratamiento de los pacientes, se profundizaron estudios para otras aplicaciones BNCT y se consolidaron las líneas de investigación y desarrollo en curso. Asimismo, se comenzaron las actividades de organización del XIV Congreso Internacional de Terapia por Captura Neutrónica a realizarse en Buenos Aires del 25 al 29 de octubre de 2010.

Entre las actividades desarrolladas en 2009 en el marco de este proyecto cabe destacar las siguientes:

#### Aspectos clínicos

- Aprobación por la Autoridad Regulatoria Nuclear del informe presentado sobre las tareas de ampliación de la facilidad del reactor R-6 para BNCT.
- Completamiento de la ampliación de la sala de irradiación BNCT en el reactor RA-6.
- Rediseño del filtro del haz clínico.
- Continuación de los estudios de un prototipo de "sistema láser y visualización simultánea" para lograr el "beam's eye view" en el haz clínico del reactor RA-6.

#### Radiobiología: Estudios para aplicaciones en BNCT

Líneas celulares de melanomas humanos y estudios in "vivo"

- Conclusión de las irradiaciones neutrónicas y gama de 3 líneas celulares de melanomas humanos y cálculo de las eficiencias biológicas relativas de neutrones (RBE) y del compuesto (CBE) para borofenilalanina (BPA).
- Estudios para caracterizar el perfil de expresión de diversas proteínas implicadas en la captación de BPA en las células tumorales.
- Estudios sobre la regulación de BPA de líneas celulares de melanoma humano, observándose que con el agregado de adenosín monofosfato cíclico se incrementó la captación de boro.
- Iniciación de la implantación de células de melanoma en ratones nude, realizándose estudios de biodistribución, crecimiento tumoral e histología.

Aplicación al cáncer de tiroides

- Estudio de la biodistribución de BPA en líneas celulares de tiroides de distinto grado de malignidad que mostró una captación sensiblemente mayor para carcinoma papilar y folicular que para las células normales, similarmente al resultado de los modelos animales con estas líneas implantadas en ratones NIH nude. Ambos datos son promisorios para la aplicación de BNCT en pacientes.
- Estudio de los cambios en la expresión de proteínas reguladoras del ciclo celular a distintos tiempos post irradiación BNCT que mostró un posible rol clave de proteínas específicas en la coordinación de la reparación con la progresión en el ciclo y la muerte celular.
- Realización de irradiaciones de células de tiroides con idolactona, inhibidor de la función tiroidea, encontrándose un efecto radiosensibilizador para BNCT.

Cáncer oral en la bolsa de la mejilla del hamster

- Ensayo de protocolos de tratamiento de BNCT y demostración de su eficacia a nivel de control tumoral y minimización de efectos radiotóxicos asociados.
- Demostración del efecto inhibitorio de BNCT sobre el desarrollo de tumores a partir de tejido precanceroso sin exceder la radiotolerancia del tejido normal y del tejido precanceroso.



Terapia por captura neutrónica en boro (BNCT) - Sala de irradiación de paciente en reactor RA-6  
Centro Atómico Bariloche

**Metástasis hepáticas en rata**

- Demostración de un efecto de BNCT terapéutico significativo “in vivo” sobre tumor sin exceder la radiotolerancia del tejido sano, seleccionando las condiciones más ventajosas a partir de estudios de biodistribución para diferentes protocolos y compuestos borados.

**Artritis reumatoidea en rata**

- Iniciación del estudio de un modelo de artritis reumatoidea en rata

**Autoradiografía**

- Completamiento de la calibración del número de trazas en el detector por unidad de superficie en función de la concentración de boro para diversos flujos neutrónicos del haz térmico del reactor RA-3, utilizando el sistema patrón de cajas contenedoras de ácido bórico enriquecido en solución acuosa de concentración conocida.
- Iniciación de las determinaciones de distribución de boro en tejido tumoral y avances en el desarrollo de la visualización simultánea de trazas nucleares y cortes de tejido.
- Avances en el desarrollo de un programa en “Visual Basic” por el cual se puede calcular teóricamente el número esperado de trazas por unidad de área para cada sistema en las condiciones estudiadas.

**Dosimetría computacional**

- Desarrollo de un modelo computacional MCNP simplificado del haz de neutrones del reactor RA-3 y validación del mismo con experimentos biológicos y clínicos, que reproduce los valores experimentales en todos los casos analizados con una diferencia menor al 10%.
- Continuación de los estudios de la configuración óptima para la irradiación de pulmón de oveja en el reactor RA-3.
- Comienzo de la simulación computacional y la planificación de tratamientos en BNCT con aceleradores.

**Termografía infrarroja para el seguimiento de pacientes**

- Desarrollo de un prototipo para aplicación de estímulo frío como método no invasivo para estudios de termografía infrarroja dinámica en pacientes de cáncer.
- Iniciación del estudio de termografía infrarroja dinámica en animales pequeños.

**Instrumentación**

- Optimización de la sensibilidad térmica de detectores neutrónicos autoenergizados tipo SPND empleados para la medición local del flujo neutrónico sobre pacientes.

**Difusión y recursos humanos**

- Realización de un ciclo de seminarios mensuales “BNCT y más allá”.
- Realización de un “Taller de terapia para el cáncer con partículas” en el Instituto de Oncología Ángel H. Roffo con una asistencia superior a las 80 personas.
- Elaboración de 10 publicaciones internacionales, 2 artículos nacionales, 9 presentaciones en congresos internacionales y 22 en congresos nacionales.

## Aplicaciones industriales de las radiaciones

**Servicios de irradiación**

La Planta de Irradiación Semi Industrial (PISI) ubicada en el Centro Atómico Ezeiza brinda servicios de asesoramiento y procesamiento de productos por radiaciones ionizantes a clientes externos e internos de la Institución.

En el 2009 se procedió a la recarga de la fuente de radiación de la planta, ascendiendo la actividad de cobalto-60 instalada al 15 de julio de ese año a 655.254 Ci). Asimismo, se dio comienzo al proyecto de modernización del sistema de transporte dinámico y sistemas asociados. También se finalizó la segunda etapa del proyecto de implementación en la PISI de la futura norma internacional ISO 26000 de Responsabilidad Social.

En la PISI se procesan habitualmente diversos tipos de productos, tales como:

- Productos biomédicos descartables, equipos quirúrgicos y odontológicos, prótesis, huesos y piel provenientes de bancos de tejidos de hospitales nacionales y del exterior, envases, suero bovino, productos farmacéuticos y material de laboratorio – entre otros - para su esterilización por radiación.
- Alimentos, productos veterinarios, alimento para mascotas, insumos para bioterios, material apícola y productos cosméticos para descontaminación.
- Muestras enmarcadas dentro de diversos proyectos y estudios precomerciales.

En 2009 la PISI estuvo sin brindar servicios de irradiación durante 7 meses y brindándolos en forma parcial durante otros 2 meses, en razón de los importantes trabajos de mantenimiento y modernización antes detallados que demandaron 2.112 horas. Por ello, las horas netas de irradiación en el año fueron sólo 425, habiéndose totalizado 356 servicios de irradiación a clientes externos e internos.

Además, en 2009 la Planta continuó participando en la elaboración de normas ISO e IRAM relacionadas con buenas prácticas de irradiación y control de proceso. También participó en el proyecto de cooperación



Planta de Irradiación Semi Industrial  
Centro Atómico Ezeiza



Planta de Irradiación Semi Industrial  
Centro Atómico Ezeiza

técnica regional en el marco del Acuerdo ARCAL RLA/8/046 “Establecimiento del control de calidad para el proceso de irradiación industrial”.

### Identificación de productos irradiados

El objetivo de esta actividad es poner a disposición de las autoridades reguladoras y fiscalizadoras del país métodos de detección de productos sometidos a la acción de radiaciones ionizantes.

El Laboratorio de Identificación de Productos Irradiados cuenta con 3 técnicas puestas a punto



Identificación de alimentos irradiados  
Laboratorio de Efluentes y Productos  
Irradiados - Centro Atómico Ezeiza

- Métodos químicos:
  - Para productos con alto contenido graso mediante cromatografía gaseosa/ espectrometría de masa. Productos irradiados: huevo líquido, semilla de manzana fresca y hamburguesa.
  - Ensayo del cometa. Este método evalúa la fragmentación producida en el ADN de productos tratados con radiación ionizante mediante electroforesis en microgel de células o núcleos individuales. Producto irradiado: manzanas frescas.
- Métodos físicos:
  - Método de detección por espectrometría en el infrarrojo por transformadas de Fourier. Producto irradiado: materiales de polietileno.
  - Método de detección por espectroscopia de resonancia paramagnética electrónica. Productos irradiados: papel (celulosa) y hueso.
- Métodos biológicos:
  - Método de identificación de productos descontaminados por irradiación mediante el estudio del perfil microbiano post-tratamiento por la técnica de epifluorescencia directa con recuento en placa de aerobios (DEFT/APC). Productos irradiados: especias deshidratadas.

En 2009 se emitieron aproximadamente 3.100 certificados de “no contaminación radiactiva en alimentos”.

### Tratamiento cuarentenario de frutas mediante la aplicación de radiaciones gamma



Tratamiento cuarentenario  
Irradiación piloto de naranjas

El objetivo de esta actividad es establecer las condiciones óptimas de irradiación y la elaboración del protocolo del proceso de control cuarentenario de frutas mediante la aplicación de radiaciones gamma. Durante el 2009 se continuó la ejecución del proyecto de cooperación técnica con el Organismo Internacional de Energía Atómica ARG/5/01 “Uso de las radiaciones ionizantes como tratamiento fitosanitario de frutas frescas”, en forma conjunta con el Servicio Nacional de Sanidad Animal, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, en cuyo marco se estudió la irradiación de arándanos (7 variedades), peras (pakham triumph) y manzanas (red delicious). Las plagas cuarentenarias que se pretenden controlar son las moscas de los frutos (*C. capitata* y *A. fraterculus*) en arándanos y la carpocapsa (*C. pomonella*) en peras y manzanas. Asimismo, se inició el Contrato Investigación con el Organismo Internacional de Energía Atómica IAEA-RC 15641 “Tratamiento cuarentenario por radiación gamma de diferentes grupos de artrópodos”.

En relación con este tema se elaboró para el Ministerio de Salud de la Nación un proyecto para el “Programa nacional para el control del mosquito vector del dengue”, y se brindó asesoramiento en la confección de un proyecto para el control de moscas de los frutos en la provincia de Misiones, en cuyo marco se inició el diseño de un irradiador gamma para pupas.

## ÁREA SEGURIDAD NUCLEAR Y AMBIENTE

### Seguridad y salvaguardias

Las actividades en este campo tienen por finalidad el cumplimiento por la CNEA de sus competencias y obligaciones legales en materia de protección radiológica, seguridad nuclear, seguridad física de materiales e instalaciones nucleares y de fuentes radiactivas, transporte seguro de materiales radiactivos, higiene y seguridad en el trabajo y de aplicación de salvaguardias.

#### Seguridad

### Protección radiológica y seguridad nuclear

El objetivo principal de la CNEA como Entidad Responsable frente al organismo de control en materia de seguridad, la Autoridad Regulatoria Nuclear, es velar por la salud de los trabajadores profesionalmente expuestos y del público en general. A tal fin dispone de un sistema que permite verificar el cumplimiento efectivo de las normas y los requerimientos regulatorios en cada una de las instalaciones.

Con tal propósito la CNEA, a través de un organismo central de seguridad radiológica y nuclear trabajando junto con unidades de seguridad de los tres Centros Atómicos, dirige sus esfuerzos en procura de:

- Mejorar la formación de recursos humanos mediante capacitación y entrenamiento.
- Reemplazar el equipamiento existente por uno más moderno o de última tecnología.

- Propiciar las medidas necesarias para lograr el transporte seguro del material radioactivo, el licenciamiento del personal y la licencia de las instalaciones.

Respondiendo a las normativas vigentes en materia de seguridad en la operación de las instalaciones radiactivas se ejecutan planes de monitoreo radiológico de los trabajadores e instalaciones y se verifica el cumplimiento de los límites de descarga autorizados, la efectividad de los planes de emergencia y el cumplimiento de las normas y de la Documentación Mandatoria, de conformidad con las Licencias de Operación respectivas emitidas por la Autoridad Regulatoria Nuclear.

En el Laboratorio de Dosimetría Externa e Irradiación del Centro Atómico Constituyentes y el Servicio de Dosimetría Externa del Centro Atómico Bariloche se realizan mediciones dosimétricas al personal ocupacionalmente expuesto mediante diferentes técnicas, siendo la más utilizada la dosimetría individual con detectores termoluminiscentes a la exposición externa (radiación beta, x, gamma y neutrónica).

En el Laboratorio de Dosimetría Personal y de Áreas del Centro Atómico Ezeiza se realiza la medición de actividad en excretas humanas del personal profesionalmente expuesto debida a potenciales incorporaciones de material radiactivo y, además, se llevan a cabo mediciones de actividad en muestras de agua de cisternas y piezómetros de ese Centro Atómico.

En 2009 se continuó con el programa institucional de adquisición de equipamiento oportunamente aprobado, proveyéndose equipos a las Unidades de Seguridad de los Centros Atómicos (principalmente medidores de radiación y dosímetros personales). Asimismo, se fortalecieron los laboratorios de dosimetría interna y externa, adquiriendo equipamiento y reorganizando el sistema de dosimetría personal y de área de la Institución. A tal efecto, se desarrolló e implementó a nivel piloto un sistema de información por red de dosimetría externa que permite el conocimiento y consulta a las instalaciones y Unidades de Seguridad de las dosis del personal. Además, se continuó el monitoreo rutinario en las diversas instalaciones que trabajan con material radiactivo o nuclear, a efectos de realizar el control radiológico del personal profesionalmente expuesto y la verificación del cumplimiento de las normas.

El laboratorio de Dosimetría Personal y de Área realizó 3.000 análisis de muestras ambientales, de área y biológicas (correspondiente al personal involucrado en el ciclo de combustible nuclear, tanto de la CNEA como de la empresa CONUAR S.A.). Así mismo tuvo a su cargo la emisión del informe dosimétrico mensual de yodo-131 en tiroides del personal de la Planta de Producción de Radioisótopos.

Se continuó también con la prestación de servicios a terceros en la determinación de uranio y emisores alfa y beta en muestras ambientales de agua, suelo y sedimento. En el mismo marco de prestación de servicios se desarrolló e implementó un nuevo porta dosímetro personal de cristales termoluminiscentes para poder reemplazar gradualmente a los existentes. Se espera comenzar el estudio de los mismos en el Centro Regional de Referencia en Dosimetría en 2010.

En 2009 los Laboratorios de Dosimetría realizaron ejercicios de intercomparación, obteniendo muy buenos resultados. El Laboratorio de Dosimetría Personal y de Área participó en una intercomparación "Medición de yodo-131 en tiroides" auspiciado por el Programa del Acuerdo ARCAL. El Laboratorio de Dosimetría Externa participó, como lo viene haciendo regularmente, en el "Ejercicio de Intercomparación de Dosímetros Personales" realizado por la Autoridad Regulatoria Nuclear en colaboración con la CNEA y con el sector de Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de la Nación.

En el marco del apoyo a los Centros Atómicos en la elaboración e implementación de sus respectivos planes de monitoreo radiológico, el Laboratorio de Dosimetría Personal y de Área brindó asistencia al Centro Atómico Bariloche en la medición de muestras ambientales, debiendo en algunos casos desarrollar técnicas analíticas de medición de radionucleidos.

En 2009 la CNEA fue aceptada como participante en el Centro Internacional de Seguridad Sísmica del Organismo Internacional de Energía Atómica y designada "Punto de Contacto Nacional" a efectos de las actividades relacionadas. Los eventos externos que afectan la seguridad de las instalaciones nucleares, entre ellos los riesgos sísmicos, constituyen aspectos determinantes para la selección y evaluación de sitios de emplazamiento de las mismas y en el diseño y mejora de las instalaciones. En octubre de ese año se desarrolló en Buenos Aires el primer "Taller Regional de expertos en asuntos sísmicos", organizado en conjunto por la CNEA y el Organismo Internacional de Energía Atómica, que involucró a un nutrido y calificado grupo de expertos de una amplia gama de disciplinas e instituciones técnicas y científicas relacionadas, sentándose las bases para futuras actividades. En tal sentido se creó un espacio específico en la página web de la CNEA a efectos de favorecer la coordinación de reuniones y el intercambio de información y actualizaciones entre los expertos.

### **Seguridad en la gestión de los desechos radiactivos y del combustible gastado**

Desde el inicio de sus actividades en el campo de los usos pacíficos de la energía nuclear la Argentina ha llevado a cabo la gestión de los desechos radiactivos y de los combustibles gastados generados en el país con los más elevados estándares de seguridad. Este compromiso está encuadrado en un marco legal que se integra con las disposiciones de la Constitución Nacional y con la normativa dictada por el Honorable



Protección radiológica - Inspectores con indumentaria de protección

Congreso de la Nación: la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley N° 24.804) y la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley N° 25.018).

El interés y la atención prestados a los desechos radiactivos se puso de manifiesto una vez más cuando la Argentina firmó el 19 de diciembre de 1997 la “Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos” (Convención Conjunta), ratificándola el 31 de julio de 2000 mediante la promulgación de la Ley N° 25.279. La Convención Conjunta representa el más elevado compromiso político de sus Partes Contratantes con la comunidad internacional para la gestión de sus desechos radiactivos y sus combustibles gastados de manera tal de garantizar la seguridad del público y del ambiente. La adhesión a los preceptos de la Convención Conjunta conlleva mantener un alto grado de seguridad en el manejo del combustible gastado y de los desechos radiactivos, de manera que en todas sus etapas de gestión existan medidas eficaces contra los riesgos radiológicos potenciales.

La Convención Conjunta exige que las Partes Contratantes mantengan reuniones periódicas con el propósito de examinar los informes nacionales relativos a las medidas que cada Estado toma para la aplicación de la Convención. La CNEA, en su carácter de autoridad de aplicación de la Ley N° 25.018, elaboró, presentó y defendió los informes nacionales correspondientes a la 1ra. Reunión de las Partes Contratantes, celebrada en noviembre 2003, a la 2da. Reunión de dichas Partes, celebrada en mayo de 2006, y a la 3ra. Reunión de las Partes Contratantes que se celebró en mayo de 2009. Para la elaboración de los referidos informes contó con los aportes de la Autoridad Regulatoria Nuclear y la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. en los aspectos de sus respectivas competencias.

### **Emergencias y seguridad física**

El objetivo principal de la CNEA en este campo es coordinar y promover las actividades necesarias para la actualización y mejora de los dispositivos, el equipamiento y la infraestructura requeridos para afrontar las emergencias radiológicas y convencionales en sus diferentes emplazamientos, así como las acciones destinadas a mejorar, adecuar o implementar sistemas de seguridad física en las instalaciones relevantes operadas por la Institución.

En 2009 se continuaron en los Centros Atómicos las acciones tendientes a mejorar la atención de situaciones potenciales de emergencia mediante la puesta en práctica de procedimientos de evacuación, señalización y mejoras en las vías de escape y comunicación. Así mismo, se concretaron los simulacros previstos en los Planes de Emergencia. También se procuraron mejoras en materia de seguridad física de materiales e instalaciones nucleares.

### **Seguridad e higiene en el trabajo**

El propósito de esta actividad es evitar o disminuir los accidentes laborales en el ámbito de la CNEA, tanto para su personal como para el personal de empresas contratistas que presten servicios en jurisdicción de la misma. Las premisas básicas de la misma pueden sintetizarse en:

- Proteger la vida y preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores.
- Prevenir, reducir, eliminar y aislar los riesgos en los distintos puestos de trabajo.
- Estimular y desarrollar una actividad positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

La disminución de situaciones accidentales en los puestos de trabajo es posible conociendo anticipadamente los riesgos y disponiendo de los procedimientos adecuados para afrontarlos.

En 2009 se continuó con el plan de mejoras en las condiciones laborales en el marco del programa previsto para tal fin y se instrumentó un más efectivo control en cuanto al cumplimiento de las exigencias impuestas por la normativa vigente.

### **Salvaguardias**

En el marco del Acuerdo de Salvaguardias amplio firmado por nuestro país con el Organismo Internacional de Energía Atómica, la Agencia Brasileña Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC) y la República Federativa del Brasil (Acuerdo Cuatripartito), las instalaciones nucleares argentinas están sometidas a inspección internacional. Por otra parte, la Argentina a suscripto y ratificado el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina y el Caribe (Tratado de Tlatelolco) y ha adherido al Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares.

La Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley N° 24.804), reguladora de la actividad nuclear en el país, establece que “en la ejecución de la política nuclear se observarán estrictamente, las obligaciones asumidas por el país en relación con los aspectos de proliferación nuclear”. En ese contexto y con el fin de mantener actualizados los inventarios de material nuclear, las instalaciones de la CNEA cumplimentan un sistema de

registros e informes periódicos referidos a ese material. Sobre la base de los cambios en los registros contables y operacionales, se envían informes contables a la Autoridad Regulatoria Nuclear, a la Agencia Brasileña Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares y al Organismo Internacional de Energía Atómica.

En el marco legal del Sistema de Salvaguardias internacional vigente, a finales de la década del noventa el Organismo Internacional de Energía Atómica aprobó la adopción de nuevas medidas para mejorar la aplicación de los procedimientos correspondientes a los llamados acuerdos de salvaguardias amplias (como el cuatripartito antes mencionado) a fin de incrementar su eficacia como instrumentos detectores de eventuales desvíos hacia fines bélicos de materiales nucleares declarados por los Estados y sujetos a ese tipo de acuerdos. Dichas mejoras tienen carácter vinculante para todos los Estados con acuerdos de salvaguardias amplias vigentes. En el orden nacional esas mejoras han sido ya adecuadamente implementadas. En mayo de 1997 la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica aprobó el texto de un nuevo documento jurídico internacional vinculante, caracterizado como protocolo adicional a los acuerdos de salvaguardias amplias vigentes, cuyo objetivo es ampliar las facultades de verificación que a ese organismo internacional otorgan los nombrados acuerdos, a fin de que pueda verificar la existencia de actividades nucleares no declaradas por los Estados partes en tales acuerdos. Ese protocolo exige una declaración descriptiva y exhaustiva por parte de los Estados que adhieran a él de todas sus actividades, instalaciones y materiales nucleares, y otorga el derecho de acceso a los inspectores del nombrado organismo internacional a lugares no sometidos a los acuerdos de salvaguardias amplias originales, y a realizar monitoreo ambiental en procura de detectar instalaciones y actividades nucleares no declaradas vinculadas al desarrollo de armas nucleares. La CNEA se está preparando para el caso que el Gobierno Nacional decida suscribir el Protocolo Adicional.

En 2009 la CNEA continuó el cumplimiento rutinario de las actividades que le corresponden en función de los acuerdos de salvaguardias concertados por el país. Facilitó personal e inspectores para desempeñar tareas en la ABACC y participó en la elaboración de proyectos conjuntos con la República Federativa del Brasil con el propósito de que ambos países dispongan de laboratorios analíticos acreditados con fines de salvaguardias.

## Preservación del ambiente y de la calidad de vida

### Gestión Ambiental

La CNEA desarrolla todas sus actividades con una actitud responsable respecto del cuidado del ambiente y de la preservación de los recursos naturales, reconociendo que la actividad nuclear debe ser sustentable de manera que satisfaga las necesidades y aspiraciones de la generación presente sin comprometer las de las futuras. Para ello aplica prácticas seguras y ambientalmente concebidas para que en todos los procesos existan medidas eficaces contra los riesgos potenciales, a fin de proteger a las personas, a la sociedad y al ambiente.

En el año 2003 la CNEA hizo explícita su política ambiental a través de una “Declaración de Política Ambiental” que establece, en el marco normativo vigente, los siguientes objetivos:

- Mejorar la situación existente en los sitios de la CNEA, protegiendo a los trabajadores, al entorno cercano y al público en general.
- Capacitar e involucrar al personal en lo que respecta al cuidado responsable del ambiente.
- Implementar y mantener un sistema de gestión ambiental, integrando sus principios a las actividades de la CNEA y a los procesos de planificación estratégica y de toma de decisiones.
- Fijar objetivos claros y metas factibles y establecer los correspondientes indicadores de gestión que conduzcan a un mejoramiento continuo del desempeño ambiental en su área de incumbencia, verificando su logro mediante auditorías ambientales.
- Elaborar programas y planes de prevención, manejo y control de incidentes, accidentes o emergencias ambientales y generar los registros correspondientes.
- En todo nuevo proyecto o actividad evaluar los impactos ambientales, indicando y llevando a cabo las medidas adecuadas para maximizar los beneficios y evitar, corregir o minimizar los riesgos.
- Difundir los conocimientos y tecnologías surgidas del cumplimiento de las misiones y funciones de la CNEA que puedan tener aplicación para mejorar el desempeño ambiental de las empresas y la sociedad.
- Establecer y verificar criterios ambientales para los proveedores y contratistas, acordes con los lineamientos de esta política ambiental.
- Comunicar e informar periódicamente los logros ambientales alcanzados.
- Evaluar periódicamente el cumplimiento de esta política y revisarla cuando fuere necesario.
- Difundir esta política a todo el personal y ponerla a disposición de la sociedad.

En el marco de su Política Ambiental la CNEA aprobó, en diciembre de 2008, su Manual de Sistema de Gestión Ambiental (MA-PR-01-GASNyA-GAA/r0). El Manual establece los objetivos y las metas, determina la

estructura funcional y asigna las responsabilidades que, en materia ambiental, corresponden a cada uno de los actores y sectores de la Institución. Como resultado, la Gestión Ambiental de la CNEA se realiza bajo la modalidad de la responsabilidad repartida y compartida entre un organismo principal en materia ambiental y los Centros Atómicos, sitios y sectores que la integran.

En este campo, en 2009 se desarrollaron en la CNEA las siguientes actividades de carácter general:

- *Elaboración del Informe Anual del Sistema de Gestión Ambiental correspondiente al año 2009, exponiendo los logros, las necesidades de la gestión y las oportunidades de mejora, considerando la totalidad de los sitios de la CNEA.*
- *Ejecución de auditorías ambientales en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, el Complejo Minero Fabril San Rafael, el Centro Atómico Bariloche y el Proyecto CAREM. Asimismo, se auditó la gestión de los residuos peligrosos del Centro Atómico Ezeiza*
- *Incorporación de nuevos profesionales con dedicación ambiental específica, otorgándose además continuidad al proceso de capacitación del personal.*
- *Implementación, en colaboración con los Centros Atómicos y sitios, del Sistema de Gestión Ambiental, incluyendo el reconocimiento de la situación ambiental y la ejecución de actividades de monitoreo de agua superficial, suelo y aire.*
- *Capacitación de 168 agentes de la Institución en los siguientes temas: introducción a las problemáticas ambientales, monitoreo de aguas superficiales, auditoría ambiental, legislación ambiental, línea de base y evaluación de impacto ambiental.*
- *Aprobación, entre otros, de los siguientes instructivos e informes técnicos:*
  - *Análisis de riesgo ambiental asociado a la construcción del dique de efluentes DN 3b del Complejo Minero Fabril San Rafael.*
  - *Proyecto Requisitos ambientales para actividades de exploración en Laguna Sirven, provincia de Santa Cruz.*
  - *Evaluación interna de los Informes de Impacto Ambiental de las actividades de prospección y exploración minera.*
  - *Proyecto Procedimiento Normativo de baja de bienes en condición de rezago -controles previos en materia ambiental.*
  - *Modelo de encuesta de Percepción Social sobre la actividad minera en general.*
  - *Proyecto Requisitos Ambientales para las obras a licitar en el Laboratorio para Ensayos Post Irradiación del Centro Atómico Ezeiza y Requisitos para el estudio de impacto correspondiente.*
  - *Proyecto Pliego de Condiciones para remediación del sitio donde se construirá el CAREM.*
  - *Proyecto Requisitos Ambientales para las actividades de perforaciones a licitar en el Distrito Uranífero Pichiñán Norte.*
- *Desarrollo de términos de referencia para los Estudios de Impacto Ambiental de las actividades mineras.*
- *Ejecución de encuestas con el fin de percibir los conocimientos previos del personal respecto de la temática ambiental y orientar el proceso de capacitación en curso de ejecución.*
- *Desarrollo del Programa de Gestión correspondiente e inscripción ante el Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos para la gestión de los mismos y seguimiento de los trámites correspondientes al Registro Nacional de Poseedores de PCB's.*
- *Realización de muestreos de agua y sedimentos en lagunas de la provincia de Buenos Aires, en cooperación con la Universidad Nacional del Centro de esa provincia.*
- *Presentación de trabajos de las actividades de monitoreo, auditorías, legislación y comunicación ambientales en la "XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear".*

Además, en los Centros Atómicos y sitios de la CNEA se desarrollaron en 2009 las siguientes actividades:

#### **Centro Atómico Bariloche**

- *Realización del Plan Director para el Ordenamiento Territorial incluyendo pautas ambientales generales para la ocupación del mismo.*
- *Dictado de seminarios destinados a la implementación del Sistema de Gestión Ambiental de la CNEA.*
- *Realización y ejecución de un plan de acción de medidas correctivas en respuesta a los resultados del Programa de Auditoría ejecutado.*
- *Mejoramiento funcional del digestor anaeróbico Imhoff y realización de trabajos para la conexión de la red cloacal interna, independiente de la red pluvial, al colector municipal.*
- *Identificación de coníferas exóticas de gran porte para apeo y reemplazo por especies nativas, con el asesoramiento y la autorización de la Dirección Provincial de Bosques de la provincia de Río Negro.*
- *Incorporación en los pliegos de obras por contratistas de las condiciones para la gestión de residuos de obras, rezagos y chatarras.*

- Gestión de los residuos sólidos urbanos por el Municipio de San Carlos de Bariloche e inicio de actividades de clasificación de residuos con participación de recicladores locales.
- Evaluación y registro del consumo de agua potable, gas natural y energía eléctrica.

#### **Centro Atómico Constituyentes**

- Gestión de residuos peligrosos remanentes de actividades anteriores.
- Seguimiento y control del desempeño ambiental de empresas contratistas que desempeñan sus actividades en el sitio.
- Establecimiento, como campaña interna, de la separación y el reciclado de residuos sólidos urbanos y la separación de aceite vegetales de los comedores.
- Desarrollo de actividades para la gestión de los equipos con PCBs.

#### **Centro Atómico Ezeiza**

- Realización del monitoreo de aguas superficiales de los arroyos Aguirre y El Palo que lo atraviesan.
- Ejecución de estudios de la línea de situación ambiental del predio.
- Identificación de residuos anteriores, relevamiento de los residuos peligrosos generados y realización del acondicionamiento del depósito transitorio.
- Capacitación en gestión de residuos peligrosos de personal responsable de instalaciones.
- Realización de nuevos muestreos de aceite de los transformadores en uso e identificación y señalización de los que, de acuerdo con la legislación vigente, deben ser considerados con PCBs.
- Incorporación de un técnico con dedicación ambiental exclusiva y capacitación continua del personal.
- Ejecución de vigilancia radiológica y ambiental y de monitoreo de material particulado en el Área de Gestión de Residuos Radiactivos.

#### **Complejo Tecnológico Pilcaniyeu**

- Realización y ejecución de un plan de acción de medidas correctivas en respuesta a los resultados del programa de auditoría ejecutado y por asesoramientos técnicos.
- Realización de cursos de capacitación y concientización ambiental.
- Realización del monitoreo de aguas superficiales de Río Picheleufú y arroyos afluentes.
- Monitoreo de efluentes cloacales.

#### **Complejo Minero Fabril San Rafael**

- Elaboración de lineamientos para la gestión ambiental de los contratistas y del informe "Análisis de riesgos asociados a la construcción del dique de efluentes DN3b".
- Mejoramiento de las condiciones de almacenamiento de material de rezago y de lubricantes y combustibles.
- Continuación de la gestión de residuos de la minería en disposición transitoria como precipitados sólidos, estériles y marginales de minería.
- Ejecución de las actividades del Sistema de Monitoreo incluyendo aguas superficiales y subterráneas.
- Capacitación del personal en estudios de impacto ambiental, legislación y auditorías ambientales.

#### **Sitio Lima-Zarate**

- A efectos del establecimiento de una línea de situación ambiental previa al inicio de la construcción del prototipo del reactor CAREM, realización de muestreos de aguas subterráneas para determinar parámetros ambientales radioquímicos, físicoquímicos y microbiológicos y monitoreo de los suelos.
- Identificación y remediación de pasivos ambientales de actividades anteriores y gestión de residuos peligrosos a través de terceros habilitados.
- Gestión de las inscripciones correspondientes ante la Autoridad de Aplicación Nacional y Provincial (Generador Eventual de Residuos Peligrosos, Poseedor de PCBs) para la gestión de los referidos pasivos ambientales.

#### **Áreas mineras**

- Presentación ante la autoridad de aplicación de la provincia del Chubut de los siguientes informes de impacto ambiental:
  - Ampliación del informe de actividades de sondeo de los yacimientos del Distrito Uranífero Pichiñán Este.
  - Actualización 2009 para exploración del Distrito Uranífero Pichiñán Este.
  - Actualización 2009 para la etapa de prospección del Cateo Cerro Chivo.
  - Presentación 2009 para la etapa de prospección del Cateo Cerro de la Virgen.
  - Actualización para la etapa de prospección del Cateo La Meseta.
  - Actualización para la etapa de prospección del Cateo Mirasol Chico.

- Actualización para la etapa de prospección del Cateo El Cruce.
- Actualización para la etapa de prospección del Cateo Sierra Cuadrada Norte.
- Presentación ante la autoridad de aplicación de la provincia de Salta de los siguientes informes de impacto ambiental:
  - Ampliación para la etapa I de exploración de los Cateos Saladillo-Angostura-Piedra Colorada-Santa Rosa y Huaico Hondo .
  - Ampliación para la etapa de exploración del Cateo Saladillo.
- Presentación ante la autoridad de aplicación de la provincia de Catamarca de los siguientes informes de impacto ambiental:
  - Ampliación para la etapa I de exploración de Istataco.
  - Ampliación para la etapa de exploración de los Cateos Antinaco, Real Grande, San Buenaventura, El Portezuelo, Aguada del Mediano y Cerro La Hoyada.
- Realización de las actividades que se detallan en las siguientes Delegaciones Regionales:
  - Regional Noroeste:
    - Informe sobre verificación del estado del Sistema de Gestión Ambiental.
    - Establecimiento de la línea de base social del Cateo Vaquería.
    - Caracterización arqueológica del área de los proyectos de cateos San Buenaventura e Istataco.
  - Regional Centro:
    - Realización de actividades para el establecimiento de la línea de base ambiental de agua y sedimentos, incluyendo medición de niveles piezométricos del área de influencia del Cateo Los Donatos, Sierra de Velasco, provincia de La Rioja.
  - Regional Patagonia:
    - En la provincia del Chubut:
      - Ejecución de mejoras en el Campamento Los Adobes en conformidad con las observaciones del Análisis Ambiental Preliminar realizado, incluyendo el acondicionamiento del área de depósito transitorio de residuos peligrosos y su identificación y gestión interna transitoria.
      - Realización de actividades para el establecimiento de la línea de base ambiental (agua y sedimentos, incluyendo medición de niveles piezométricos) del área de influencia de los yacimientos del Distrito Uranífero Pichiñán Este y elaboración de una propuesta para realizar, a través de instituciones nacionales de investigación y desarrollo, un estudio integral del área.
      - Establecimiento de línea de base radimétrica y análisis de suelos para cuencos de evaporación en el Distrito Uranífero Pichiñán Este.
      - Gestión de inscripción como Generador de Residuos Peligrosos ante la autoridad de aplicación provincial y solicitud de permiso de uso de agua ante el Instituto Provincial del Agua.
      - Relevamiento socioeconómico de la localidad de Paso de Indios como aporte al conocimiento de la base social del área.
      - Establecimiento de requisitos ambientales para licitaciones.
      - Incorporación y capacitación de personal para el área de gestión ambiental y, también, en materia de higiene y seguridad laboral.

### Química ambiental

En 2009 se trabajó en líneas de investigación y desarrollo en: tratamientos avanzados de purificación de aguas; tecnologías de remediación; transporte de contaminantes en agua, aire, sedimentos y suelo; desarrollo de inventarios de emisiones y estrategias de mitigación del cambio climático; y monitoreo de contaminantes atmosféricos, participando en los siguientes proyectos nacionales e internacionales:

- En calidad de coordinador en el proyecto de asistencia técnica regional en el marco del Acuerdo ARCAL RLA/11/010 “Mejora de la gestión de las masas de agua que están contaminadas con metales”, cuyo objetivo es armonizar protocolos y capacitar los recursos humanos necesarios para la evaluación de la calidad del agua y el transporte de metales en cuerpos de agua superficiales en países de Latinoamérica y el Caribe, mediante la aplicación de técnicas analíticas nucleares y complementarias, incluyendo el empleo de trazadores. Cada uno de los países participantes ha elegido un ecosistema local relevante donde poder desarrollar sus actividades.
- Programa de investigación coordinado del Organismo Internacional de Energía Atómica RLA 13.709 “Evaluación de estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero para el sistema energético de Argentina”, en cuyo marco se estimaron las emisiones pasadas (1970 a 2006) y prospectivas futuras (2007 a 2025) de gases de efecto invernadero provenientes de los sistemas de generación de electricidad y transporte de la Argentina, a fin de analizar la aplicación de estrategias de mitigación del cambio climático en futuros acuerdos internacionales posteriores a la finalización del periodo de compromiso del protocolo de Kyoto.

- En calidad de coordinador en el proyecto PAE 22.257 “Sistemas de tratamiento de efluentes líquidos por tecnologías avanzadas de oxidación combinadas con tratamientos biológicos”, financiado por Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), con participación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial, la Universidad Nacional de San Martín y el sector industrial (empresa Ferraro S.A.), recibiendo el Segundo Premio en el Congreso de AIDIS - Córdoba por un trabajo realizado en el marco de este proyecto.
- En calidad de co-coordinador de la participación argentina en el proyecto CRN2 – 017 “South American Emissions, Megacities and Climate”, en el que se desarrollan, en coordinación con grupos de investigación de la Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Perú, herramientas para el pronóstico del tiempo químico en las mega ciudades de América Latina. En el caso del área metropolitana de Buenos Aires, estas herramientas incluyen el desarrollo de inventarios de emisión y el estudio del transporte de contaminantes atmosféricos a escala regional.
- Proyecto EMRAS II “Environmental Monitoring for Radiation Safety”, que tiene por objetivo mejorar modelos y métodos de modelado a partir del testeo de los mismos, comparación y otras aproximaciones; desarrollar consenso internacional, donde sea apropiado, en las filosofías de modelado ambiental, aproximaciones y valores de parámetros; desarrollar métodos para la evaluación de la transferencia de radionucleidos en la biosfera, en áreas en que aún no existen; proveer un punto focal internacional en el área de evaluación y modelado ambiental para el intercambio de información; y responder a las necesidades de evaluación ambiental y modelado expresadas por otros grupos internacionales.
- En calidad de coordinador en el proyecto “Emisión y recepción de aerosoles troposféricos en mega ciudades: el caso de Buenos Aires”, financiado por Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT).
- Proyecto “Remoción de arsénico, plomo y uranio por tecnologías fotoquímicas”, en cuyo marco uno de los premios INNOVAR 2009 en la categoría investigación aplicada fue otorgado al desarrollo de un proceso de remoción de arsénico en aguas para consumo humano llevado a cabo por investigadores de la CNEA junto con la empresa Nanotek de la provincia de Santa Fe.

Además en 2009 se desarrollaron en este campo las siguientes actividades:

- Revisor líder y miembro del grupo de revisión del sector energía de los inventarios nacionales de emisión de gases de efecto invernadero presentados a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- Participación en el comité editorial de la base de datos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.
- Coordinación de la Red CYTED IBEROARSEN formada por 46 grupos de 17 países iberoamericanos, que interconecta desde un punto de vista multidisciplinario a grupos de investigación y desarrollo que estudian la distribución geográfica y geológica del arsénico en Latinoamérica, su determinación analítica y la aplicación de procesos adecuados e innovadores para su abatimiento.
- Asesoramiento a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación en temas vinculados con la contaminación del aire en la zona de Gualaquichú.

### Energía y desarrollo sustentable

En función de un Acuerdo Marco celebrado entre la Secretaría de Energía de la Nación y la CNEA, en 2002 fue creado el Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable (IEDS), con competencia en investigación, desarrollo, ingeniería, innovación tecnológica, servicios y formación de recursos humanos en el campo general de la energía y el desarrollo sustentable, realizando sus acciones sobre la base de la infraestructura y del personal de planta permanente de la CNEA. Las actividades desarrolladas en 2009 fueron las siguientes:

#### **Proyecto Desarrollo de combustible híbrido gaseoso para medios de transporte público de pasajeros y de carga**

Consiste en el estudio del comportamiento fluido-dinámico de un combustible de diferentes concentraciones de gas natural e hidrógeno para su utilización en motores de combustión interna. En él participan la Universidad Tecnológica Nacional, las Universidades Nacionales de Buenos y La Plata y la empresa Energía Argentina S.A. (ENARSA). En 2009 se continuó la ejecución del proyecto de desarrollo que es parcialmente subsidiado por el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT).

Además, el IEDS, en 2009:

- Organizó el “Tercer Congreso Nacional y Segundo Congreso Latinoamericano sobre Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía, HYFUSEN 2009” con la colaboración del gobierno de San Juan, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Juan, el Instituto de Energía Eléctrica y la Universidad Tecnológica Nacional, realizado en la ciudad de San Juan entre el 8 y 12 de junio, con la participación

de 300 asistentes, nacionales y extranjeros. En su marco se dictaron cursos pre-congreso sobre las distintas áreas temáticas del mismo, se expusieron trabajos científicos y se dictaron conferencias de expertos de nivel internacional, lográndose un espacio de discusión, intercambio y exposición de proyectos y un marco propicio de debate sobre la necesidad de implementación de nuevas tecnologías energéticas para el desarrollo socio-económico del país y la región.

- Participó en la “Reunión de Expertos de Innovación Tecnológica del Fondo Sectorial Energía” como experto en la temática.
- Participó en el Foro de debate “Innovación post-crisis” organizado por el “Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo y el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Ingeniería y Diseño Industria”<sup>1</sup>, realizado entre el 1° y el 3 de diciembre en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, donde se brindó la conferencia “Programas de acción del Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable de la CNEA”.

### Gestión de residuos radiactivos y combustible gastado



Edificio de acondicionamiento de residuos radiactivos - Área de Gestión Ezeiza

Cumpliendo con las responsabilidades asignadas por la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley N° 25.018), la CNEA realiza actividades de recolección, clasificación, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento y disposición final de residuos radiactivos, mediante procedimientos establecidos por la Institución y aprobados por la Autoridad Regulatoria Nuclear. Asimismo, planifica y diseña instalaciones para ampliar y actualizar la capacidad de tratamiento y acondicionamiento de los mismos e instalaciones para el almacenamiento interino del combustible gastado. Por otra parte, elabora y tiene en ejecución diversas actividades de investigación y desarrollo para la gestión segura de los residuos radiactivos y del combustible gastado generados en el país.

En 2006 se inició la gestión para lograr, vía promulgación de una ley nacional, la aprobación del “Plan Estratégico de Gestión de Residuos Radiactivos”. El proyecto de ley se encuentra aún a consideración de distintos sectores del Poder Ejecutivo Nacional como trámite previo a su elevación al Honorable Congreso Nacional. La aprobación parlamentaria de este plan y la necesaria integración y operación del “Fondo para la Gestión de Residuos Radiactivos” creado por la legislación mencionada aportarán un sólido sustento a las acciones de un programa que tiene asignadas responsabilidades a muy largo alcance.

Como ocurre desde el año 2003, en 2009 se elaboró y presentó el 16 de marzo al Honorable Congreso de la Nación, conforme a lo establecido en la referida Ley N° 25.018, el “Informe sobre la gestión de los residuos radiactivos y de los combustibles gastados en la República Argentina” correspondiente al año anterior (el 2008), siendo éste así el séptimo informe consecutivo presentado.

### Infraestructura

Como en años anteriores, durante 2009 se ejecutaron numerosas acciones tendientes a mejorar las instalaciones existentes y la operatividad en la gestión de los residuos radiactivos y los combustibles gastados en el Área de Gestión Ezeiza. Entre ellas se destacan las siguientes:

- A fin de cumplir con exigencias judiciales, completamiento de las tareas preparatorias para el retiro del sistema de semicontención de residuos sólidos N° 2 del orden de 1.800 tambores con residuos radiactivos, y comienzo de dicha práctica de acuerdo a los lineamientos aprobados por la Autoridad Regulatoria Nuclear.
- Importantes avances en los sistemas especiales para descarga, movimiento y posicionado de los elementos combustibles gastados en las piletas de la Facilidad de Almacenamiento de Combustibles Irradiados de Reactores de Investigación capaces de operar bajo agua, así como en el nuevo sistema de transporte de elementos combustibles gastados del RA-3 diseñado en función de la potencia actual del reactor y del tiempo necesario para el decaimiento en pileta de los mismos. Se relevaron todos los sistemas auxiliares de la instalación y se completó y presentó la documentación correspondiente al Informe de Seguridad ante la Autoridad Regulatoria Nuclear.
- En el marco del proyecto Planta de Tratamiento y Acondicionamiento de Residuos Radiactivos Líquidos y Sólidos de Bajo y Medio Nivel y en función de recomendaciones formuladas por la Autoridad Regulatoria Nuclear, presentación en abril de una nueva versión del Informe Preliminar de Seguridad de la planta orientado a solicitar la autorización para la construcción de la misma, habiéndose además elaborado las especificaciones técnicas y los procedimientos necesarios para la construcción de acuerdo al sistema de garantía de calidad.

### Investigación y desarrollo

Dentro del concepto de mejora continua de la gestión de los residuos radiactivos y de los combustibles gastados y a fin de avanzar en el conocimiento y definición de nuevas soluciones de posible aplicación en las diferentes etapas de la gestión, se ejecutaron en 2009 las siguientes actividades de investigación y desarrollo:



Almacenamiento temporario en tambores de residuos de baja actividad  
Área de Gestión Ezeiza



Contenedor para tambores de residuos de media actividad  
Área de Gestión Ezeiza

- Continuación de los estudios sobre:
  - Selección de técnicas radioquímicas para caracterización de residuos radiactivos y verificación de la calidad de residuos acondicionados, colaborándose con la empresa Nucleoeléctrica Argentina S. A. en la caracterización de los residuos radiactivos generados en las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse.
  - Velocidad de corrosión de armaduras de acero y parámetros de transporte en hormigón armado de contenedores de residuos de nivel medio.
  - Diferentes composiciones de vidrios ferrofosfato y determinación del efecto de la presencia de óxidos de uranio para la inmovilización de los residuos de nivel alto contenidos en los combustibles gastados de reactores de investigación.
  - Ceramización de elementos radiactivos con uranio sinterizado, como un proceso alternativo para la inmovilización de los residuos de nivel alto contenidos en combustibles gastados de los reactores de investigación (Proceso CERUS).
  - Monitoreo del estado de conservación del combustible gastado de reactores de investigación ubicado en los sistemas de almacenamiento interino en húmedo.
  - Corrosión de la aleación carbono-22 como barrera resistente en contenedores de residuos radioactivos de nivel alto.
  - Desarrollo de nuevos materiales para inmovilizar residuos de nivel bajo y medio.
  - Desarrollo de absorbentes para el tratamiento de residuos de la síntesis del molibdeno-99.
- Continuación de los siguientes proyectos:
  - “Desarrollo de procesos para la descontaminación electroquímica y otros tratamientos previos a la cementación de resinas de intercambio iónico agotadas”, de aplicación a las resinas agotadas almacenadas en la Central Nuclear Atucha I.
  - “Caracterización de sitio, monitoreo y modelado”, proyecto de cooperación conjunto con el Lawrence Berkeley National Laboratory de los Estados Unidos, a través del cual se realiza un estudio detallado de los sistemas de disposición final y de las áreas circundantes con el objetivo de determinar los parámetros ambientales necesarios para completar la reevaluación de seguridad del Área de Gestión Ezeiza correspondiente a la etapa de cierre definitivo de las instalaciones de disposición.
  - Diseño conceptual de un sistema de almacenamiento interino en seco para el combustible gastado de la Central Nuclear Atucha I.



Depósito de fuentes irradiadas  
Área de Gestión Ezeiza

### Geología de repositorios

Se ejecutaron en 2009 las siguientes actividades:

- Continuación del desarrollo de las actividades relativas al cumplimiento de la Carta de Entendimiento oportunamente firmada con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) como parte del Proyecto “Modelado de circulación hídrica en medios rocosos sedimentarios”, el cual se completó en septiembre, habiéndose recibido el Informe Final elaborado por el INTA.
- Ejecución de un proyecto para el desarrollo del “know-how” para el estudio de zonas para la ubicación de repositorios de residuos radiactivos.
- Continuación de los estudios de emplazamientos de repositorios para residuos radiactivos de nivel bajo, medio y alto, habiéndose avanzando en el desarrollo de criterios para la selección de emplazamientos y en la modelización computacional de los procesos de transmisividad hidráulica en el medio geológico, así como también en el desarrollo del Sistema de Información Geográfica.

### Servicios de gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados

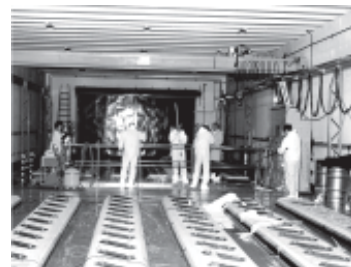
Los servicios que se prestan son:

- Gestión de los combustibles gastados de los reactores de investigación y de los residuos de bajo y medio nivel de actividad generados en las instalaciones de la CNEA.
- Gestión “in situ” de los residuos radiactivos de bajo y medio nivel de actividad generados en las centrales nucleares, en el marco de un convenio entre la CNEA y la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. operadora de las mismas.
- Recolección y transporte de fuentes de radiación decaídas provenientes de usuarios médicos e industriales de todo el país.
- Asesoramiento sobre tecnologías de gestión a distintos generadores externos de residuos radiactivos.

Las instalaciones disponibles para esa gestión se encuentran en el Área de Gestión Ezeiza del Centro Atómico homónimo sito en el partido de Ezeiza, provincia de Buenos Aires.



Piletas para almacenamiento temporario  
de elementos combustibles gastados de la  
Central Nuclear Atucha I



Almacenamiento temporario de  
combustible gastado de reactores de  
investigación - Área de Gestión Ezeiza

**Residuos radiactivos, fuentes decaídas y combustibles gastados ingresados al Área de Gestión Ezeiza en 2009**

| Tipo                                                              | Cantidad                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Residuos sólidos de baja actividad                                | 17,38 m <sup>3</sup>                                                          |
| Residuos sólidos con uranio                                       | 37,62 m <sup>3</sup>                                                          |
| Residuos líquidos                                                 | 2,20 m <sup>3</sup>                                                           |
| Fuentes decaídas de uso médico                                    | 303 unidades                                                                  |
| Fuentes decaídas de uso industrial                                | 588 unidades                                                                  |
| Elementos combustibles gastados del reactor de investigación RA-3 | 23 unidades                                                                   |
| Material irradiado                                                | 6 cilindros con 4 filtros cada uno generados en la producción de molibdeno-99 |

**Residuos radiactivos y combustibles gastados generados en 2009 en las Centrales Nucleares**

| <b>Central Nuclear Atucha I</b>               |                                                                   |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Tipo                                          | Cantidad                                                          |
| Residuos sólidos de baja actividad            | 49,60 m <sup>3</sup>                                              |
| Residuos sólidos de media actividad - Filtros | 0,38 m <sup>3</sup>                                               |
| Residuos sólidos de media actividad - Resinas | 1,52 m <sup>3</sup>                                               |
| Combustibles gastados                         | 217 unidades<br>(33,95 t de uranio levemente enriquecido inicial) |

| <b>Central Nuclear Embalse</b>                |                                                 |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Tipo                                          | Cantidad                                        |
| Residuos sólidos de baja actividad            | 14,00 m <sup>3</sup>                            |
| Residuos estructurales de baja actividad      | 3,60 m <sup>3</sup>                             |
| Residuos sólidos de media actividad – Filtros | 0,40 m <sup>3</sup>                             |
| Residuos sólidos de media actividad – Resinas | 3,77 m <sup>3</sup>                             |
| Combustibles gastados                         | 5.584 unidades<br>(106,022 t de uranio inicial) |

**Restitución ambiental de la minería del uranio**

La CNEA, en el marco de su política ambiental, puso en ejecución en el 2000 el “Proyecto de Restitución Ambiental de la Minería del Uranio” (PRAMU) que tiene por objetivo la restitución ambiental de aquellos sitios donde se desarrollaron actividades relacionadas con esa minería.

La tarea se comenzó de una manera orgánica en 1994, iniciándose gestiones ante el Banco Mundial a fin de conseguir la financiación para las obras necesarias. A principios de 2002, debido a la crisis económica por la que atravesaba el país, las gestiones se interrumpieron, continuando la CNEA con sus propios recursos los trabajos planeados para el ex Complejo Minero Fabril Malargüe, en la provincia de Mendoza.

Asimismo, se llevaron a cabo distintas gestiones con autoridades y comunidades de la provincia de Córdoba en relación con las propuestas de trabajos de remediación a ejecutarse en el ex Complejo Minero Fabril Córdoba y en el ex Complejo Minero Fabril Los Gigantes, incluyendo en ambos casos estudios, ensayos y muestreos para avanzar en la definición de los proyectos a ejecutar.

En 2004 se reiniciaron las negociaciones con el Banco Mundial. El 31 de julio de 2008 el Directorio de dicho banco aprobó el préstamo solicitado, iniciándose los trámites para la firma del decreto presidencial autorizando la utilización del préstamo, que se continuaron a lo largo de 2009.

Los objetivos a alcanzar pretenden asegurar la protección del ambiente, la salud y otros derechos de las generaciones actuales y futuras, haciendo uso racional de los recursos. El PRAMU, en ese marco, se propone mejorar las condiciones actuales de los depósitos de las colas de la minería del uranio, considerando que si bien en la actualidad se encuentran controlados, en el largo plazo se deberán llevar a cabo distintas acciones de remediación para asegurar la protección de las personas y el ambiente.

La ejecución del proyecto prevé diversas etapas, la primera de ellas contempla la continuación de las obras en el Sitio Malargüe y la continuación de los estudios necesarios para la ingeniería de restitución ambiental de los Sitios Córdoba y Los Gigantes (provincia de Córdoba), Tonco (provincia de Salta), Pichiñán (provincia del Chubut), La Estela (provincia de San Luis), Los Colorados (provincia de La Rioja) y Huemul (provincia de Mendoza).

En 2009, en el marco del PRAMU se continuó con el fortalecimiento institucional necesario que implica la capacitación de recursos humanos, el desarrollo e instalación de un sistema de información ambiental y la obtención de equipamiento específico.

#### **Sitio Malargüe (ex Complejo Minero Fabril Malargüe)**

Durante el año 2009 se continuó con la ejecución de obras parciales del proyecto de gestión de colas de mineral, tendiente a mantener la emisión de radón y emisión gama dentro de los valores permitidos por la legislación vigente, habiéndose concluido los trabajos comenzados en el ejercicio anterior, licitados a través de la obra PRAMU 07/08 "Gestión de Colas de Mineral y Rehabilitación del Área – Sitio Malargüe (Parcial 5)" y su ampliación, gestionándose 56.500 m<sup>3</sup> de colas en el Sector 3 de la celda de encapsulamiento.

Adicionalmente, durante los dos últimos meses del año se comenzó la ejecución de la obra PRAMU 08/09 "Gestión de Colas de Mineral y Rehabilitación del Área – Sitio Malargüe (Parcial 6)", en la que se realizaron los siguientes trabajos:

- Limpieza y desarraigo de renuevos y maleza, nivelación Sector 4 (51.700 m<sup>2</sup>).
- Compactación del piso de fundación del Sector 4 (51.700 m<sup>2</sup>).
- Provisión y colocación de material poroso en Sector 4 (15.500 m<sup>3</sup>).
- Excavación del suelo contaminado en piso del Sector 5Abis (1.200 m<sup>3</sup>).
- Provisión y colocación de material granular en Sector 5Abis (2.900 m<sup>3</sup>).
- Limpieza y descontaminación del sector de la playa de maniobra del ferrocarril (parcial aproximadamente 50 %).

Los trabajos de mantenimiento y monitoreo del Sitio realizados en 2009 consistieron en:

- Custodia del Sitio, técnica y administrativa durante los días laborables, de seguridad de prevención en forma permanente.
- Muestreo semestral de agua superficial y subterránea en la zona (60 muestras por muestreo tomadas en la región).
- Muestreo trimestral (enero, abril, julio y octubre) de agua subterránea y superficial en los alrededores del Sitio (10 muestras por muestreo en el drenaje subterráneo, hijuelas de riego y canales de desagüe).
- Toma semanal de datos de altura de agua en los 13 piezómetros alrededor del área encapsulado y en el drenaje subterráneo y monitoreo del caudal de agua de este último.
- Mediciones de calidad de aire durante la ejecución de la obra y mediciones trimestrales en el área industrial de la ciudad de Malargüe y en el Sitio.
- Medición radimétrica y de concentración de radón en puntos fijos dentro del Sitio (una medición).
- Medición anual de concentración de radón en viviendas (30 muestras).
- Muestreo de suelo (240 muestras, de 0 a 15 y 15 a 30 cm) para liberación del piso del Sector 4 del área de encapsulamiento.

#### **Sitio Tonco-Amblayo**

- Realización de un muestreo regional, controles ambientales y caracterización de los residuos existentes.

#### **Sitio Los Gigantes**

- Muestreo trimestral de la red hídrica del sitio incluyendo los ríos: Cuesta Blanca, Icho Cruz y San Antonio y el Embalse del Lago San Roque.
- Muestro trimestral del agua de 14 piezómetros y medición mensual del nivel freático en los mismos.
- Registro diario de datos meteorológicos.
- Monitoreo radiológico trimestral de radón y progenie.
- Determinación semestral de irradiación externa.
- Ensayos de tratamiento de los efluentes líquidos contenidos en el dique principal con las operaciones de neutralización y evaporación en el área del dique seco N° 2.
- Acondicionamiento de la planchada de colas de mineral realizando tareas de nivelación, compactación y formación de desagües en la superficie para optimizar la descarga del agua de lluvias de gran intensidad que se producen en el sitio en la época estival.
- Disminución del área de captación de agua del dique principal con el agregado de material disponible en el sitio.
- Estudio de factibilidad técnica para la instalación de una barrera reactiva de hidroxiapatita biogénica en una de las vertientes de lixiviados de las colas de minería ubicadas en el predio, con la finalidad de retener uranio y radio.



Proyecto Restitución Ambiental de la Minería del Uranio (PRAMU)  
Trabajos de restitución en el  
Ex - Complejo Minero Fabril Malargüe



Proyecto de restitución ambiental (PRAMU) - Diques de contención  
Ex - Yacimiento Minero Los Gigantes -



Proyecto de restitución ambiental (PRAMU)

Trabajos de restitución en el Ex – Complejo Fabril Córdoba

#### Sitio Córdoba

- Muestro trimestral del agua de 7 piezómetros y medición mensual del nivel freático de los mismos.
- Registro diario de datos meteorológicos.
- Monitoreo radiológico trimestral de radón y progenie.
- Determinación semestral de irradiación externa.
- Mantenimiento del área parquizada de las colas de mineral conocida como el Chichón.

#### Sitio Humuel

- Realización de tareas de mantenimiento y acondicionamiento del sitio.

#### Sitios Pichiñán, La Estela y los Colorados:

- Continuación de las tareas de monitoreo.

## ÁREA TEMÁTICA INVESTIGACIÓN Y APLICACIONES DERIVADAS DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR

### INVESTIGACIÓN BÁSICA Y APLICADA:

Las actividades de la CNEA en el campo de la investigación básica y aplicada tienen como objetivo desarrollar en el organismo disciplinas que resultan básicas para la tecnología nuclear y sus derivados. Toda tecnología moderna, y con más razón si es de avanzada como la nuclear, necesita de una base sólida de investigación en ciencias básicas. Participan en esta actividad aproximadamente unos 300 investigadores, de los cuales casi 200 son miembros de la Carrera del Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). En lo que sigue se indican las principales líneas de investigación, agrupadas por grandes temas y sus sub-temas. Del análisis de las mismas se desprende, no solamente la diversidad de investigaciones de avanzada que se realizan, sino la pertinencia para los objetivos del organismo y las múltiples aplicaciones que se derivan de las mismas.

### Ciencia y tecnología de materiales

En el marco de estas disciplinas la CNEA realiza investigación básica y aplicada en materiales con aplicación en el campo nuclear. Las diferentes líneas de investigación corresponden a:

- Componentes de reactores nucleares en servicio y de nueva generación.
- Teoría, modelado y cálculo computacional de propiedades físicas, termodinámicas y mecánicas de materiales.
- Degradación de materiales (corrosión).
- Estudios experimentales para la determinación de propiedades estructurales, termodinámicas, térmicas y fenómenos de transporte de los materiales.
- Daño por radiación.
- Daño por hidrógeno.
- Integridad de componentes para la extensión de vida útil de centrales nucleares.
- Caracterización de materiales con técnicas de metalografía, microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X y microanálisis cuantitativo EDS y WDS.

En los últimos años, la CNEA se consolidó como referente en la prestación de asistencia técnica en temas de corrosión, selección de materiales, análisis de falla y caracterización de materiales, tanto de la industria nuclear como de la convencional.

En el año 2009 se logró una significativa producción científica, con un total de 35 trabajos publicados, la presentación de 23 trabajos en congresos internacionales y de 73 en congresos nacionales.

La investigación aplicada se concretó en la realización de asesoramientos y la prestación de servicios plasmados en 60 informes. (Ver Capítulo 2 “Área temática Investigación y Aplicaciones Derivadas de la Tecnología Nuclear” y Capítulo 7 “Servicios de Asistencia tecnológica”).

Las actividades principales desarrolladas y los logros obtenidos más destacables en ese año son:

- Obtención por el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la certificación ISO 9001:2008 de su Sistema de Gestión de Calidad (Certificado de Registro N° 9000-3351 otorgado por el Instituto Argentino de Normalización y Certificación).
- Licenciamiento de Operación para Instalaciones Radiactivas Clase II del Laboratorio de Uranio lo que permitirá realizar en él actividades de investigación, desarrollo y asistencia tecnológica en materiales que contengan uranio depletado, natural y enriquecido hasta un 20% en uranio-235.
- Completamiento en un 80% de las obras del nuevo edificio para el Laboratorio de Caracterización de Materiales en el Centro Atómico Constituyentes iniciadas en 2008.
- Fundición, moldeo y colada de uranio depletado para la fabricación de un “Bulto tipo B(U) Multipropósito” para el transporte de sustancias radioactivas líquidas y sólidas, con un diseño basado en el cumplimiento



Laboratorio de Materiales  
Máquina universal de ensayos mecánicos  
Centro Atómico Constituyentes



Laboratorio de Materiales Microscopio óptico - Centro Atómico Constituyentes

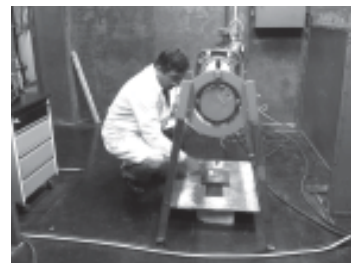
de las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica adoptadas por la Autoridad Regulatoria Nuclear argentina.

- Fabricación de miniplacas monolíticas de uranio 8%-molibdeno y uranio 10%-molibdeno con uranio enriquecido al 58% en uranio-235 con vaina de zircaloy 4.
- Inicio de la segunda irradiación, a mitad de potencia, en el reactor de investigación RA-I, de una propuesta de acero para el reactor CAREM a fin de determinar el efecto de la aceleración del daño en la fragilización por irradiación.
- Terminación de la instalación de una sala auxiliar de tratamientos térmicos especiales de alta temperatura y atmósferas controladas.
- Consolidación del empleo de técnicas de caracterización por imágenes (RIMAPS y Variogramas) para la caracterización de cerámicos carbono-carbono.
- Avances en el manejo de técnicas de modificación y caracterización superficial de sustratos de polímeros bioabsorbibles y formación de sustratos porosos, técnicas claves para el desarrollo de sustratos bioabsorbibles para el crecimiento de células de piel.
- Irradiación con iones pesados con yodo-127 a 80 MeV en el acelerador TANDAR de una cupla U(7%Mo)/AL6061 con el objetivo de estudiar la interdifusión inducida por irradiación.
- Desarrollo de potenciales interatómicos de tipo EAM para el sistema aluminio-uranio.
- Elaboración del modelo del mecanismo de influencia del hierro sobre la difusión en zircaloy derivado de cálculos "ab-initio".
- Evaluación metalográfica, térmica y mecánica de distintas arquitecturas de recubrimientos para barreras térmicas en el marco de un contrato entre la CNEA y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).
- Fabricación de multicapas de cromo-nitrógeno.
- Organización del "9no Congreso SAM-CONAMET 2009 – Ira Jornada Internacional de Materiales Nucleares" celebrado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires entre el 19 y el 23 octubre.

Cabe además destacar la obtención por el Grupo de Microscopía Electrónica de la mención como "Grupo de investigación que realiza transferencia tecnológica" entre los PREMIOS FUNPRECIT 2009 otorgados por la Unión Industrial Argentina.



Ensayos No Destructivos  
Laboratorio de Técnicas Superficiales  
Centro Atómico Constituyentes



Ensayos No Destructivos  
Laboratorio de Radiografía Industrial  
Centro Atómico Constituyentes

## Física

### Procesos atómicos e interacción de la radiación con la materia

Se estudian en forma teórica y experimental los procesos dinámicos de interacción de iones con la materia en sus fases gaseosa y sólida, y las propiedades físicas y químicas de superficies y nuevos materiales utilizando distintas espectroscopías de iones, electrones y fotones, combinadas con microscopía túnel en vacío. En particular se estudian los procesos de fragmentación de átomos y moléculas, la pérdida de energía de iones que atraviesan gases, sólidos y superficies, la topografía y estructura cristalina de superficies, y la adsorción de átomos y moléculas (inorgánicas y orgánicas) en superficies. En 2009 se continuó con el montaje del acelerador TANDEM de 1.7 MV en el Laboratorio de Colisiones Atómicas del Centro Atómico Bariloche, alcanzándose la tensión de trabajo crítica y completándose el montaje de la cámara de RBS.

### Fusión nuclear y física de plasmas

Se estudia el comportamiento de los plasmas en el rango de parámetros (densidad, temperatura, campo magnético) de interés para los estudios sobre fusión nuclear controlada por confinamiento magnético. Durante 2009 se estudió la dinámica de partículas de alta energía y su interacción con el plasma y los procesos de relajación y auto-organización que conducen a la formación de un "Spheromak", publicándose los resultados en las revistas especializadas en el tema y presentándose en la conferencia sobre fusión organizada por la European Physical Society.

### Propiedades de la materia condensada a bajas temperaturas

Se realizan estudios experimentales de las propiedades de la materia condensada a bajas temperaturas y altos campos magnéticos, estando la actividad principalmente centrada en la investigación de superconductores y sistemas electrónicos fuertemente correlacionados. Las líneas de investigación incluyen propiedades de películas delgadas y multicapas de óxidos complejos, superconductores, aislantes y ferromagnéticos; estudio de superconductores convencionales y anómalos; coexistencia entre magnetismo y superconductividad, propiedades del helio superfluido; termodinámica y dinámica de sistemas de vórtices en materiales superconductores, fabricación y estudio de superconductores mesoscópicos; y estudio de inestabilidades magnéticas vinculadas a puntos críticos cuánticos. También se desarrollan y estudian sistemas micromaquinados (MEMS) como sensores ultrasensibles de distintos parámetros físicos.

### Propiedades ópticas de la materia condensada

Se desarrollan y estudian por métodos espectroscópicos y de láser ultra-rápidos, nanoestructuras específicamente diseñadas con propiedades vibracionales orientadas a demostrar nuevos fenómenos y

dispositivos acústicos de alta frecuencia. En particular, estructuras que utilizan la modificación de la distribución espectral y espacial de los campos vibracional y electromagnético en cavidades de luz e hipersonido, así como las propiedades físicas de materiales con propiedades elásticas, ópticas, fotoelásticas, piezoeléctricas y ferroeléctricas específicas. También se diseñan, fabrican y estudian mediante espectroscopía Raman nanoestructuras metálicas y sus recubrimientos moleculares para la detección ultrasensible de moléculas y para su aplicación en la detección de contaminantes.

### **Teoría de sólidos**

Se realiza investigación básica sobre la teoría y modelado de sistemas de estado sólido y materia condensada, sistemas mesoscópicos y nanoscópicos, semiconductores de dimensiones reducidas, transporte electrónico, espintrónica, grafeno, sistemas altamente correlacionados y magnetismo, circuitos superconductores para computación cuántica, propiedades dinámicas de sistemas desordenados, interfaces y fracturas en sistemas materiales.

### **Física estadística de sistemas complejos**

Se realizan investigaciones teóricas y experimentales en problemas de física estadística de sistemas dentro y fuera del equilibrio. Se estudian procesos de auto-organización y comportamientos colectivos emergentes en sistemas complejos de carácter físico, biológico, social y económico, dinámica de sistemas neuronales y sus aplicaciones, sistemas dinámicos clásicos y cuánticos, y propiedades de transporte y relajación en los diversos estados de la materia. Así mismo, se desarrollan investigaciones sobre estructuras espacio-temporales en sistemas físico-químicos, sistemas dinámicos con acoplamiento global, desorden y fenómenos inducidos por ruido. En 2009 se realizaron estudios de sistemas complejos; sistemas sociales; epidemiología; procesos de no equilibrio; sistemas biológicos, líquidos y sólidos (cristalinos, amorfos, superredes, superficies) y sistemas micro, meso y nanoscópicos. También se realizaron estudios experimentales ligados al área de la neurociencia..



Acelerador TANDAR  
Centro Atómico Constituyentes

### **Teorías de campos y simetrías fundamentales**

Se desarrollan un conjunto de líneas de investigación básica cuyo denominador común es la identificación y aplicación de simetrías fundamentales mediante el uso de técnicas de teoría de campos. Dichas líneas abarcan un amplio espectro de sistemas físicos que van desde temas de cosmología y astrofísica, rayos cósmicos, cuerdas, espacios curvos, espacios no conmutativos, efectos no perturbativos y confinamiento en teorías no abelianas, hasta tópicos de materia condensada.

### **Transformaciones de fase, microestructura y defectos en materiales**

Se estudian los aspectos termodinámicos, estructurales y cinéticos que controlan la estabilidad y transformaciones de fase en materiales con memoria de forma, entre los que se encuentran las aleaciones en base cobre (cobre-zinc-aluminio, cobre-aluminio-níquel y cobre-aluminio-berilio), níquel-titanio e hierro-manganeso-cromo. Se realizan además estudios de propiedades mecánicas de estos materiales, incluyendo fenómenos de fatiga y fractura, y simulaciones numéricas en potenciales isotrópicos de dos cuerpos para estudiar distintos aspectos de las transformaciones martensíticas en dos y tres dimensiones. Se desarrollan películas delgadas de materiales con memoria de forma crecidas por enfriamiento rápido "twin roll casting" (cobre-aluminio-zinc), "sputtering" (cobre-aluminio-níquel) y electrodeposición (cobre-zinc). Se estudia la precipitación en aleaciones de aluminio con el agregado de escandio, circonio y berilio, para el mejoramiento de las propiedades mecánicas. Se realizan estudios de nanoestructuras y defectos cristalinos por microscopía electrónica de transmisión en diversos sistemas. Se llevan a cabo mediciones de densidad de dislocaciones en aleaciones de circonio de interés nuclear para su correspondiente certificación. Se mide la fricción interna y el módulo elástico en aleaciones absorbedoras de hidrógeno en aceros al carbono, en zircaloy-4; y se caracterizó un prototipo de batería Ni-MH fabricado en laboratorio. En 2009 se organizó el "10mo Congreso Interamericano de Microscopía Electrónica", realizado en la ciudad de Rosario del 25 al 28 de octubre.

### **Propiedades magnéticas de materiales**

Se estudian experimentalmente las propiedades magnéticas, de transporte eléctrico, elásticas y termodinámicas de materiales, tanto en materiales masivos -con énfasis en óxidos conteniendo metales de transición- como en materiales nanoestructurados. Entre los últimos se trabaja en: nanopartículas aisladas, huecas, interactuantes o embebidas en matrices magnéticas y no magnéticas; nanohilos, nanotubos, películas delgadas, multicapas, superredes y dispositivos magnetoresistentes fabricados mediante micro y nano-litografía. La mayor parte de estos nuevos materiales magnéticos se sintetizan mediante técnicas de crecimiento químico o físico dentro de instalaciones de la CNEA y las mismas se caracterizan (rayos X, SEM, TEM, dispersión de luz, DTA-DSC), y se estudian sus propiedades de transporte (conductividad eléctrica, efectos magnetoresistivos, efecto Hall y Seebeck) y magnéticas utilizando magnetómetros como VSM, SQUID y Microscopio de Fuerza Magnética (MFM / AFM). Durante 2009 se adquirió un módulo adicional al AFM/MFM para medir conductividad a nivel atómico (CAFM) en el que se ha iniciado el estudio del efecto de irradiación en películas delgadas de óxidos magnéticos con separación de fases y efectos locales en la conductividad

eléctrica por irradiación; se puso en funcionamiento un nanomanipulador operado en un SEM con posibilidad de mediciones de transporte eléctrico en nanohilos, microcircuitos, etc.; se ampliaron las facilidades para estudios espectroscópicos con la incorporación a las facilidades existentes de dos bandas que operan en 24 y 35GHz; y se adquirió un capacímetro de ultra alta precisión y un analizador vectorial para hacer medidas de capacidad eléctrica en función de frecuencia para estudiar materiales multiferroicos. También durante 2009 se iniciaron obras de adecuación edilicia y eléctrica asociadas al equipamiento adquirido para el Laboratorio de Resonancias Magnéticas.

#### Aplicaciones forenses de la física

Se desarrollan técnicas de aplicación en el foro judicial, se asesora a la justicia en las causas en que esas técnicas son necesarias y se forma al personal que interviene en la opinión experta en los juzgados. Durante el año 2009 se realizaron pericias presentadas en juzgados federales y de las provincias de Río Negro, Neuquén y Chubut; se participó en la organización de cursos de una semana dirigidos a profesionales forenses y de fuerzas de seguridad; se participó activamente en el Comité de Evidencia Científica formado por el Superior Tribunal de la Provincia de Río Negro, quien encomendó la elaboración de un "Manual de evidencia científica" con el propósito de instruir a jueces y magistrados acerca del ordenamiento de trabajos de expertos y la evaluación de sus resultados, concluyéndose esta tarea a fines de ese año; y se dictaron cursos organizados por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Provincia de Santa Fe junto con la Universidad del Litoral, destinados a peritos y a personal de la Policía Científica.

#### Tecnología y aplicaciones de aceleradores y de técnicas nucleares

El grupo de Física de Iones Pesados y Espectrometría de Masas con Aceleradores utiliza el acelerador TANDAR y sus periféricos para investigar los mecanismos de reacción nuclear. Entre estos mecanismos se incluyen procesos de fusión completa e incompleta, dispersión elástica e inelástica y quiebre ("breakup"). Asimismo, en colaboración con el Instituto de Física Nuclear de Orsay, Francia y el Laboratorio Nacional de Legnaro, Italia, se llevan a cabo estudios de estructura nuclear a altos y bajos momentos angulares a través de reacciones de fusión-evaporación y fotofisión del uranio. Utilizando similares métodos y dispositivos experimentales se realizan mediciones con la técnica AMS (Accelerator Mass Spectrometry) que permite la detección de radioisótopos de larga vida media en concentraciones tan bajas como  $10^{-15}$  respecto de su isótopo estable. Mediante esta técnica se estudian la distribución del radioisótopo yodo-129 en muestras ambientales (colaboración con la Universidad de Viena) y reacciones nucleares de interés astrofísico (colaboración con la universidad Técnica de Munich). En el área de aplicaciones de técnicas nucleares se realizan estudios de biorremediación de aguas. También se aplican técnicas nucleares para determinar fallas de diseño y funcionamiento de reactores químicos multifásicos y desarrollar métodos de determinación instantánea de la evolución de procesos industriales.

Específicamente, los temas de investigación en desarrollo son los siguientes:

- Mecanismos de reacción con iones pesados:
  - Mediciones de secciones eficaces de quiebre de los proyectiles litio-6 y litio-7 en blancos de samario-144 mediante la detección en coincidencia temporal de las partículas livianas emitidas en la reacción.
  - Mediciones de secciones eficaces de dispersión elástica y cuasielástica de litio-6, litio-7 y berilio-9 en blancos de selenio-80, etanio-120 y samario-144 para obtener información sobre el rol del canal de quiebre del proyectil y su efecto en las denominadas anomalía umbral y distribución de barreras.
  - Medición de secciones eficaces de litio-7 sobre aluminio-27 a ángulos traseros. Estos datos aportan información necesaria para aplicar la técnica de espectrometría de retro-dispersión de Rutherford (RBS) al análisis elemental de láminas delgadas.
  - Estudios experimental y teórico de la distribución de estados de carga de haces de iones pesados en el intercambiador de electrones (stripper) del acelerador TANDAR. Este estudio aporta datos de gran importancia para la operación de aceleradores.
  - Estudio de la reacción  $^{30}\text{P} + \alpha \rightarrow p + ^{33}\text{S}$  mediante la medición de la reacción inversa  $p + ^{33}\text{S} \rightarrow ^{30}\text{P} + \alpha$  en un espectrómetro magnético (colaboración con el Laboratorio Nacional de Argonne, Estados Unidos). La reacción con el radioisótopo fósforo-30 tiene interés en astrofísica en relación con las explosiones estelares de rayos X.
- Estudio de estructura nuclear
  - Estudio de los núcleos platino-187 y titanio-168 para investigar la coexistencia de formas nucleares y la evolución de la deformación, excitaciones cuadrupolares y octupolares, y propiedades electromagnéticas de estados fundamentales.
  - Medición de vidas medias de estados nucleares excitados poblados de los núcleos cesio-137 y cesio-139 por decaimiento radiactivo utilizando centelladores de última generación de lantano-bromo.



Líneas de investigación del Acelerador  
TANDAR  
Centro Atómico Constituyentes

- **Espectrometría de Masas con Aceleradores:**
  - Detección del radioisótopo antropogénico yodo-129 tendiente a evaluar los efectos ambientales a largo plazo de la producción de energía nuclear y el desecho de los residuos radiactivos. Se analizaron muestras de agua y de tiroides vacunas de diversas regiones del territorio argentino, mostrando contenidos de yodo-129 mucho menores que en muestras del Hemisferio Norte.
  - Mediciones de la intensidad de las resonancias de interés astrofísico de la reacción fósforo + magnesio-25 que produce aluminio-26.

En el período informado este grupo publicó 8 trabajos en revistas internacionales con referato, realizó 15 presentaciones a conferencias, 3 contribuciones a las respectivas actas y presentó un informe técnico a la empresa YPF S.A. Asimismo, un integrante del grupo recibió el premio Estímulo Juan José Giambiagi en Física experimental de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

### **Física de la materia condensada**

Los temas de investigación, desarrollos y servicios son los siguientes:

- Estudio de propiedades termodinámicas en sistemas magnéticos con coexistencia de fase. Efecto magneto calórico.
- Estudios de física estadística: transiciones de fase en sistemas de espines con campos magnéticos locales aleatorios.
- Estudio de redes complejas de utilidad en física, biología, economía, redes informáticas, etc. Modelado de ecologías locales reales (sistemas mutualistas).
- Desarrollo de un laboratorio virtual para el estudio de propiedades físico químicas de materiales de interés nuclear. Simulación y modelado de propiedades térmicas y estructurales
- Magnetismo de baja dimensionalidad y magnetismo no colineal.
- Estudio teórico de relaciones entre propiedades magnéticas, electrónicas y de transporte en sistemas nanoscópicos y nanoestructurados. Estudio particular de junturas y superficies.
- Experimentos de simulación computacional para la descripción microscópica de aspectos estructurales y dinámicos de interfaces y medios confinados de dimensión nanoscópica.
- Anisotropía en "films", crecimiento, litografía, estudio de propiedades de multicapas.
- Sistemas con propiedades magnéticas. Relación entre magnetismo, superconductividad y magnetismo no colineal.
- Diseño y montaje de experiencias de magnetoóptica.
- Estudio de efectos de memoria inducida por campo eléctrico en interfaces metal-óxido.
- Desarrollo de "física de dispositivos", nuevas interfases, dispositivos a base de multicapas y alambres nanoestructurados.
- Prototipos de celdas de memoria basadas en interfases metal-óxido. Sensores de campo magnético.
- Propiedades termodinámicas para sistemas de pocas partículas confinadas y cálculo de propiedades de adsorción de líquidos sobre sustratos varios.
- Síntesis, caracterización y estabilidad de compuestos inorgánicos y nuevos complejos de coordinación de metales de transición.
- Síntesis de materiales nanoscópicos y nanoestructurados de óxidos simples o mixtos de metales de transición con aplicaciones tecnológicas (sensores, celdas de combustible).
- Desarrollo de materiales micro y nanoestructurados para membranas de intercambio de protones alimentados con metanol o hidrógeno. Desarrollo de prototipos de celdas de combustible.
- Propiedades estructurales de compuestos de hierro.
- Aplicación de espectroscopia Mössbauer al estudio de nanomagnetismo, suelos, óxidos y problemas de corrosión.
- Caracterización de fases intermetálicas de alta temperatura.
- Cálculo de primeros principios para el estudio de las características estructurales, cohesivas y de transporte de diferentes elementos y la de sus aleaciones. Propiedades estructurales de aleaciones superficiales y de superficies de aleaciones multicomponentes.
- Estudio de polimorfismo y estabilidad en compuestos farmacéuticos y polímeros.
- Estructuras de moléculas de interés biológico.
- Fisicoquímica de sistemas acuosos sobreenfriados y vitrificados: Se estudia la dinámica del agua y del agente vitrificante (polioles) mediante técnicas de relajación dieléctrica y la movilidad de sondas (solutos) en estos medios sobreenfriados cerca de la transición vítrea utilizando técnicas ópticas de fluorescencia y electroquímica.
- Búsqueda de nuevos materiales con aplicaciones a problemas de ambientales. Síntesis de materiales funcionalizados y recubrimientos para aplicaciones médicas, para retención de especies tóxicas en aguas y detección de bajas concentraciones de metales tóxicos en matrices ambientales.
- Simulaciones numéricas y mecánica estadística de moléculas flexibles y líquidos confinados. Simulación de bicapas moleculares, difusión de moléculas de interés biológico y ambiental.



Cámara de irradiación del Acelerador TANDAR - Centro Atómico Constituyentes

▪ Simulaciones de materia condensada blanda, interfaces y sustratos poliméricos fuera del equilibrio. Simulaciones en nano y microfluidica. Fuerzas inducidas por fluctuaciones en polímeros y membranas. La interacción entre los desarrollos e innovaciones alcanzados en esta materia y la industria local ha sido fructífera, pero tal vez la de mayor empuje en estos últimos tiempos sea la interacción con la Industria Farmacéutica a la cual se le prestan servicios y asistencia tecnológica en el área de polimorfismo. Los servicios brindados se basan en los estudios y en la caracterización del estado sólido tanto en Principios Activos Farmacéuticos como en los productos terminados. La incorporación del nuevo equipamiento de Espectroscopía Raman permitió que se comenzara con la prestación de servicios para la conservación del patrimonio cultural, mediante el análisis de pigmentos, ligantes y pinturas que sirven para la caracterización físico química de obras de arte y muestras arqueológicas y las técnicas utilizadas en su manufactura, datos de vital importancia para conservadores y restauradores. Representan una contribución al desarrollo de un catálogo internacional unificado de pigmentos y en la datación y reconocimiento de obras del patrimonio cultural y arqueológico nacional. Este proyecto se realiza en colaboración con el Centro de Producción e Investigación en Restauración y Conservación Artística y Bibliográfica de la Universidad Nacional de San Martín. Todos estos aspectos han convertido a la CNEA en uno de los mayores referentes en el estudio del estado sólido o fases condensadas de la materia, estando en condiciones de dar respuesta a una amplia gama de problemáticas.

#### **Materiales duros a base de carbono:**

Los temas de investigación son los siguientes:

- Producción y estudio de las propiedades de materiales generados a través de un depósito de iones de carbono, realizándose principalmente películas de carbono amorfo duro y de diamante policristalino.
- Análisis de la dureza y la estructura microscópica del material resultante.
- Estudios de la interfaz entre el sustrato y el depósito con el propósito de tener una buena adherencia, para lo cual se realiza un pretratamiento al sustrato, depositando una delgada película de silicio amorfo y nanocristalino.

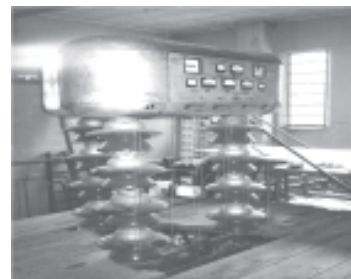
En 2009 se continuó con el desarrollo del método novedoso de depósito de partículas policristalinas de diamante (recubrimiento duro), que permite una buena calidad del producto con una velocidad de crecimiento sustancialmente mayor que las técnicas convencionales.

#### **Tecnología y aplicaciones de aceleradores**

Esta actividad se desenvuelve por un lado en torno al desarrollo de tecnología de aceleradores de iones y dispositivos asociados y adicionalmente impulsa actividades de investigación, desarrollo y servicios especializados vinculados a las aplicaciones de aceleradores y dispositivos asociados (como sistemas de generación de imágenes) a problemas biomédicos, medioambientales, micro y nanotecnológicos en particular al micromaquinado, de ciencia de materiales, como el desarrollo de nuevos materiales con usos médicos, y de espectroscopia nuclear y atómica.

Las principales actividades desarrolladas en 2009 fueron:

- Continuación del desarrollo de un acelerador de protones de baja energía y alta corriente cuya aplicación más importante es la producción de neutrones para el tratamiento de tumores malignos intratables hasta el presente. Durante 2009 se comenzaron a construir la mayor parte de los subsistemas del acelerador incluyendo fuentes de iones de gran intensidad, fuentes de alta tensión, generadores, la estructura mecánica y electromecánica, tubos de aceleración, blanco de producción de neutrones y dispositivo de conformación del haz neutrónico.
- Continuación del diseño, construcción y caracterización de un prototipo de tomógrafo de fotón único (SPECT) para la terapia por captura neutrónica en boro (BNCT).
- Realización de trabajos de simulación dosimétrica computacional y planificación de tratamiento que apuntan a optimizar el tratamiento vía BNCT con aceleradores.
- Utilización sistemática del microhaz de iones pesados del acelerador TANDAR para el micromaquinado de superficies. En particular se micromaquinaron guías de onda de niobato de litio, obteniéndose estructuras de una relación de aspecto muy alta.
- Realización de estudios de modificación de propiedades de materiales poliméricos de alto peso molecular, de interés médico, inducidos por haces de iones pesados, determinándose la dosis óptima para lograr la máxima resistencia.
- Realización de estudios de los efectos de haces de iones pesados sobre cultivos celulares determinándose el daño complejo en ADN generado por iones de litio de bajas energías. Publicación de resultados en el *International Journal of Radiation Oncology*.
- Realización de estudios de aerosoles atmosféricos y concentración de contaminantes en la red de subterráneos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires con el método de rayos X inducidos por haces de partículas. Se publicaron los resultados de una primera campaña en una de las revistas más prestigiosas de la especialidad: *Atmospheric Environment*.



Acelerador KEVATRON - Consola  
Centro Atómico Bariloche

- Comienzo de un estudio de factibilidad de la aplicación de aceleradores al problema de la digestión de residuos radiactivos de alta radiotoxicidad.

### Física nuclear teórica y temas relacionados

Se realizan estudios en los siguientes temas:

- Física nuclear de bajas energías: estructura nuclear, formación de estructuras alfa y otros “clusters” en núcleo, reacciones nucleares a velocidades del proyectil relativísticas y no-relativísticas; excitaciones colectivas nucleares, resonancias gigantes y su dependencia con la temperatura.
- Aspectos no-perturbativos de la cromodinámica cuántica: propiedades hadrónicas, comportamiento de la materia hadrónica y de “quarks” a temperatura y densidades finitas en el marco de las aplicaciones al estudio de estrellas compactas, de las transiciones de fase en el universo temprano y de las colisiones de iones pesados relativistas.
- Tratamiento cuántico de películas de helio-4 en sistemas con diferentes geometrías regulares (planos, cilíndricos y esféricos). Análisis de observables.
- Sistemas donde la mecánica cuántica, la dinámica no-lineal y los fenómenos de decoherencia juegan un rol de importancia: mapas y billares caóticos, métodos semiclásicos, teoría de orbitas periódicas, fenómenos de localización en redes fotónicas, estudio de estructuras localizadas de sistemas moleculares y mesoscópico y mapas disipativos.
- Información cuántica: diseño de algoritmos, métodos en espacio de fases, propiedades espectrales de mapas cuánticos abiertos y modelos de decoherencias, dinámica semiclásica y transporte en mapas cuánticos abiertos.
- “Efecto Hall” cuántico y sistemas mesoscópicos: teorías de campos conformes, campos en sistemas estadísticos y de materia condensada, modelos matemáticos y simetrías del código genético.



Laboratorio Laser  
Centro Atómico Bariloche

### Química

Los temas de investigación son los siguientes:

- Desarrollo de tecnologías de uso directo de la radiación solar para la desinfección de aguas.
- Estudios fisicoquímicos sobre el agua como fluido de procesos.
- Fisicoquímica de fluidos supercríticos y líquidos iónicos.
- Estudio de propiedades de transporte en líquidos iónicos.
- Estudio de las propiedades fundamentales de las interfaces óxido metálico/agua.
- Estudio de mecanismos de disolución de óxidos metálicos.
- Diseño y síntesis de estructuras coloidales complejas con organización interna avanzada.
- Síntesis de nanomateriales mesoporosos funcionales con superficies inteligentes.
- Diseño de nanomateriales con estructura jerárquica.
- Desarrollo de materiales adsorbentes avanzados.
- Desarrollo de procedimientos de oxidación avanzada para el tratamiento de residuos industriales.
- Utilización de sustratos inorgánicos de bajo costo para la remoción de contaminantes orgánicos persistentes.
- Metodologías analíticas para la determinación de contaminantes ambientales y establecer sus fuentes.
- Metodologías analíticas como herramientas para el diagnóstico de la contaminación con arsénico en aguas, sedimentos, alimentos y fluidos biológicos.
- Adsorbentes para la preconcentración de vestigios de metales basados en vidrios de poro controlado y nanotubos de carbón.
- Técnicas quimiométricas para la evaluación de datos analíticos y optimización de procedimientos.
- Desarrollo de métodos para la determinación de: aleaciones de interés nuclear, impurezas en uranio y hafnio y niobio en alambre de zircaloy-2.
- Aplicaciones directas e inversas de modelos de transporte local y regional de contaminantes atmosféricos.
- Coordinación del Nodo PAE 22771 “Aplicaciones de “films” delgados autoensamblados nano y mesoestructurados multifuncionales de la Red Nacional de Nanotecnología Molecular”.
- Coordinación del Nodo PAE 22708 “Películas delgadas de la Red Argentina de Nanociencia y Nanotecnología: materiales nanoestructurados y nanosistemas”.
- Coordinación del Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología: caracterización de nanopartículas y superficies nanoestructuradas.
- Co-coordinación del Área Química de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

### Radiobiología

Se realizan investigación básica y aplicada, desarrollo y aplicaciones clínicas en el área de los efectos biológicos de las radiaciones y el empleo de radioisótopos, con la correspondiente formación de recursos humanos de excelencia. Las actividades se llevan a cabo en tres campos:

**Patología de la radiación**

Las líneas de investigación son:

- Efectos biológicos de radiaciones de baja y alta transferencia lineal de energía en modelos de células normales y tumorales.
- Participación de especies reactivas de oxígeno en procesos de carcinogénesis. Posibles aplicaciones terapéuticas.
- Estudios de toxicidad de compuestos de uranio y arsénico en modelos biológicos experimentales. Métodos de prevención.
- Estudios de biocompatibilidad de materiales de implante en modelos experimentales y biopsias humanas de implantes fracasados.
- Estudios de contenido de ADN con valor pronóstico y diagnóstico en biopsias orales humanas.
- Estudios experimentales y clínicos de la terapia por captura neutrónica en boro (BNCT) en modelos de cáncer oral y metástasis hepáticas.
- Estudio de marcadores histoquímicos de pre cáncer y cáncer.

En 2008 se gestionó en forma conjunta con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y la Fundación Instituto Leloir, el patentamiento internacional del producto biotecnológico para tratamiento del cáncer "Chimeric promoter inducible by reactive oxygen species and vector comprising the same".

**Bioquímica nuclear**

Las actividades están principalmente dedicadas al estudio de los mecanismos moleculares involucrados en la regulación de la función y el crecimiento de la glándula tiroides en condiciones normales y patológicas, así como en la implementación de nuevos tratamientos para el cáncer diferenciado e indiferenciado de tiroides. Se han iniciado estudios acerca de la variación en la radiosensibilidad de melanomas humanos con diferente histopatología y sobre los factores bioquímicos y moleculares que regulan la captación de compuestos borados por estos tumores. En este marco se siguen las siguientes líneas de investigación:

- Estudios experimentales y preclínicos de captura neutrónica en boro (BNCT) para el tratamiento del cáncer indiferenciado de tiroides.
- Regulación de la función y crecimiento de la glándula tiroides en condiciones normales y patológicas.
- Uso de radiosensibilizadores en el tratamiento del cáncer diferenciado de tiroides.
- Uso de radioprotectores para la glándula tiroides.
- Optimización de la aplicación de la terapia BNCT en el tratamiento de los melanomas. Estudio de los mecanismos bioquímicos que regulan la captación de compuestos de boro en diferentes tumores.
- Análisis de las características radiobiológicas (determinación de las constantes de efectividad biológica relativa o RBE y de efectividad biológica compuesta o CBE). En ambos casos el objetivo final es aumentar la efectividad terapéutica de la terapia BNCT.
- Bases bioquímicas y moleculares de los mecanismos de resistencia tumoral al tratamiento por radio y quimioterapia: papel de las especies reactivas del oxígeno (ROS) y efectos del selenio.

**Radiomicrobiología**

Se investigan los efectos de las radiaciones en sistemas bacterianos con el propósito de determinar los mecanismos de daño radio-inducido y las estrategias celulares involucradas en la reparación, prevención y adaptación de microorganismos, mediante el empleo de sistemas bacterianos que presentan diferente radio-sensibilidad. Con fines dosimétricos se investigan, a nivel microscópico y sub-microscópico, las alteraciones producidas en materiales orgánicos e inorgánicos expuestos tanto a radiaciones electromagnéticas como a iones, estudiando diversos aspectos del daño inducido en materiales, en particular su distribución espacial hasta nivel sub-microscópico.

Las líneas de investigación y las actividades en ejecución son:

- Efectos de las radiaciones electromagnéticas estudiando las alteraciones a nivel fisiológico, bioquímico y genético.
- Mecanismos involucrados tanto en la prevención como en la reparación de los daños inducidos en microorganismos de diferente radio-sensibilidad.
- Desarrollo del diseño experimental orientado a la búsqueda de especies bacterianas ambientales que presentan alta resistencia a las radiaciones, con el objeto de obtener información más amplia respecto de la diversidad de mecanismos de adaptación a condiciones extremas y orientar la posible aplicación de estos sistemas bacterianos a procesos de biodegradación de contaminantes ambientales.
- Estudios de bacterias presentes en equipos de la industria nuclear con énfasis en bacterias significativas desde el punto de vista de la corrosión microbiológica. Se investiga la respuesta a radiaciones para determinar la presencia de bacterias radioresistentes y el análisis de la capacidad corrosiva.

- Eliminación biológica de nitrógeno de efluentes líquidos. Investigación básica y de escala de laboratorio en el estudio de la comunidades microbiológicas para el desarrollo de un proceso orientado a eliminar óxido de nitrógeno (NO<sub>3</sub>) y amoníaco provenientes de procesos en los que interviene nitrato de uranio como producto intermediario y que producen concentraciones tóxicas en los líquidos que se evacúan.
- Microorganismos en la gestión de residuos radiactivos. Desarrollo de un proceso de utilización de bacterias como absorbentes o captadores en la remoción de radionucleídos en residuos durante el ciclo de combustible nuclear que producen concentraciones tóxicas en los líquidos que se evacúan.
- Investigación de los procesos de formación del biofilm de bacterias bucales. Estudio de biocorrosión y los efectos de la radiación ultravioleta (UVA) en bacterias bucales y su posible aplicación en la inactivación de caries y en la profilaxis dentaria pre-operatoria.
- Daño por radiación de iones pesados de diversas energías en materiales orgánicos e inorgánicos. Con una técnica desarrollada en laboratorio se analiza el perfil de la extensión radial del daño producido por los iones a partir de su trayectoria, con resolución de 1 nm, utilizando microscopía electrónica de transmisión.
- Ensayos de aplicación de esta técnica para la obtención de perfiles de trazas en silicio/oxígeno-2 y silicio, materiales de gran importancia en componentes electrónicos, en particular los de uso espacial.
- Ensayos de auto-radiografía de cortes de tejido en detectores poliméricos de trazas nucleares para evaluar distribución de boro-10 y uranio en el material biológico.
- Participación en el proyecto binacional PROSUL (Argentina-Brasil) para la investigación de daño por radiación con iones pesados en materiales inorgánicos.

En 2009 se continuaron desarrollando las diferentes líneas de trabajo de investigación básica y aplicada antes detalladas. También hubo una significativa producción científica académica, con un total de 2 libros publicados, 14 trabajos publicados en revistas internacionales y 40 presentaciones efectuadas en congresos nacionales y 9 en congresos internacionales.

## APLICACIONES DERIVADAS DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR

El conocimiento que ha desarrollado la CNEA en las diferentes áreas, ya sea en sus aspectos teóricos como experimentales, permite aprovechar las tecnologías adquiridas para resolver cuestiones de ámbitos diversos.

## ENERGÍAS RENOVABLES E HIDRÓGENO

Se realizan tareas de investigación y desarrollo sobre fuentes renovables de energía como alternativa o complemento de los sistemas tradicionales de generación. En 2009 se trabajó en:

- El estudio, caracterización y simulación numérica de celdas solares de silicio cristalino y celdas solares monojuntura y multijuntura basadas en semiconductores compuestos por elementos de las columnas III y V de la Tabla Periódica de los Elementos, estableciéndose una colaboración formal con grupos del Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química de Santa Fe y la Universidad Nacional del Comahue a través del proyecto PIP-CONICET2009-2011 N° 02318 "Estudio teórico-experimental de celdas solares para aplicaciones terrestres y espaciales".
- El desarrollo de celdas solares basadas en materiales semiconductores III-V, en colaboración con el Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química de Santa Fe en lo que se refiere a simulación y diseño de los dispositivos, y con el Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid en lo relativo a la caracterización y fabricación, a través del proyecto de colaboración "Caracterización comparada de células multiunión basadas en Semiconductores III-V" financiado por esa universidad.
- El desarrollo de radiómetros fotovoltaicos PAR (sensores de radiación solar fotosintéticamente activa), clave en la comprensión de diversos procesos biológicos y la estimación del crecimiento de cultivos.
- El desarrollo de materiales (membranas, membranas difusoras de gases y catalizadores) para celdas de combustible alimentadas con metanol, en el marco del proyecto PICT "Start Up 35403", construyéndose un prototipo de celda PEM con materiales propios.
- El proyecto PAE 36985 "Producción, purificación y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía", en el marco del subproyecto "Celdas de combustible", en el desarrollo de nuevas membranas ionoméricas (alcalinas y protónicas) y de nuevos catalizadores mesoestructurados de base platino.

## DISPOSITIVOS, ESTRUCTURAS Y PROCESOS AVANZADOS

Generalmente motivados en necesidades externas, existen una serie de dispositivos, estructuras y procesos en pleno desarrollo:

**Sistemas Micro-Electro-Mecánicos (MEMS):**

Se trata de componentes electromecánicos (sensores, actuadores) fabricados mediante procesos especiales, en escalas muy reducidas, del orden de los micrómetros. Se utilizan en aplicaciones muy diversas, poseen ventajas como peso, tamaño y consumos de energía muy bajos, y aprovechan de otras formas las capacidades de los materiales. Entre las tareas desarrolladas en este campo en 2009 se encuentran las siguientes:

**Infraestructura**

- Finalización de la construcción del Laboratorio de Micro y Nanotecnología e iniciación de la instalación de equipos e instrumentos en el mismo.
- Finalización de la construcción de una máquina semiautomática para procesamiento de fotolitografía con sistemas especiales y adecuados para área limpia.
- Continuación del montaje de un área de diseño y simulación de micro dispositivos (MEMS).
- Continuación del montaje de un Laboratorio de Electrónica para caracterización de dispositivos MEMS.
- Finalización del montaje y puesta a punto de un banco de gases para la calibración de sensores de película delgada y gruesa.
- Iniciación de la etapa de "Terminación y Final de Obra" del Laboratorio de Olfatometría e inicio de la construcción de un segundo banco de gases.
- Puesta en marcha de un Laser Nd:Yag para desarrollo de técnicas de micromaquinados con láser.

**Sensores de gases y narices electrónicas**

- Continuación del estudio de la respuesta del prototipo pre-competitivo de nariz electrónica para control de procesos industriales, finalizándose la construcción del prototipo portátil e iniciándose el estudio de su respuesta.
- Continuación del desarrollo del espectrómetro de movilidad iónica (IMS) para la detección de contaminantes ambientales y explosivos. Estudio de pre factibilidad para el diseño y construcción de un IMS con tecnología MEMS.
- Finalización de la construcción y calibración de dos monitores de gases que se instalaron en el volcán Peteroa para el control de emisiones de dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno.
- Inicio del desarrollo de microsensores de gas con películas delgadas microestructuradas.

**RF-MEMS**

- Finalización del proyecto de desarrollo tecnológico "Dispositivos MEMS para uso espacial" (Fase IV) para la Comisión Nacional de Actividades Espaciales para el Plan Espacial Nacional.
- Realización de todos los estudios previos de funcionamiento y de finalización de los diseños definitivos para la fabricación de desplazadores de fase (dispositivos RF-MEMS para uso espacial), en colaboración con la Universidad Tecnológica Nacional.
- Desarrollo de la primera versión del "software" de simulación de antenas de retardo de fases.
- Contactos con el Grupo de Mecánica de Fluidos Computacional de Santa Fe para el desarrollo un sistema de simulación numérica del proceso de generación de iones por descarga de tipo corona.

**Baterías**

- Continuación del proyecto "Diseño, desarrollo y provisión de baterías de vuelo para la Misión SARE" para la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, en cuyo marco se desarrolló y construyó un ciclador para analizar baterías de satélites litio-ión como parte del desarrollo de la tecnología de litio-ión para el Plan Espacial Nacional.
- Continuación del armado de baterías de litio-ión para el volcán Peteroa.

**Robot Proyecto CAREM**

- Inicio de la instalación y programación de un brazo robot para su uso en centrales nucleares en el marco del proyecto CAREM, gestionándose la adquisición de brazos robóticos, material electrónico, herramientas hidráulicas y manipuladores robóticos.

**BIOMEMS**

- Continuación del desarrollo de sensores biológicos para la detección de cáncer.
- Continuación de los experimentos de nanopartículas magnéticas en ratones.
- Comienzo de las primeras etapas de fabricación del microchip para "drug delivery".
- Continuación en el desarrollo de nanoporos para secuenciación de ADN.
- Inicio de la fabricación de microcanales en PDMS.

**Procesos de recubrimiento y deposiciones de materiales**

- Iniciación de los trabajos de investigación y caracterización para realizar recubrimiento con nitruro de silicio ("SixNy") y "Diamond Like" Carbón (DLC).
- Iniciación de los trabajos de depósitos de nanotubos de carbono, pegado de polímero y vidrio en plasma de oxígeno, película de carbono similar DLC conductora y óxido de cinc.
- Obtención de los primeros resultados de recubrimiento de pastillas de óxido de boro con películas a base de carbono.



Laboratorio de Micro y Nanotecnología  
Área limpia  
Centro Atómico Constituyentes



Sistemas de micro-electromecanismos (MEMs) - Prototipo de nariz electrónica para control de procesos industriales  
Centro Atómico Constituyentes

- Producción satisfactoria de recubrimientos sobre metales, obleas de silicio y policarbonatos, de los siguientes elementos: dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), nitruro de silicio ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), carburo de titanio ( $\text{TiC}$ ), oxinitruro de titanio (Tinos), óxido de cinc ( $\text{ZnO}$ ).

Además, en 2009 hubo una significativa producción científica académica, con 3 trabajos publicados en revistas internacionales y 11 presentaciones efectuadas en congresos nacionales y 4 en congresos internacionales. También se continuó con la formación de estudiantes de doctorado en el área de MEMS y nanotecnología a través de la Primera Escuela de Micro y Nanotecnología en el marco de los proyectos PAE-2004 y PRH-2007.

#### Proyecto Paneles Solares para Uso Espacial



Proyecto Paneles solares  
Soporte giratorio con sistema de  
posicionamiento 3-D  
Centro Atómico Constituyentes

El Plan Espacial Nacional, en ejecución desde 1996, prevé la realización de diversas misiones satelitales que requieren paneles solares diseñados específicamente teniendo en cuenta las dimensiones y geometría del satélite y aptos para satisfacer la demanda de energía eléctrica de los demás subsistemas del mismo. La CNEA y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) suscribieron un convenio que dio lugar a la iniciación, en abril de 2001, del proyecto "Paneles solares para uso espacial", cuyo objetivo es el diseño, fabricación y ensayo de los paneles solares de ingeniería y de vuelo para las misiones satelitales SAOCOM IA y IB. En contratos posteriores, la colaboración con la CONAE fue ampliada a fin de incluir el desarrollo de los paneles solares para la misión Aquarius/SAC-D y también la realización de ensayos ambientales sobre celdas solares y otros componentes para uso satelital.

#### Paneles solares para las misiones satelitales SAOCOM IA y IB

El proyecto satelital SAOCOM se desarrolla en el marco del "Sistema Ítalo Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias" (SIASGE). La CNEA es responsable de la integración de los paneles solares para los satélites SAOCOM IA y IB asociados al SIASGE. Durante 2009 se avanzó con la ingeniería de detalle de los paneles, la logística y la construcción de elementos de soporte en tierra para la integración y el transporte de los modelos de calificación de los paneles. Asimismo, la CONAE adquirió los principales componentes para la fabricación de los modelos de ingeniería y de vuelo correspondientes a la misión SAOCOM IB, previéndose que durante el año 2010 se comenzará la integración del modelo de calificación de las misiones SAOCOM. En este caso, también se proveerán los sensores solares gruesos para el control de actitud del satélite.

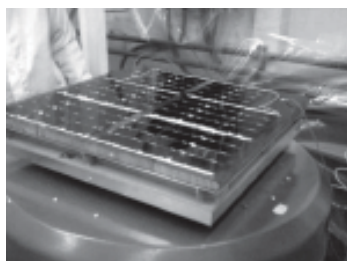
#### Paneles solares para la misión satelital Aquarius/SAC-D

La misión satelital Aquarius/SAC-D es un emprendimiento conjunto entre la CONAE y la agencia espacial de los Estados Unidos (NASA), en el cual la CNEA es responsable del desarrollo de los paneles solares para el satélite. En el marco del contrato correspondiente, en 2009 se desarrollaron las siguientes actividades:

- Realización del "Aquarius / SAC-D Solar Array Workshop", con participación de expertos de la CNEA, la CONAE, la NASA y la empresa INVAP S.E.
- Como parte de las sugerencias surgidas en anteriores reuniones de revisión del proyecto, se completó el ensayo de termovaciación extendido (10.000 ciclos) sobre una muestra formada por una subcadena de 4 celdas solares sobre un sustrato de fibra de carbono y Kapton.
- Presentación del estado de avance de la integración de los paneles solares de vuelo en la Revisión de la Integración del Sistema ("System Integration Review"), llevada a cabo por un Comité Revisor internacional con participación mayoritaria de expertos de la NASA.
- Conclusión de la integración de las dos alas de los paneles solares de vuelo, los cuales fueron enviados al Edificio de Integración de la empresa INVAP S.E. para la realización de los ensayos de despliegue y posterior traslado al Brasil para los ensayos de aceptación.

#### Sensores solares gruesos para uso espacial

A través de un contrato suscripto con la empresa INVAP S.E., se fabricaron y ensayaron 2 sensores solares gruesos de calificación y 22 de vuelo, aptos para su uso como sensores de posición en satélites artificiales. Dichos sensores fueron fabricados utilizando procedimientos desarrollados en el marco de las misiones SAOCOM y Aquarius/SAC-D. Tanto la fabricación como los ensayos de calificación y los de aceptación para los 22 sensores de vuelo se realizaron íntegramente en la CNEA.



Proyecto Paneles solares  
Fabricación de paneles solares para  
satélites - Centro Atómico Constituyentes

#### Proyecto Antena Radar de Apertura Sintética (ARAS)

Tiene como objetivo el desarrollo y fabricación de una antena para un instrumento radar de apertura sintética para la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, en el marco de un convenio específico entre ambos organismos. A partir de la realización de la reunión de revisión de diseño del Proyecto SAOCOM, cuya consecuencia principal fue de aumentar un 40% la superficie de la antena, en 2009 se completaron las tareas de ingeniería relacionadas con la fase de desarrollo del proyecto y se iniciaron las referidas a la ingeniería y fabricación de los distintos modelos de calificación y la ingeniería de detalle de los modelos de vuelo. También se completaron las modificaciones en las instalaciones y equipos de producción para poder fabricar la nueva antena.



Proyecto Antena Radar de Apertura  
Sintética - Modelos para ensayos de  
caracterización de radio frecuencia  
Centro Atómico Constituyentes

## ESTUDIO DEL PATRIMONIO CULTURAL

Las actividades en este campo tienen por objeto la caracterización, preservación y autenticación del patrimonio cultural mueble, inmueble y bibliográfico del país. Se trabaja en la oferta de tecnologías desarrolladas en estas especialidades para satisfacer necesidades en los órdenes local y nacional. A través del tiempo la CNEA ya ha satisfecho muchas de estas necesidades.

Algunas de las técnicas disponibles son:

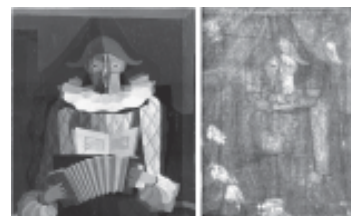
- Reconocimiento/datación de objetos antiguos a partir del análisis de la composición y tipo de materiales.
- Radiación gamma para la preservación de objetos culturales, históricos y arqueológicos.
- Técnicas de diagnóstico por imágenes e iluminación.
- Radiodesinfestación, análisis por activación neutrónica y conservación y restauración de papel.
- Técnicas para inspección del interior de mamposterías y objetos enterrados.
- Caracterización inorgánica de materiales en arte y arqueología.
- Identificación de pigmentos en obras de arte.
- Fluorescencia de Rayos X en estudios vinculados con la arqueometría y la preservación del patrimonio cultural.
- Microscopía Raman para la identificación de compuestos en materiales diversos

Entre las actividades salientes realizadas en 2009 se encuentran:

- Dictado del VI Curso “Técnicas para el estudio de bienes culturales” en el mes de octubre, en forma conjunta con el Instituto de Tecnología Prof. Jorge Sabato y la Universidad Nacional de San Martín, con el objetivo de brindar a los participantes conocimientos sobre las posibilidades que ofrecen las técnicas actuales para el estudio de bienes culturales y la conservación de objetos arqueológicos, históricos y artísticos, elaborados con distintos materiales.
- Organización junto con la Universidad Nacional de Córdoba del “III Congreso argentino de arqueometría” y las “Segundas jornadas nacionales para el estudio del patrimonio cultural” celebradas en la Academia de Ciencias de Córdoba del 20 al 23 de septiembre, en el cual la CNEA presentó los siguientes trabajos:
  - “Patrimonio cultural de la CNEA: historia de pioneros y logros institucionales”
  - “Patrimonio arquitectónico de la Patagonia”
  - “Simulacros de desastre y recuperación de material bibliográfico realizados en el Centro Atómico Ezeiza”
  - “Aplicaciones informáticas para la conservación”
  - “Caracterización de componentes metálicos de textiles pertenecientes al Patrimonio Nacional”
  - “Análisis de restos asociados al esqueleto humano del sitio HMS SWIFT (1770)”
  - “Patrimonio rupestre en el Alero Maqui, Valle Encantado, Patagonia: Caracterización química inorgánica de pigmentos”
- Participación en la restauración del “Grupo escultórico Leones”, colaboración solicitada por el Museo Histórico Nacional para la identificación de los componentes de ese grupo escultórico emplazado en el patio de entrada del Museo, que se halla en proceso de restauración.
- Participación en el proyecto de cooperación técnica en el marco del acuerdo ARCAL RLA/8/043 “Técnicas analíticas nucleares para el desarrollo de bases de datos destinadas a la caracterización de bienes del patrimonio cultural”.
- Ejecución del contrato de investigación con el Organismo Internacional de Energía Atómica ARG I 3864 “Combinación de técnicas analíticas nucleares para mejorar la caracterización de materiales analizados”, como parte del programa de investigación coordinada “Unificación de espectrometrías nucleares: técnicas integradas como nueva herramienta para investigación de materiales”.
- Edición de un libro y 3 publicaciones y presentación de 2 trabajos en congreso nacionales y de 7 en internacionales.



Tecnologías aplicadas a la preservación del patrimonio cultural - Aplicación de reflectografía infrarroja a obra pictórica



Tecnologías aplicada a la preservación del patrimonio cultural - Reflectografía infrarroja  
Izquierda: imagen real  
Derecha: imagen radiográfica

## PROYECTOS INTERINSTITUCIONALES

## Proyecto Interinstitucional de Plasmas Densos

El Programa de Cooperación Interinstitucional de Plasmas Densos (PIPAD) es desarrollado desde 1996 conjuntamente por la CNEA, la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y las Universidades Nacionales del Centro, de Mar del Plata, de Buenos Aires y de Rosario. El programa tiene por misión realizar en forma multidisciplinaria y colaborativa investigaciones sobre fusión nuclear pulsada y desarrollar aplicaciones en la industria, medicina, agricultura, minería y medioambiente, centradas en tecnologías de plasmas nucleares. El PIPAD es coordinado por el laboratorio PLADEMA ubicado en el “campus” de la Universidad Nacional del Centro, sito en Tandil, provincia de Buenos Aires, laboratorio que juega un papel central en proyectos bilaterales de cooperación de la CNEA con la Comisión Chilena de Energía Nuclear en



Proyecto PLADEMA - Plasma Focus miniaturizado de 1 J desarrollado conjuntamente con la Comisión Chilena de Energía Nuclear

el área de fusión nuclear y de física de plasmas. El PLADEMA también es Instituto asociado de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

En 2009 se inició la segunda etapa de la construcción de una facilidad plasma focus de alta energía, que consiste en el "upgrading" progresivo de los módulos experimentales diseñados y construidos en la primera etapa. Las actividades y logros principales del Programa en 2009 fueron los siguientes:

- Diseño de un régimen de operación con focalización múltiple en un mismo pulso de energía, lo cual fue comprobado experimentalmente en el módulo 3 de la facilidad plasma focus del Pladema y en el módulo 4 del Centro Atómico Bariloche.
- Construcción y ensayo de un módulo experimental ultracompacto de plasma focus de alta densidad de energía realizado en conjunto con la Comisión Chilena de Energía Nuclear.
- Ensayos de operación de cañones plasma focus sin cátodo circundante, lo cual fue acompañado por el modelado numérico basado en la aproximación de pistones planos.
- Realización de cálculos numéricos mediante aproximaciones de Von Karman, para mejorar la eficiencia de los pulsos de fusión en las facilidades plasma focus, validados con ensayos experimentales en el módulo 1 de la facilidad.
- Continuación del desarrollo de técnicas de segmentación de imágenes radiográficas tomadas con emisiones del módulo 1 de la facilidad plasma focus como parte del subproyecto de aplicaciones de los pulsos de radiación.
- Estudio experimental de la emisión de rayos x pulsada del módulo 4 de la facilidad plasma focus, en el que se determinó la tensión de carga mínima necesaria para la extracción de neutrones del foco de plasma.
- Desarrollo de un método de resolución numérica de sistemas de ecuaciones diferenciales y algebraicas, que permite el cálculo eficiente de problemas dinámicos "stiff", necesario para el modelado de los fenómenos físicos involucrados en los plasma focus. Esta actividad tiene aplicaciones también en la ingeniería de reactores avanzados de fisión.
- Iniciación de ensayos experimentales de fluidodinámica de configuraciones compactas como parte de la ingeniería de la facilidad plasma focus de alta energía. Esta actividad tiene aplicaciones también en la ingeniería de reactores avanzados de fisión.

### Proyecto Internacional Pierre Auger

El Proyecto Internacional Pierre Auger consiste en la construcción de dos observatorios para el estudio de los rayos cósmicos ultra energéticos, uno en cada hemisferio. Argentina es sede del Observatorio Austral, el único construido hasta el presente. El mismo fue inaugurado en 2008 y está ubicado en la provincia de Mendoza. Con una superficie de 3.000 km<sup>2</sup> se trata del observatorio más grande del mundo. El objetivo de Auger es estudiar el misterio de las energías más altas conocidas en la naturaleza, los rayos cósmicos que llegan desde distintas partes del universo. Se pretende develar incógnitas básicas como qué partículas son estos rayos cósmicos, dónde se generan, cómo se aceleran y propagan a través del universo.

Además de su tamaño, otra característica distintiva del Observatorio es su naturaleza híbrida, pues consta tanto de detectores de superficie como de telescopios. Los detectores de superficie son tanques con 10.000 litros de agua basados en el efecto Cherenkov por el cual una partícula cargada que viaja a una velocidad mayor que la de la luz en el medio emite fotones. Los telescopios a su vez miden la luz de fluorescencia que se emite en la atmósfera como consecuencia del arribo de los rayos cósmicos. El Observatorio posee más de 1.600 detectores de superficie espaciados cada 1.500 metros y de 24 telescopios de fluorescencia rodeándolo, lo que permite detectar los extremadamente escasos rayos cósmicos de mayor energía y minimizar las incertezas sistemáticas de medición.

La CNEA tiene una participación protagónica en el Proyecto Auger canalizando junto con el Gobierno de la Provincia de Mendoza la inversión argentina en el mismo. Se colabora también con varios grupos y, en particular en la Argentina, con grupos de Universidad Tecnológica Nacional, de la Universidad Nacional de La Plata, del Centro de Investigaciones en Láseres y sus Aplicaciones, del Instituto de Astronomía y Física del Espacio y de la Universidad de Buenos Aires.

El Observatorio obtuvo durante 2009 valiosos datos que consolidaron los resultados de años anteriores. El estudio de las fuentes de los rayos cósmicos siguió siendo el tema de gran relevancia científica. Las mediciones de 2009 sostuvieron la conclusión que las direcciones de arribo de los rayos cósmicos no están distribuidas uniformemente. Sin embargo aún con un observatorio del tamaño de Auger solo se observaron 42 rayos cósmicos de las energías más altas con los que es posible obtener alguna información de la posición de la fuente de rayos cósmicos. Todavía no es posible determinar con certeza cuáles son las fuentes de los mismos pero sí se especula que se trataría de astros entre los cuáles las galaxias con núcleos activos son uno de los candidatos principales. A menores energías, surgen grandes deflexiones de los rayos cósmicos por los campos electromagnéticos existentes en el universo por lo que su dirección de arribo a la Tierra no aporta información sobre su lugar de origen.



Proyecto Internacional Pierre Auger  
Edificios que albergan a los  
telescopios HEAT

Luego de la inauguración del Observatorio en noviembre del 2008, el Proyecto Auger entró en una segunda fase con el objetivo de extender su capacidad de observación a rayos cósmicos de energías 10 veces menores. Estos rayos cósmicos son sumamente interesantes dado que están en el límite dónde se supone que sus fuentes pasan de estar en la Vía Láctea a otras galaxias.

Para lograr detectarlos con la precisión necesaria se están construyendo sistemas de detectores adicionales. Por un lado se está instalando un sistema de tres telescopios adicionales con un campo de visión más alto (HEAT, "High Elevation Auger Telescopes") que los actuales, para permitir la observación de las lluvias de rayos cósmicos que se desarrollan a mayor altura, correspondientes a menores energías. Los telescopios ya están recolectando datos y están siendo actualmente calibrados. La CNEA a su vez tiene una participación protagónica en el desarrollo de dos detectores adicionales. Uno de los sistemas consiste en detectores de superficie espaciados cada 750 metros (en vez de los 1.500 metros del arreglo principal del Auger) en un área de 20 km<sup>2</sup>. El 50% de este detector ya fue instalado. Para el mismo se desarrolló en colaboración con la Universidad Tecnológica Nacional un nuevo sistema de telecomunicaciones basado en tecnología estandarizada reduciendo dramáticamente los costos de construcción y mantenimiento. Este sistema está siendo probado en el campo. La CNEA, además, participa en el procesamiento de datos obtenidos por este detector.

El evento más importante del 2009 fue sin duda el entierro del primer prototipo de contador de muones en el sitio del Observatorio. El contador de muones está compuesto por 64 barras de centellador plástico. Cada barra tiene una fibra óptica conectada a un tubo fotomultiplicador de 64 píxeles. El contador de muones se entierra a 2.25 m de la superficie para detectar solamente los muones de la lluvia cósmica pues las otras componentes son detenidas en la tierra. Con un sistema de estos contadores se ganará valiosa información para conocer qué tipo de partículas son los rayos cósmicos incidentes.

El desarrollo del contador de muones es un emprendimiento liderado por CNEA con la participación de la Universidad Tecnológica Nacional, las Universidades de Siegen (Alemania), Lodz (Polonia), Autónoma de México y Alcalá de Henares (España) entre otros. Estos equipos se han consolidado en 2009 con la incorporación de ingenieros, científicos y técnicos.

En 2009 también se abrieron dos nuevas perspectivas de participación en proyectos internacionales. Por un lado profesionales de la CNEA participaron en el equipo que logró atraer la construcción de una antena de espacio profundo de la Agencia Espacial Europea (ESA) a la Argentina y, más precisamente, a un sitio cercano al Observatorio Auger. La antena será una de las 3 más potentes de la ESA y se usará principalmente para telecomunicaciones con misiones espaciales interplanetarias. Adicionalmente, hay oportunidades para la CNEA de participar en proyectos de radioastronomía, en el tiempo de antena disponible para Argentina. El segundo proyecto es CTA ("Cherenkov Telescope Array"), un observatorio de rayos gamma de nueva generación (la Argentina tiene muchas posibilidades de ser la sede de este otro mega emprendimiento científico-técnico). En busca de participar en la ciencia y técnica del CTA, se formó una colaboración con diversas instituciones argentinas. Como aporte al CTA la CNEA participa en el desarrollo de espejos de fibras de carbono y el desarrollo de un sistema Lidar para monitoreo de la atmósfera.

En resumen, 2009 fue un año de fuerte crecimiento. La consolidación institucional lograda estuvo acompañada por la incorporación de profesionales y técnicos de primera línea. El 2010 las prioridades son avanzar con el desarrollo del contador de muones y desarrollos ligados al CTA.

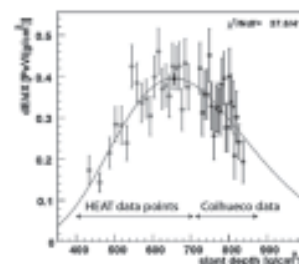
### Centro Internacional de Ciencias de la Tierra

El Centro Internacional de Ciencias de la Tierra (ICES), fue creado en Argentina como un proyecto entre la Universidad Nacional de Cuyo y la CNEA, teniendo una estrecha relación con el ICES italiano. En la Argentina posee tres regionales, una en Malargüe, provincia de Mendoza, otra en la ciudad de Mendoza y una tercera en el Centro Atómico Constituyentes.

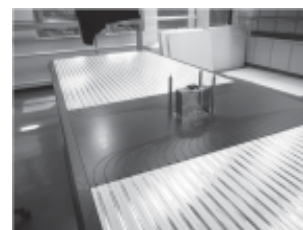
Las actividades en 2009 se iniciaron transportando e instalando dos módulos, uno habitacional y otro para instrumental, en la base del volcán Peteroa, ubicado en la frontera con Chile, en el Municipio de Malargüe. También se instaló un prototipo de detector de gases, construido en la CNEA, en una fuente de agua termal ubicada próxima a los módulos ya mencionados. Estas funcionaron correctamente durante el período (estival) establecido para su control.

El ICES organizó junto con la Universidad Nacional de Cuyo, la Universidad Favaloro, la Universidad del Salvador y la Embajada de Italia en la Argentina, las "1ª jornadas Internacionales sobre Gestión de Riesgo de Desastres" los días 21 y 22 de mayo en la Ciudad de Mendoza. En esa ocasión se confeccionó la "Carta de Mendoza" que se presentará formalmente en 2010.

También en 2009 las distintas regionales del ICES organizaron seminarios y conferencias, destacándose la realizada en el Centro Atómico Constituyentes por un expositor del "Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia" de Italia, quien expuso sobre "Airborne Geophysical Platform", plataforma usada para la detección de mineral de uranio, ocasión en la que se gestionó su posible uso en la CNEA.



Proyecto Internacional Pierre Auger  
Gráfico de fotones medidos en función de la posición en la atmósfera de la lluvia en su recorrido hacia la tierra, en rojo/azul los datos de los nuevos/viejos telescopios.



Proyecto Internacional Pierre Auger  
Contador de muones donde se aprecian las barras centelladoras blancas y la canalización de las fibras ópticas al conector óptico central



Proyecto Internacional Pierre Auger  
Primer contador de muones enterrándose en el Observatorio Auger inserto para apreciar su electrónica.

Entre el 24 y el 27 de noviembre, en el Centro de Convenciones y Exposiciones Thesaurus, de la ciudad de Malargüe, se desarrolló el Quinto Encuentro Científico del "International Center for Earth Sciences, ICES", llamado E-ICES 5, que contó con un total de 120 inscriptos entre argentinos y extranjeros, de los cuales 17 provenían de Italia, España, Colombia y el resto de América. Se realizaron 7 conferencias plenarias, 63 exposiciones orales y 20 presentaciones en póster.

Los participantes del ICES presentaron trabajos en distintos congresos y reuniones científicas y se comenzó a trabajar en la biorremediación de uranio.

También, el ICES obtuvo un subsidio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica para el financiamiento del Proyecto PICT ICES-IDAC PICT 2007-01769: "Emisión acústica y precursores sísmicos".

### Laboratorio Internacional Asociado en Nanociencias

Entre los avances tecnológicos de las últimas décadas, la nanotecnología ocupa un lugar protagónico. La fabricación y el control de objetos de tamaño molecular y el control de la materia a esas escalas abren nuevas oportunidades en una diversidad de campos. La CNEA viene desarrollando actividades en esta área desde hace unos diez años, reconociendo el impacto que estas tecnologías tendrán en el futuro.

En 2007 se creó en el ámbito de la CNEA, el Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, como un programa transversal que cuenta con la cantidad más grande de investigadores y tecnólogos - más de 80 - y de estudiantes de grado y posgrado del país y con una destacable producción científica y tecnológica. Para llevar adelante con éxito los desafíos que implica esta temática, el Instituto de Nanociencia y Nanotecnología desarrolla programas de colaboración con otras instituciones, tanto en el ámbito nacional como internacional. En particular, la colaboración con grupos de investigación de Francia ha dado fructíferos resultados.

En ese contexto en 2009 se acordó la creación del Laboratorio Internacional Asociado que articula al Instituto de Nanociencia y Nanotecnología y al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación por el lado argentino, con el Instituto de Nanociencia de París, la Universidad Pierre y Marie Curie y el Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS), por parte francesa, que abre nuevas oportunidades para una mejor y más provechosa integración en el campo de la ciencia y la tecnología y en la formación de recursos humanos.

### Fundación Argentina de Nanotecnología

La Fundación Argentina de Nanotecnología es una entidad de derecho privado y sin fines de lucro, creada por el Decreto 380/2005 del Poder Ejecutivo Nacional, que desarrolla sus actividades en el ámbito del Ministerio de Economía y Producción de la Nación, y en la que participa la CNEA. Sus objetivos son:

- Sentar las bases necesarias para el fomento y promoción del desarrollo de la infraestructura humana y técnica del país en el campo de la nanotecnología y la microtecnología.
- Fomentar la generación de valor agregado a la producción nacional para el consumo del mercado interno y para la inserción de la industria local en los mercados internacionales.
- Fomentar la colaboración entre organismos públicos, empresas y organizaciones del área de ciencia, tecnología e innovación, que cooperan para incorporar el potencial innovador de las micro y las nanotecnologías al crecimiento del país.
- Apoyar actividades de identificación de prioridades temáticas, nichos de oportunidad para el país, buenas prácticas y concertación de esfuerzos. Todas ellas, dirigidas a una consolidación de este campo en la Argentina.
- Desarrollar acciones para apoyar la participación de investigadores, instituciones y empresas en redes internacionales, crear un inventario de recursos nacionales en el campo de las micro y nanotecnologías, realizar consultas públicas a la comunidad científico-tecnológica sobre las necesidades, oportunidades y estrategias de apoyo, y prestar información de relevancia a potenciales usuarios y al público en general sobre la nanotecnología, su importancia y las oportunidades que ofrece para mejorar la producción, la competitividad de la industria y la calidad de vida de la población.

Las actividades desarrolladas en 2009 fueron:

- Organización del encuentro "Nano MERCOSUR 2009: Oportunidades de Micro y Nanotecnología". Realizado los días 4, 5 y 6 de agosto, en el Palacio San Miguel de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Su objetivo fue analizar los desafíos y oportunidades que ofrecen la aplicación de las micro y nanotecnologías para aumentar la competitividad industrial, incrementar los beneficios socioeconómicos y atender a los temas medioambientales derivados de su utilización. Incluyó: una feria de empresas e instituciones de investigación y desarrollo con capacidades y proyectos innovadores en micro y nanotecnologías, un seminario internacional con temas clave para el desarrollo de estas tecnologías y paneles sobre sectores productivos específicos. Además contó con un "Stand de Negocios". El seminario internacional reunió a un público numeroso de casi 800 personas, integrado por investigadores, tecnólogos,

gestores de política, empresarios, funcionarios, inversores, emprendedores, profesionales y estudiantes interesados.

Los paneles se enriquecieron con la participación de invitados procedentes de Brasil, Uruguay, Chile y Estados Unidos. La calidad de los panelistas y la riqueza de los debates aportaron nuevas ideas y despertaron inquietudes sobre la nanotecnología, su futuro y la importancia de respaldar este campo con políticas públicas y una adecuada inversión del sector público, fomentando el interés de empresarios e inversores del sector privado.

- Convocatoria para financiar Ideas-Proyectos, basadas en la aplicación de las micro y nanotecnologías. Las 5 Ideas-Proyecto siguientes fueron seleccionadas por el Consejo Asesor y aprobadas por el Consejo de Administración:
  - “Obtención de microchips biológicos para uso en diagnóstico, pronóstico y conducta terapéutica en cáncer de mama humano basado en tecnologías genómicas y proteómicas”, presentada por la Fundación Instituto Leloir.
  - “Nanomateriales híbridos orgánico-inorgánicos para la remediación del medio ambiente”, presentada por Darmex.
  - “Antena array con tecnología MEMS (Micro Electrical Mechanical System)”, presentada por la CNEA y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales.
  - “Microbolómetro para uso satelital”, presentada por Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales.

a las que se les hicieron observaciones técnicas y económicas y se encuentran en proceso de elaboración de los documentos de proyectos definitivos para la firma de los acuerdos de partes finales.
- Realización de visitas de difusión y sensibilización a empresas e instituciones vinculadas con la nanotecnología.
- Iniciación de la realización de estudios de mercado específicos que permitan escalar la actividad de la industria internacional en nanopartículas y en celdas de energía a la realidad económica y social de la Argentina.
- Comienzo del armado de una nueva publicación anual denominada “Quien es quien en nanotecnología en la Argentina”, que contará con 5 secciones: la primera ofrecerá una visión institucional presentada por autoridades de la FAN en la que se reflejarán ciertos aspectos centrales para la difusión de la nanotecnología; la segunda informará quienes son los expertos que manejan esta tecnología y su especialidad en este campo, detallando los centros de investigación y desarrollo a los cuales pertenecen; la tercera presentará un listado de las empresas que ya están utilizando esta tecnología, incluyendo información sobre los contactos en las mismas; la cuarta incluirá 2 artículos combinando temas de índole académica con otros de aplicación de la nanociencia; y la quinta presentará una agenda con los eventos programados para el 2010, tanto a nivel nacional como internacional, que puedan ser de interés tanto para el ámbito científico como para el sector industrial.

### Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas

En 2009 la CNEA, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Universidad Nacional de San Martín, firmaron un acuerdo por el que crearon, en forma conjunta, el Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), cuyo objetivo es la investigación, el desarrollo y la formación de personal calificado en experimentos y tecnologías asociados con las ciencias del universo y las astropartículas.

El ITeDA contribuirá en el ámbito internacional en el estudio y detección de radiación proveniente del espacio exterior a lo largo de todo el espectro electromagnético y, muy especialmente, de astropartículas. También investigará en cosmología observacional. Realizará, además, desarrollos tecnológicos innovativos, prioritariamente en electrónica, telecomunicaciones, sistemas de adquisición de datos y monitoreo de la atmósfera y, con el soporte académico de la citada universidad, formará personal altamente especializado, generando un lugar de excelencia para la realización de posgrados en ingeniería.

Un antecedente lejano en el tiempo lo constituyó la creación por el CONICET en 1964, con la colaboración de la CNEA, del Centro Nacional de Radiación Cósmica, convertido en 1969 en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio, Centro que reconocía como antecedente al Laboratorio de Radiación Cósmica de la CNEA que en los años 50 fuera pionero en el campo de lo que hoy se conoce como astropartículas.

La creación de ITeDA constituye un hito en la articulación de la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el país, al reunir a estas tres Instituciones en una colaboración orgánica de gestión, objetivos, líneas estratégicas y evaluación.

## PROYECTOS CON EL MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (MINCyT) ofrece distintos instrumentos de financiación para la ejecución de proyectos que amplíen la capacidad científica tecnológica y promuevan la formación de recursos humanos de excelencia, a través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales del Ministerio y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) tiene como misión promover la investigación científica y tecnológica, así como también la innovación para la generación de conocimientos y la mejora de los sistemas productivos y de servicios, operando a través de distintos instrumentos o líneas de financiamiento, cubriendo una amplia variedad de destinatarios, dentro de los que se encuentran los organismos dedicados a la investigación y desarrollo. La asignación de recursos se realiza a través de convocatorias públicas y de procesos de selección diseñados para asegurar el mérito de los proyectos.

La CNEA se ha vinculado permanentemente con la ANPCyT a través de la presentación a las convocatorias realizadas por los sectores que conforman la misma. Estos sectores son los siguientes:

- El Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), que tiene como misión apoyar proyectos y actividades cuya finalidad sea la generación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos en temáticas básicas y aplicadas, desarrollados por investigadores. La CNEA ha tenido una participación activa y exitosa desde sus inicios en el año 1997, a través de la presentación a distintas convocatorias de proyectos de investigación en diversas áreas (materiales, energía, física, medicina, química, ingeniería nuclear), proyectos que involucran modernización de equipamiento, proyectos vinculados a áreas estratégicas (nanotecnología, energía, minería, etc.), y proyectos de formación de recursos humanos,
- EL Fondo Tecnológico Argentino (FONAR), que financia proyectos de innovación a través de distintos instrumentos. La CNEA ha tenido participación a través de la presentación en la convocatoria Créditos a Instituciones (CAI), actualmente identificados como Aportes Reembolsables a Instituciones (ARAI).
- El Fondo Sectorial Argentino (FONARSEC), que apoya proyectos y actividades cuyo objeto sea desarrollar capacidades críticas en áreas de alto impacto potencial y transferencia permanente al sector productivo, mejorando la competitividad en el sector, contribuyendo a la solución de los problemas diagnosticados y dando respuesta a las demandas de la sociedad, las empresas y el Estado.

La Dirección Nacional de Relaciones Internacionales del MINCyT entiende en los asuntos de naturaleza internacional que se relacionen con la ciencia, la tecnología y la innovación productiva y, en especial, los vinculados con acciones bilaterales y multilaterales en coordinación con los organismos competentes en la materia, fomentando la vinculación de la comunidad científica nacional con sus pares en el extranjero sobre la base del mutuo interés en el desarrollo de investigaciones.

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) es el principal organismo dedicado a la promoción de la ciencia y la tecnología en la Argentina, teniendo entre sus misiones organizar y subvencionar a institutos, laboratorios y centros de investigación que funcionen en instituciones oficiales.

La información que se detalla a continuación permite dar una visión de la interacción de la CNEA con el MINCyT a lo largo del año 2009. Cabe destacar que solamente se han considerado los proyectos adjudicados durante ese ejercicio.

### Proyectos con la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

#### Proyectos con financiamiento del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT)

Durante 2009, de la totalidad de proyectos concursados en las distintas convocatorias fueron adjudicados a la CNEA nuevos subsidios para 19 por un total de \$ 2.272.655.

| CONVOCATORIA                                                             | PROYECTOS APROBADOS |                  |                  |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|------------------|
|                                                                          | CANTIDAD            | MONTO<br>\$      | EJECUCIÓN (años) |
| Subsidio para Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT) | 15                  | 2.226.695        | 3                |
| Subsidio para Reuniones Científicas (RC)                                 | 4                   | 45.960           | 1                |
| <b>TOTAL</b>                                                             | <b>19</b>           | <b>2.272.655</b> |                  |

Durante 2009 prácticamente no existieron convocatorias nuevas, en éste se adjudicó la convocatoria PICT 2008 y RC 2009.

En cuanto a los proyectos PICT 2008 adjudicados, la distribución de las áreas temáticas es la que se muestra en la Fig. 1.

Durante 2009, en el marco de los Programas de Áreas Estratégicas (PAE), que fueran suscriptos en años anteriores y que tienen como objetivo desarrollar “clusters” de conocimiento para dar respuesta a problemas productivos y sociales, nacionales y regionales, en áreas estratégicas de alto impacto económico y social, donde la CNEA participa junto a otras instituciones, se firmaron instrumentos correspondientes a los siguientes proyectos:

- PAE 36985 “Producción, purificación y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía”. En el marco del Proyecto para el Fortalecimiento de los Recursos Humanos (PRH), se suscribió el proyecto correspondiente a la formación de Doctores en Áreas Tecnológicas (PFDT) N° 200-4 por un monto de \$ 726.332 a efectos de financiar 5 becas de formación doctoral, donde la ANPCyT abona el 70% y la CNEA el 30% del valor de cada beca. Adicionalmente, se financia a cada becario un monto destinado a gastos de bibliografía, asistencia a reuniones científicas y cursos de capacitación.
- PAE 37078 “Nodo para el diseño, fabricación y caracterización de micro y nanodispositivos para aplicación en el área espacial, la seguridad y la salud – Fase II”. En su marco se suscribieron:
  - El Proyecto de Investigación y Desarrollo PID 36 Nodo NANOTEC: “Antena experimental tipo phase array en banda x con tecnología MEMS” por un monto de \$ 1.000.000.
  - En el marco del Proyecto para el Fortalecimiento de los Recursos Humanos (PRH), el Proyecto correspondiente a la Formación de Doctores en Áreas Tecnológicas (PFDT) N° 204 por un monto de \$ 290.825, a efectos de financiar 2 becas de formación doctoral, donde la ANPCyT abona el 70% y la CNEA el 30% del valor de cada beca. Adicionalmente, se financia a cada becario un monto destinado a gastos de bibliografía, asistencia a reuniones científicas y cursos de capacitación.

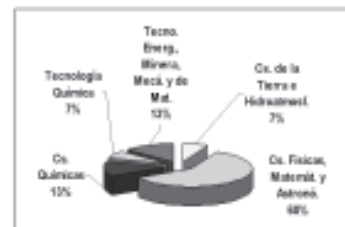


Fig. 1 - Proyecto con financiamiento FONCYT - Distribución por áreas temáticas de los proyecto PICT 2008 adjudicados en 2009

#### Proyectos con financiamiento del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR).

El financiamiento a través de los Aportes Reembolsables a Instituciones (ARAI), tiene como objetivo fortalecer las capacidades de desarrollo de servicios tecnológicos para la producción de bienes y servicios, a través de la creación, ampliación o mejoras en las facilidades de instalación, equipamiento y capacitación de recursos humanos.

En 2009 la CNEA procedió a ejecutar el financiamiento del proyecto ARAI 030 “Fortalecimiento de servicios de diagnóstico anatómo-metabólico para seguimiento y optimización de tratamientos de enfermedades oncológicas, cardiológicas y neurológicas (PET/CT) en Mendoza”, por un monto de \$ 4.318.000.

Desde 2003 la CNEA obtuvo 8 créditos por un total de \$ 14.927.862, de los cuales 5 se han ejecutado exitosamente, 4 se encuentran en etapa de devolución del crédito y uno ha finalizado el periodo de gracia. La Fig. 2 muestra el crecimiento de la financiación de los proyectos ARAI en el periodo 2003-2009.

Los sectores que fortalecieron sus capacidades de desarrollo de servicios tecnológicos para la producción de bienes y servicios fueron los siguientes:

- Laboratorio de Metrología: Proyecto CAI 080 “Modernización del Laboratorio de Metrología de Radioisótopos”, por un monto de \$ 28.078.
- Subprograma de Gestión y Extensión de Vida de Centrales Nucleares de Potencia: Proyecto CAI 082 “Asistencia técnica para la gestión y extensión de vida de centrales de generación de energía e instalaciones industriales”, por un monto de \$ 36.390.
- Laboratorio Facilidades Radioquímicas (LFR): Proyecto CAI 083 “Servicios de determinación de trazas de elementos e isótopos en materiales”, por un monto de \$153.697.
- Unidad de Actividad de Ensayos No Destructivos y Estructurales: Proyecto CAI 089 “Fortalecimiento y actualización de servicios tecnológicos para la evaluación no destructiva de sistemas, estructuras y componentes industriales”, por un monto de \$ 122.547.

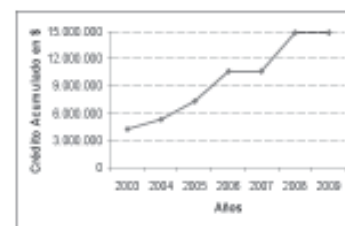


Fig. 2 - Proyecto con financiamiento FONTAR - Aportes reembolsables a instituciones (ARAI) aprobados para CNEA - Crédito acumulado 2003-2009

#### Proyectos con financiamiento del Fondo Sectorial Argentino (FONARSEC)

En 2009 el FONCYT abrió una nueva línea de subsidios denominada “Convocatoria para proyectos de infraestructura y equipamiento tecnológico 2008” (PRIETEC 2008), en la órbita del FONARSEC. La CNEA se presentó solicitando 6 subsidios por un monto de \$ 21.217.973, encontrándose pendiente al fin de 2009 su adjudicación.

La distribución por Centro Atómico de los subsidios solicitados se muestra en la Fig. 3.

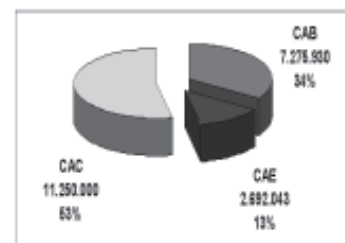


Fig. 3 - Proyecto con financiamiento FONARSEC - Subsidios PRIETEC 2008 solicitados por Centro Atómico



Fig. 4 - Proyectos con financiamiento por la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

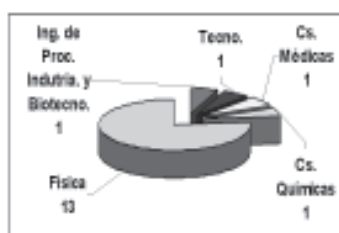


Fig. 5 - Proyectos con financiamiento CONICET - Por área temática

### Proyectos con la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

#### ■ En el marco de la cooperación bilateral

En 2009 la CNEA se presentó a 7 convocatorias correspondientes a 2008 y a una correspondiente a 2009, las que fueron aprobadas. Los países con los se financiaron proyectos en el marco de esta operatoria se indican en la Fig. 4.

#### ■ En el marco de la cooperación multilateral

En 2009 se firmó el Proyecto EULASUR consistente en un convenio de cooperación dentro del “7º Programa Marco de la Unión Europea”, para la conformación de una red de trabajo en materiales y nanomateriales de interés industrial entre Europa y los países del MERCOSUR.

### Proyectos con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Proyectos de Investigación Plurianuales (PIP) - Convocatoria 2009-2010: En el marco de la esta Convocatoria la CNEA obtuvo financiación para 17 proyectos por un monto de \$ 3.811.380.

La Fig. 5 muestra la cantidad de proyectos financiados por área temática.

## C A P Í T U L O 3

### PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

*Planificación estratégica*

*Prospectiva y planificación energética*

*Ejecución presupuestaria*

*Mantenimiento y desarrollo del capital intelectual*

*Gestión del conocimiento nuclear*

*Gestión de la calidad*

*Propiedad Intelectual*

## PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

Las actividades de planificación y coordinación en la CNEA se realizan en forma centralizada. Se trabaja en la planificación y coordinación de los proyectos con el fin de facilitar las tareas de los sectores operativos, optimizar la utilización de recursos y asesorar y asistir a las autoridades de la Institución en la toma de decisiones. Las actividades más importantes desarrolladas durante el 2009 fueron las siguientes:

### PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

Estas actividades se iniciaron en noviembre de 2008 y están encuadradas en la elaboración del Plan Estratégico de la CNEA 2010-2019; tienen por objetivo dar un marco programático a las actividades de la Institución a un plazo a 10 años. El propósito es que este plan sea dinámico, con revisiones y actualizaciones periódicas.

Las siguientes Áreas Temáticas lograron realizar el planteo de su situación actual, con sus correspondientes proyecciones deseadas para los próximos 10 años, fijando misión, visión, objetivos y metas para el período de estudio, asociándoles los requerimientos presupuestarios y de capital intelectual necesarios: Exploración de Materias Primas, Producción de Materias Primas, Combustibles Nucleares, Centrales Nucleares de Potencia, Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear a la Salud, la Industria y el Agro, Reactores Experimentales y de Producción de Radioisótopos, Investigación y Aplicaciones Tecnológicas Derivadas, Residuos Radiactivos y Combustibles Gastados, Ambiente, Restitución Ambiental de la Minería del Uranio, Desmantelamiento, Seguridad Nuclear, Protección Radiológica y Salvaguardias.

Las siguientes Áreas Temáticas se encuentran aún en proceso de relevamiento: Enriquecimiento de Uranio, Investigación Básica, Recursos Humanos, Comunicación Social, Administración y Finanzas, Asistencia Tecnológica, Institutos Universitarios, Infraestructura, Bibliotecas, Informática y Comunicaciones, Relaciones con Organismos Nacionales e Internacionales, Gestión de la Calidad y Planificación.

### PROSPECTIVA Y PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

Las actividades que se desarrollan en este tema tienen como objetivo conformar una base de conocimientos que permita asesorar al Gobierno Nacional respecto de la inserción sustentable de la nucleoelectricidad en el contexto energético nacional. Con tal propósito y entre otras actividades, en 2009 se desarrollaron las siguientes:

- Continuación de la participación en los proyectos patrocinados por el Organismo Internacional de Energía Atómica:
  - Aplicación para el caso de la Argentina de la Metodología INPRO “Proyecto internacional sobre reactores nucleares y ciclos de combustible innovativos”.
  - Proyecto de cooperación técnica regional RLA/O/040 “Fortalecimiento de capacidades para el desarrollo energético sostenible”, en el marco del cual se actuó como experto evaluador de los trabajos presentados en el “Taller sobre evaluación comparativa de opciones de suministro de energía usando el Modelo MESSAGE”, celebrado en Brasilia, Brasil, del 22 al 26 de junio y se concurrió al “Curso regional de capacitación sobre planificación de infraestructura sostenible usando el Modelo MESSAGE”, celebrado en Lima, Perú, del 24 de agosto al 4 de septiembre.
  - Contrato de investigación ARG-I3709 “Evaluación de las estrategias de mitigación de los gases de efecto invernadero para el sistema energético argentino”.
- Análisis de la factibilidad de incorporación de reactores nucleares con uranio enriquecido y agua liviana.
- Participación en la reunión técnica: “Experience with the Application of Integrated Indicators for Nuclear Power Development”, organizada por el Organismo Internacional de Energía Atómica en Viena, Austria, entre el 27 y el 30 de octubre.
- Realización de encuestas DELPHI en lo referente al sector nuclear y térmico fósil en el marco del Observatorio de Prospectiva Energética, Proyecto PAE 22763 “Observatorio de Prospectiva Energética Nacional” del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, en calidad de responsable del Nodo Buenos Aires.
- Elaboración y publicación semestral del “Boletín Energético” de la CNEA y mensual de la “Síntesis del Mercado Eléctrico”.
- Participación en las reuniones del Departamento de Infraestructura de la Comisión de Energía de la Unión Industrial Argentina.

### EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA

En concordancia con la determinación del Gobierno Nacional de asignar a la energía nuclear un rol destacado en el desarrollo tecnológico del país, en los últimos años se ha producido un notable incremento en los presupuestos asignados a la CNEA. Ello ha llevado a que para el año 2009 el crédito total asignado haya aumentado un 61% respecto de 2008, alcanzando los \$ 532 millones, con un considerable crecimiento en la participación de los proyectos de inversión que han pasado del 25% al 35% del total asignado.

Esta situación ha permitido aumentar a 54 el número de los proyectos en ejecución, habiéndose iniciado durante 2009 seis nuevos proyectos. Asimismo se pudieron asignar crecientes importes a los dos grandes proyectos de la CNEA: la construcción del prototipo del reactor CAREM y la puesta en marcha del Módulo de Enriquecimiento de Uranio. El importe ejecutado en proyectos de inversión aumentó casi 2,5 veces respecto de lo realizado en 2008.

En términos generales, el monto del presupuesto ejecutado por la CNEA en el ejercicio 2009 ascendió a \$ 448.651.998, lo que representa un 91,2% de lo asignado.

#### Ejecución Presupuestaria por Fuente de Financiamiento (en \$)

| Fuente de Financiamiento      | Crédito inicial    | Crédito vigente    | Devengado          | Ejecutado    |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| FF 11-Tesoro Nacional         | 499.554.715        | 466.015.495        | 431.383.787        | 93%          |
| FF 12-Recursos Propios        | 48.950.000         | 50.064.186         | 16.646.551         | 33%          |
| FF 14-Transferencias Internas | 970.000            | 970.001            | 445.871            | 46%          |
| FF 22-Crédito Externo         | 8.960.000          | 7.845.814          | 175.790            | 2%           |
| <b>Totales</b>                | <b>558.434.715</b> | <b>524.895.496</b> | <b>448.651.998</b> | <b>91,2%</b> |

Ver (1)



#### Ejecución Presupuestaria por Programa Presupuestario (en \$)

| Programa Presupuestario | Crédito inicial    | Crédito vigente    | Devengado          | Ejecutado    |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| 1                       | 161.603.342        | 139.853.952        | 121.099.905        | 87%          |
| 20                      | 86.778.746         | 91.367.596         | 89.310.498         | 98%          |
| 21                      | 68.714.217         | 65.876.666         | 62.650.824         | 95%          |
| 22                      | 81.768.785         | 73.175.967         | 61.243.853         | 84%          |
| 23                      | 33.243.814         | 38.484.701         | 37.703.774         | 98%          |
| 24                      | 100.269.811        | 85.581.445         | 72.143.975         | 84%          |
| 99                      | 26.056.000         | 30.555.169         | 4.499.169          | 15%          |
| <b>Totales</b>          | <b>558.434.715</b> | <b>524.895.496</b> | <b>448.651.998</b> | <b>91,2%</b> |

Ver (1)

Programa 01: Actividades Centrales y Grandes Proyectos

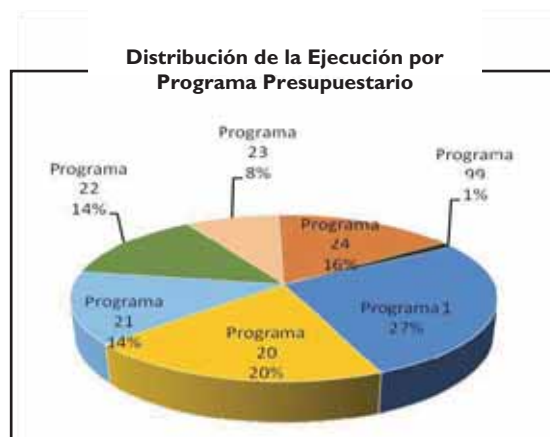
Programa 20: Desarrollos y Suministros para la Energía Nuclear

Programa 21: Aplicaciones de la Tecnología Nuclear

Programa 22: Gestión Ambiental y Seguridad Nuclear

Programa 23: Investigación y Aplicaciones No Nucleares

Programa 99: Contribuciones a Administración Central y Excedentes Financieros



NOTA (1): En todos los casos el Porcentaje Total ejecutado se calcula sobre los Gastos Corrientes y de Capital, excluyendo el crédito del Inciso 6 -Activos Financieros con FF 12 del Programa 99 por \$ 26.056.000.-, y un monto con FF 22 - Crédito Externo en Incisos 1, 2 y 4 por \$7.112.928 que fueron cedidos -, debido en ambos casos a su imposibilidad de ejecución.

### MANTENIMIENTO Y DESARROLLO DEL CAPITAL INTELECTUAL - PROGRAMA DE BECAS

La protección y acrecentamiento del capital intelectual de la CNEA constituyen el marco de referencia de las actividades que se realizan en este campo, entendiendo por capital intelectual a la conjunción de los conocimientos y capacidades acumulados y desarrollados por la Institución a lo largo de su historia y las personas que los generan, utilizan, transmiten y difunden.

Las actividades principales realizadas durante el 2009 estuvieron fundamentalmente centradas en la gestión del programa de becas de perfeccionamiento y de estudio, y en la asistencia a las áreas temáticas en la elaboración del Plan Estratégico de la CNEA 2010-2019 en lo referente al desarrollo del capital intelectual. Su objetivo fue apoyar la utilización eficaz de los recursos y proveer a las autoridades de la Institución de elementos de soporte para el establecimiento de políticas y estrategias de protección del capital intelectual y de ingreso de nuevo capital humano, propendiendo a reparar el quiebre generacional producido por los años de estancamiento de la actividad nuclear y a proveer a las necesidades presentes y aquellas previstas, a efectos de cumplir en tiempo y forma con los objetivos establecidos en el Plan Estratégico.

#### Programa de Becas

Para contribuir al desarrollo de capital humano para el sector nuclear y para el país la CNEA, desde sus inicios, ha provisto de oportunidades de formación a jóvenes profesionales y técnicos mediante el otorgamiento de una significativa cantidad de becas, de dos tipos principales:

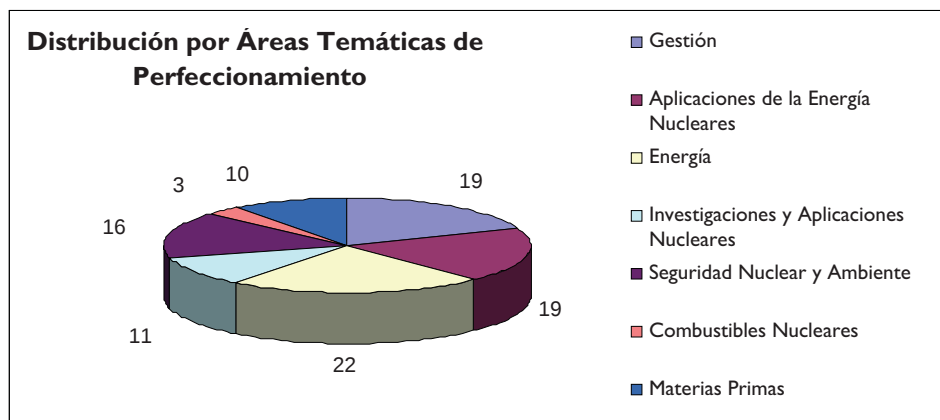
- Becas de estudio, que consisten en subsidios anuales para cursar carreras de grado y postgrado (maestrías o especializaciones) en sus institutos de enseñanza.
- Becas de perfeccionamiento, que permiten a los jóvenes desarrollarse en su carrera laboral o realizar tesis de doctorado o post-doctorado, dirigidos por profesionales de la CNEA e integrados a los distintos proyectos y/o sectores de la Institución, brindándoles la posibilidad de “aprender haciendo”.

Al 31 de diciembre de 2009, la CNEA tenía 395 becarios desarrollando sus actividades en sus Institutos, laboratorios e instalaciones, 141 con becas de estudio y 254 con becas de perfeccionamiento.

Las becas de estudio se conceden a través una selección por exámenes y entrevistas de admisión para cursar carreras de grado y postgrado en los Institutos de la CNEA. En 2009 se produjo el ingreso de 66 nuevos alumnos becados en carreras de grado y postgrado y se otorgaron numerosas becas para cursos cortos y seminarios de especialización.

Por su parte, las becas de perfeccionamiento se otorgan por concurso de antecedentes. Durante 2009 se realizaron 2 concursos, el primero para cubrir 131 becas y el segundo para otras 121, cuya inscripción finalizará en marzo de 2010. Cabe destacar la importante cantidad de postulaciones de candidatos de todo el país recibidas, lo que refleja el positivo impacto social de la reactivación de la actividad nuclear.

En el transcurso de 2009 ingresaron 111 nuevos becarios de perfeccionamiento, mientras que 69 becarios culminaron sus actividades. De ellos, aproximadamente 45 fueron incorporados a través de los concursos de puestos que se produjeron en la CNEA, confirmando la importancia del programa de becas como herramienta de capacitación y preselección.



Sosteniendo la política de captar y retener a los muy capacitados profesionales formados en los Institutos de la CNEA, se otorgaron 16 becas de perfeccionamiento a egresados recientes para su especialización a través de la participación en proyectos prioritarios de la Institución.

Al igual que en años anteriores, la CNEA realizó en 2009 importantes esfuerzos para aumentar el presupuesto destinado a becas y con ello aumentar no sólo el número de becarios, tan necesarios en este período de reactivación de la actividad nuclear, sino también los estipendios, de modo que resulten competitivos con el resto de los organismos públicos de ciencia y tecnología del país.

Dentro de un plan de mejora continua se realizaron reuniones con becarios y directores en los diferentes sitios geográficos en que se desarrollan actividades, a partir de las cuales se elaboraron propuestas para el mejor funcionamiento del sistema, manteniéndose siempre una política de acercamiento y puertas abiertas que permita a todos los involucrados dar y obtener el máximo de estas oportunidades de capacitación.

#### Planificación Estratégica del Capital Intelectual de CNEA

Dentro del marco de la elaboración del Plan Estratégico de la CNEA 2010-2019, durante 2009 se realizaron reuniones sobre planificación del desarrollo del capital intelectual en las que participaron las áreas temáticas actuantes en la elaboración del Plan y numerosos integrantes de cada dominio del conocimiento, a fin de posibilitar que cada área elaborara, en lo que a capital intelectual se refiere, un diagnóstico de situación, un análisis de riesgo de pérdida del capital intelectual y de conocimientos existente, y un listado y priorización de los ingresos requeridos a fin de cumplir con los objetivos fijados en el Plan Estratégico.

Resultó en un trabajo interdisciplinario de sumo interés, donde se identificaron áreas críticas y cuellos de botella en la ejecución de los proyectos en lo que a disponibilidad de capital intelectual y de conocimientos se refiere, que permiten planificar la formación de profesionales y técnicos de reemplazo y la transferencia de conocimiento de los expertos a los más jóvenes, en gran medida tácito.

#### GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO NUCLEAR

La CNEA está entrando en un período de grandes desafíos, con un plan nuclear en plena ejecución, grandes demandas de mano de obra capacitada y, paralelamente, el retiro y reemplazo del orden del 40% del personal en menos de 10 años. Responder eficientemente a este reto implica emplear estrategias de corto y mediano plazo que faciliten la captura y preservación del saber experto y su transferencia a las nuevas generaciones.

Mediante la aplicación de herramientas y metodologías de gestión de conocimiento, la CNEA ha venido desarrollando desde 2002 actividades en este campo en áreas claves del quehacer nuclear, a fin de facilitar el mantenimiento y capitalización del conocimiento institucional.

2009 se caracterizó como un período de consolidaciones. Se avanzó en el desarrollo de los proyectos en ejecución, se compartieron conocimientos en seminarios y reuniones técnicas regionales e internacionales y se incrementó el número de usuarios de las redes de conocimiento desarrolladas.

#### Proyecto CONRRAD (CONocimiento de Residuos RADiactivos)

Este proyecto fue formulado en 2007 con el objetivo de desarrollar e implementar un sistema que facilite la preservación y transferencia de conocimiento en el área de gestión de residuos radiactivos, de forma de asegurar que las generaciones futuras interpreten y mejoren la gestión de esos residuos, protegiendo el ambiente y la salud de la población.

Dada la gravedad de la situación que conlleva transferir el conocimiento de los especialistas que se retiran de la Institución, en 2009 se dio fuerte impulso al desarrollo de herramientas de captura, transferencia y retención de conocimientos de expertos, con la búsqueda y adecuación de nuevas metodologías.



Gestión del conocimiento – Proyecto CONRRAD Portal CONRRAD



Gestión del conocimiento  
Entrevista con experto en el marco del  
Proyecto CONRRAD

La red de conocimiento desarrollada ha quedado disponible para todos los profesionales y técnicos que pertenecen al Plan Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR). Esta herramienta de gestión promueve compartir y difundir el conocimiento promoviendo una cultura de trabajo en equipo y facilitando el uso del conocimiento disponible.

**Proyecto ARCAL 0/0/039- “Creación de una red latinoamericana de colaboración y enseñanza en medicina nuclear”.**

Este proyecto, que se desarrolla en el marco del Programa del Acuerdo ARCAL, aspira a consolidar una red de conocimiento en temas vinculado a la salud humana que facilite la interacción de los especialistas (médicos, técnicos, físicos médicos y radiofarmaceutas), promueva la oferta académica a través de los Institutos de formación de recursos humanos, difunda y ponga a disposición material de capacitación, fomente discusiones en la temática y promueva la cooperación y la divulgación de material, eventos, publicaciones y bibliografía.

En el tercer cuatrimestre del 2009 tuvo lugar la primer reunión de coordinación del proyecto con la participación de todos los países latinoamericanos que intervienen en él, pudiéndose consensuar un plan de actividades que contempla las necesidades y expectativas propias de cada país de la región.

**PROYECTO LICRA3- “Desarrollo del Portal de Conocimiento del Reactor RA-3 para mejorar la operación, mantenimiento y gestión integral del reactor y que facilite la toma de decisión”.**

En 2009 se avanzó en el desarrollo e implementación de esta herramienta de gestión de conocimiento disponible en la red del RA-3. La versión contiene actualmente foro, gestión de documentos y buscador. También se avanzó en la concepción de una comunidad de práctica (CoP) LICREX de reactores de investigación, como una red colaborativa, vía Internet.

**Desarrollo de herramientas de gestión de conocimiento.**

A fin del 2009, con el objetivo de poder establecer estrategias efectivas de transferencia de conocimiento, se realizó una encuesta destinada fundamentalmente a sondear preferencias en la población encuestada sobre métodos de entrenamiento y uso de herramientas de tecnologías de información. Participaron en esta experiencia sectores de la CNEA, estudiantes avanzados e ingenieros. Los resultados se presentarán en el “Congreso internacional de entrenamiento y desarrollo de recursos humanos” que tendrá lugar en Abu Dhabi, Emiratos árabes Unidos, en marzo del 2010.

También se avanzó en el desarrollo de un servidor de conocimiento de uso exclusivo del Grupo de Gestión de Conocimiento que integra herramientas de gestión de conocimiento nuclear, fomenta compartir, facilita el acceso al conocimiento y promueve el uso de herramientas colaborativas.

**Participación en eventos vinculados a gestión de conocimiento en el área nuclear.**

- Presentación de trabajo en el “Primer Seminario Latinoamericano de gestión de conocimiento nuclear” organizado por el Organismo Internacional de Energía Atómica en el Instituto Balseiro.
- Presentación de caso en la “Reunión técnica sobre estrategias nacionales de gestión de conocimiento” realizado en Viena, Austria.
- Presentación de caso en la “Reunión técnica de gestión de conocimiento aplicado a procesos” realizada en Temelín, República Checa.
- Presentación de trabajo en el “XXXVI Congreso de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear” realizado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

**GESTIÓN DE LA CALIDAD**

La Red de Calidad de la CNEA, integrada por sectores y personas de la organización que desarrollan actividades de gestión de calidad, está comprometida en la promoción de la cultura de la mejora continua y de la búsqueda y preservación de la excelencia en todas sus actividades, en la satisfacción de las necesidades de los destinatarios internos y externos y de otras partes interesadas, y en facilitar la adopción de las mejores prácticas.

La coordinación de dicha red está a cargo de un grupo central de Gestión de la Calidad, con dos Unidades de Gestión de la Calidad en el marco de las áreas temáticas Aplicaciones de la Tecnología Nuclear y Seguridad Nuclear y Ambiente y con una profesional especialista en calidad que depende del área temática Energía Nuclear.

Durante el año 2009, las novedades relevantes registradas en la materia fueron:

- Revisión, aprobación y emisión de la Política de la Calidad, a través de un amplio proceso de consenso con participación de la Presidencia y todos los organismos principales.
- Comité de Calificación de Laboratorios e Instalaciones (CoCaLIN):

- Desarrollo de una base de datos para evaluadores, auditores y expertos técnicos, disponible en la Intranet.
- Actualización de los registros de calificación de laboratorios e instalaciones y de evaluadores, auditores y expertos técnicos.
- Calificación de una instalación y un laboratorio de calibración y de 15 auditores líderes, 5 auditores y 9 expertos técnicos.
- Red INTERLAB:
  - Realización del interlaboratorio INTERLAB MT-I “Ensayo de aptitud por comparaciones interlaboratorios de tracción a temperatura ambiente para acero SAE 1010”, con la participación de 13 laboratorios.
- Laboratorio de Calibración de Instrumentos de Medición:
  - Realización de calibraciones de balanzas en 9 laboratorios, 11 calibraciones en el Centro Atómico Constituyentes y el Centro Atómico Ezeiza.
- Realización de 12 actividades de capacitación en el Centro Atómico Constituyentes, una en el Laboratorio de Ensayo de Materiales y 12 en el Centro Atómico Ezeiza.
- Realización de un diagnóstico en el laboratorio del Complejo Minero Fabril San Rafael en el cual se evaluaron condiciones técnicas, de gestión, edilicias y ambientales, para la planificación de un proyecto de implementación de la Norma IRAM 301 (ISO/IEC 17025) con el propósito de su futura acreditación por el Organismo Argentino de Acreditación.
- Desarrollo e implementación del SGC ISO 9001 en el sector Instrumentación y Control y en el Laboratorio de Ensayos de Alta Presión y Temperatura del Centro Atómico Ezeiza.
- Implementación de SGC ISO 9001 en los proyectos “Paneles solares para misiones satelitales SAOCOM”, “Ingeniería de elementos combustibles para la Central Nuclear Atucha II” e “Ingeniería de elementos combustibles”.
- Realización de auditorías en el Complejo Minero Fabril San Rafael, el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu y el Sector de Residuos Peligrosos del Centro Atómico Ezeiza.
- Aprobación y publicación de 6 procedimientos normativos y sus formularios asociados.
- Certificación del Laboratorio de Materiales y de la Planta de Fabricación de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación del Centro Atómico Constituyentes por la norma IRAM-ISO 9001:2008.
- Implementación y mejora del uso de herramientas informáticas para los procesos del sistema de gestión.
- Afianzamiento de los Comités de Calidad de los Centros Atómicos Constituyentes y Ezeiza.
- Realización de 23 auditorías internas de gestión de la calidad.
- Participación en diversas actividades del Organismo Argentino de Acreditación (OAA) y del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) y en sus Consejos Directivos.
- Participación en actividades tendientes a la creación de una Agencia de Inspección ASME y un Organismo de Certificación de Personas para calificación de Ingenieros ASME.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

A fin de proteger la propiedad intelectual de la tecnología desarrollada por la CNEA, en el transcurso del 2009 se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Realización de reuniones en los tres Centros Atómicos a fin de crear mayor conciencia interna sobre la necesidad de la protección de la tecnología desarrollada por la Institución y una cultura sobre el patentamiento de la misma previo a su divulgación.
- Atención de nuevas propuestas de inventos susceptibles de patentamiento, mediante el asesoramiento, la búsqueda de antecedentes y la consiguiente evaluación técnica.
- Presentación ante el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial de la solicitud de patente: “Dispositivo electrónico integrado con recubrimiento sensible para la detección de gases o moléculas biológicas y método de fabricación del mismo”.
- Gestiones de seguimiento de las solicitudes en trámite, como así también de las tramitaciones para mantener vigentes las patentes de interés para la CNEA.
- Concesión por el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial de las siguientes patentes de invención:
  - “Unidad de enriquecimiento por difusión gaseosa, de alto rendimiento, y planta que lo contiene.”
  - “Material absorbente, método de fabricación del mismo y su utilización en el proceso de producción de molibdeno-99.”
  - “Elemento combustible para reactores nucleares de investigación”.
  - “Proceso para recuperación de un metal refractario a partir de material de desecho y equipo recuperador para desarrollar el proceso”.
  - “Procedimiento para la obtención de polvos de óxidos metálicos a partir de la desnitración de soluciones nítricas y equipo de desnitración para realizarlo.”
  - “Sensor bolométrico de alta sensibilidad.”

- *Presentación en los Estados Unidos de la solicitud de patente de invención: “Separador elástico para elementos combustibles nucleares” aplicable al Proyecto CAREM.*
- *Presentación en Estados Unidos y en la Unión Europea de la solicitud de patente de invención: “Promotor inducible por especies reactivas del oxígeno y vector que lo comprende” junto con el Instituto Leloir y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).*
- *Detección de patentamientos de terceros en la Argentina relacionados al área nuclear y evaluación de sus incidencias en los desarrollos de la CNEA.*
- *Gestión y obtención de la concesión de un “software” desarrollado en el Centro Atómico Bariloche, llamado SINTERCAD.*

| Patentes de invención | Solicitudes de patentes |            | Patentes concedidas vigentes   |       |
|-----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|-------|
|                       | Presentadas en 2009     | En trámite | En 2009                        | Total |
| Argentina             | 1                       | 13         | 6                              | 25    |
| Exterior              | 3                       | 15         | -                              | -     |
| “Software”            | Presentado en 2009      | En trámite | “Software” concedidos vigentes |       |
|                       | 1                       | -          | 1                              |       |

## RELACIONES INSTITUCIONALES Y ASUNTOS JURÍDICOS

### *Relaciones Internacionales*

- *Relaciones multilaterales*
- *Relaciones bilaterales*

### *Relaciones nacionales*

### *Comunicación y relaciones públicas*

- *Actividades generales*
- *Actividades locales*
  - *Centro Atómico Bariloche*
  - *Centro Atómico Constituyentes*
  - *Centro Atómico Ezeiza*
  - *Complejo Minero Fabril San Rafael*
  - *Delegaciones Regionales*

### *Asuntos Jurídicos*

## RELACIONES INTERNACIONALES

Desde su fundación en el año 1950, la CNEA ha interactuado en forma bilateral con una gran cantidad de instituciones similares de distintos países y con todos los organismos internacionales competentes en el área. Esto ha llevado a la concertación de 33 acuerdos intergubernamentales con países de todas las regiones para la cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear, y de convenios interinstitucionales de la CNEA con organizaciones de 17 países y dos organismos multilaterales. Además de contribuir al desarrollo nuclear nacional, ello también ha contribuido a abrir las puertas para la concreción por parte del sector nuclear argentino de exportaciones con alto contenido tecnológico y significativo valor agregado.

### Relaciones en el plano multilateral

La interacción en el ámbito multilateral se desarrolla principalmente a niveles global y regional en el marco del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y, en el segundo, también en el marco del Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (Programa ARCAL).

Además, la interacción en el ámbito multilateral se desarrolla también en el marco del Grupo de Proveedores Nucleares (Nuclear Suppliers Group).

Las principales acciones desarrolladas en 2009 en esta área han sido:

En el marco del OIEA y de ARCAL:

- La Presidenta de la CNEA integró en calidad de Delegado Alterno la Delegación Argentina ante la 53 Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA, y ella o sus alternos, en calidad de Gobernador Alterno, en las Delegaciones Argentinas ante reuniones de la Junta de Gobernadores de ese organismo internacional, celebrando paralelamente reuniones de trabajo sobre temas de interés para la Institución con autoridades de distintas áreas técnicas del mismo.
- Como en años anteriores, la CNEA participó activamente en numerosas actividades del OIEA integrando diversos comités y grupos de expertos y de técnicos convocados en relación con distintos aspectos de la actividad nuclear.
- En el curso del año 2009 se ejecutaron 12 proyectos nacionales con ese organismo internacional en el marco de su Programa de Cooperación Técnica (Tabla 1). También encuadrada en ese Programa, la CNEA brindó asistencia y cooperación técnicas a otros Estados Miembros del Organismo de todas las regiones geográficas, a través de la capacitación de sus recursos humanos mediante la organización de cursos, el entrenamiento de becarios y la recepción de visitas científicas. Así mismo puso a disposición del Organismo los servicios de expertos y conferenciantes nacionales y mantuvo abiertas a la concurrencia de profesionales latinoamericanos beneficiarios de becas otorgadas por el OIEA, las carreras que se dictan en el Instituto Balseiro, el Instituto de Tecnología Prof. Jorge Sabato, el Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson y la Fundación Escuela de Medicina Nuclear.
- En el ámbito regional, en el marco de América Latina y el Caribe, la CNEA participó en 12 proyectos de cooperación técnica (Tabla 2).
- También en ámbito regional, pero en el marco del Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (Programa ARCAL), la CNEA participó y coordinó la participación de diversas instituciones de investigación científica y médico asistenciales nacionales en 24 proyectos de cooperación técnica (Tabla 3).
- En el ámbito interregional la CNEA participó en 2 proyectos de cooperación (Tabla 4).

En el marco del Grupo de Proveedores Nucleares:

- Participación en la Delegación Argentina que concurrió a la reunión del Grupo celebrada en junio.

**Tabla 1 - Proyectos Nacionales**

| Código    | Título del proyecto                                                                                                                                                                                 | Organismo participante                |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| ARG/0/011 | Desarrollo de recursos humanos y apoyo a la tecnología nuclear                                                                                                                                      | CNEA                                  |
| ARG/0/012 | Fortalecimiento de la comunicación institucional                                                                                                                                                    | CNEA                                  |
| ARG/2/012 | Producción y aplicación de nuevos trazadores de PET para la detección del cáncer                                                                                                                    | Fundación Escuela de Medicina Nuclear |
| ARG/3/012 | Evaluación de la idoneidad de la geología, la viabilidad de la producción y el impacto ambiental de los yacimientos de uranio en cuya explotación se utilice la tecnología de lixiviación "in situ" | CNEA                                  |
| ARG/3/013 | Apoyo, estudio y caracterización de un sistema de eliminación de residuos radiactivos próximo a la superficie.                                                                                      | CNEA                                  |

|           |                                                                                                                                                                                                            |                                        |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ARG/3/014 | Evaluación de la favorabilidad geológica, la viabilidad de la producción y el impacto ambiental de la explotación de yacimientos de uranio a ser explotados usando la tecnología de lixiviación "in situ". | CNEA                                   |
| ARG/4/090 | Finalización de la Central Nuclear Atucha II                                                                                                                                                               | CNEA<br>Nucleoeléctrica Argentina S.A. |
| ARG/4/092 | Examen de irradiación y post-irradiación de un conjunto combustible de densidad muy alta de uranio poco enriquecido en un reactor de alto flujo                                                            | CNEA                                   |
| ARG/4/093 | Envejecimiento de gestión de la operación a largo plazo de la Central Nuclear Atucha II                                                                                                                    | CNEA                                   |
| ARG/5/011 | Utilización de la radiación ionizante para el tratamiento fitosanitario de la fruta fresca                                                                                                                 | CNEA                                   |
| ARG/6/010 | Desarrollar e implementar un sistema de gestión de calidad para la tomografía por emisión de positrones y modalidades avanzadas de medicina nuclear.                                                       | Fundación Escuela de Medicina Nuclear  |
| ARG/7/007 | Evaluación de la producción de metil-mercurio en los lagos del Parque Nacional Nahuel Huapi                                                                                                                | CNEA                                   |

Tabla 2 - Proyectos Regionales

| Código    | Título del proyecto                                                                                                                                                   | Organismo Participante                                                     | Países participantes                                                                                                                                                                           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RLA/0/040 | Fortalecimiento de capacidades para el desarrollo de energía sostenible                                                                                               | CNEA                                                                       | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela |
| RLA/3/005 | Consolidación de la infraestructura del gerenciamento de los desechos radioactivos en América Latina y el Caribe                                                      | CNEA                                                                       | Argentina, Brasil, Chile, Cuba, México, Perú, Uruguay y Venezuela                                                                                                                              |
| RLA/3/009 | Fortalecimiento de la infraestructura para la gestión de los desechos radiactivos en los países de América Latina y el Caribe                                         | CNEA                                                                       | Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, México, Perú, Uruguay y Venezuela                                                                                                                    |
| RLA/3/010 | Mejoramiento regional de técnicas de uranio, exploración, explotación y producción de "yellowcake" teniendo en cuenta los problemas ambientales                       | CNEA                                                                       | Argentina y Brasil                                                                                                                                                                             |
| RLA/4/021 | Grietas de integridad estructural de componentes de reactores de agua ligera                                                                                          | CNEA                                                                       | Argentina, Brasil y México                                                                                                                                                                     |
| RLA/5/049 | Control integrado de la fasciolosis en América Latina                                                                                                                 | Universidad Nacional de Cuyo                                               | Argentina, Bolivia, Cuba, México, Panamá y Perú                                                                                                                                                |
| RLA/5/050 | Fortalecimiento de la capacidad de laboratorio para evaluar la implementación de buenas prácticas agrícolas en la producción de frutas y hortalizas en América Latina | Universidad Nacional del COMAHUE                                           | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador y Uruguay                                                                                                               |
| RLA/9/057 | Protección radiológica de los pacientes en exposiciones médicas                                                                                                       | Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Jamaica, México, Nicaragua, Paraguay, Panamá, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela             |
| RLA/9/060 | Protección radiológica de los pacientes y protección radiológica en la exposición médica                                                                              | Universidad de Buenos Aires                                                | Argentina, Brasil y México                                                                                                                                                                     |



Organismo Internacional de Energía Atómica - Centro Internacional de Viena Austria

|           |                                                                                                                                                                                 |                                                                            |                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RLA/9/061 | Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Preparación y Respuesta para Casos de Emergencia Nuclear y Radiológica                                                            | Autoridad Regulatoria Nuclear                                              | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.                               |
| RLA/9/066 | Fortalecimiento y actualización de las competencias técnicas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores expuestos ocupacionalmente a la radiación ionizante | Autoridad Regulatoria Nuclear                                              | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela |
| RLA/9/067 | Garantía de la protección radiológica de los pacientes en general y durante las exposiciones médicas                                                                            | Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.                    |

**Tabla 3 - Proyectos Regionales del Programa ARCAL**

| Código    | Título del proyecto                                                                                                                                                                      | Organismo participante | Países participantes                                                                                                                     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RLA/0/037 | Apoyo al aumento sostenible del uso de reactores de investigación en América Latina                                                                                                      | CNEA                   | Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Jamaica, El Salvador, México, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela                  |
| RLA/0/039 | Creación de una red de conocimiento en América Latina, sobre temas relacionados con radiofarmacia, radioquímica y medicina nuclear                                                       | CNEA                   | Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Cuba, El Salvador, Haití, México, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela |
| RLA/1/010 | Mejora de la gestión regional de las masas de agua que están contaminadas con metales                                                                                                    | CNEA                   | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, México, Perú, Uruguay y Venezuela                |
| RLA/2/013 | Estudios de correlación entre deposición atmosférica elemental y problemas sanitarios en América Latina: el rol de las técnicas analíticas nucleares y el biomonitorio atmosférico       | CNEA                   | Argentina, Brasil, Chile, Cuba, El Salvador, Haití, México, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela                                          |
| RLA/2/014 | Mejora de la calidad a través de análisis de formación, las pruebas de aptitud y certificación de materiales de matriz de análisis de referencia utilizando técnicas nucleares en la red | CNEA                   | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, México, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela                |
| RLA/4/022 | Actualización de conocimientos, introducción de nuevas técnicas y mejoras de las actividades de instrumentación nuclear                                                                  | CNEA                   | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, México, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela                |
| RLA/5/048 | Armonización regional de los requisitos técnicos y de la calidad, específicos para la vigilancia de la contaminación radiactiva de los alimentos                                         | CNEA                   | Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, México, Paraguay, Uruguay y Venezuela                |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                                                                                                                                                                       |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RLA/5/051 | Uso de radionucleidos ambientales como indicadores de la degradación de tierras en América Latina, el Caribe y ecosistemas de la Antártica                                                                                                       | Universidad Nacional de San Luis                                    | Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, México, Paraguay, República Dominicana, Uruguay y Venezuela |
| RLA/5/052 | Mejora de la fertilidad del suelo y el manejo de cultivos para la seguridad alimentaria sostenible y mejorado la renta de agricultores de escasos recursos                                                                                       | CNEA                                                                | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Cuba, Haití, México, Nicaragua, República Dominicana y Venezuela.                                                                  |
| RLA/5/053 | Aplicación de un sistema de diagnóstico para evaluar el impacto de la contaminación de plaguicidas en los alimentos y compartimentos ambientales a nivel de las cuencas en la región de América Latina y el Caribe                               | Universidad Nacional del COMAHUE                                    | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Haití, Jamaica, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela                               |
| RLA/5/054 | Garantía de inocuidad de los alimentos marinos en la América Latina y el Caribe                                                                                                                                                                  | CNEA                                                                | Argentina, Brasil, Chile, Cuba, Haití, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.                                                                                           |
| RLA/5/055 | Establecimiento de una red regional sudamericana de laboratorios de referencia nacional y de sustancias farmacológicamente activas y contaminantes en alimentos de origen animal mediante la aplicación de las técnicas nucleares convencionales | Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria              | Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, Haití, Nicaragua, Uruguay y Venezuela.                                                                                         |
| RLA/5/056 | Mejoramiento de los cultivos de alimentos en América Latina a través de mutación inducida                                                                                                                                                        | Instituto Nacional de Tecnología Industrial/CNEA                    | Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Cuba, Dominicana, El Salvador, Guatemala; Haití, México, Paraguay, Perú y Venezuela                                             |
| RLA/6/052 | Evaluación de los programas de intervención para la reducción de la malnutrición infantil                                                                                                                                                        | Universidad de Buenos Aires                                         | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Panamá y Uruguay                                                                                      |
| RLA/6/058 | Mejora de la garantía de calidad en radioterapia en la región de América Latina                                                                                                                                                                  | Instituto Médico Deán Fines                                         | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, México, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela                                      |
| RLA/6/059 | Ejecución y evaluación de programas de intervención para prevenir y controlar la obesidad infantil en América Latina                                                                                                                             | Universidad de Buenos Aires                                         | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Uruguay y Venezuela                                                |
| RLA/6/062 | Consolidación de los bancos de tejidos en América Latina y radioesterilización de aloinjertos de tejidos                                                                                                                                         | CNEA                                                                | Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Jamaica, México, Perú, Uruguay, Venezuela y Paraguay                                      |
| RLA/6/064 | Utilización de técnicas nucleares para abordar la doble carga de la malnutrición de América Latina y el Caribe                                                                                                                                   | Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Uruguay y Venezuela                                                |



Organismo Internacional de Energía Atómica - Reunión anual de la Conferencia General

|           |                                                                                                                                                                       |                                       |                                                                                                                                                                     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RLA/6/065 | Fortalecimiento del aseguramiento de calidad en medicina nuclear                                                                                                      | CNEA                                  | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Uruguay y Venezuela                                              |
| RLA/8/041 | Aplicación de instrumentos isotópicos para la gestión integrada de los acuíferos costeros                                                                             | Universidad Nacional de Mar del Plata | Argentina, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Perú y Uruguay                                                                                                                |
| RLA/8/042 | Aplicación de la tecnología nuclear para la optimización de los procesos industriales y para la protección ambiental                                                  | Empresa NOLDOR S.A.                   | Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, México, Paraguay, Perú, República dominicana, Uruguay y Venezuela               |
| RLA/8/043 | Utilización de las técnicas de análisis nucleares y creación de bases de datos para la caracterización y preservación de los objetos del patrimonio cultural nacional | CNEA                                  | Argentina, Brasil, Chile, Cuba, Ecuador, México y Perú                                                                                                              |
| RLA/8/044 | Armonización regional respecto de la calificación del personal en los ensayos no destructivos de sistemas, estructuras y componentes                                  | CNEA                                  | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Jamaica, Nicaragua, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela |
| RLA/8/046 | Establecimiento de un control de calidad para el proceso de irradiación industrial                                                                                    | CNEA                                  | Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Jamaica, Nicaragua, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela |

Tabla 4 – Proyectos Interregionales

| Código    | Título del proyecto                                                                                                                      | Organismo participante | Regiones participantes        |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| INT/4/141 | Situación, perspectivas de desarrollo de conceptos de reactores innovadores y aplicaciones de esos conceptos en los países en desarrollo | CNEA                   | América Latina, África y Asia |
| INT/9/173 | Capacitación en tecnologías de disposición final de desechos radiactivos en instalaciones subterráneas de investigación                  | CNEA                   | América Latina, África y Asia |

#### Relaciones en el plano bilateral

La cooperación bilateral se desarrolla según tres ejes fundamentales: la interacción con los países de mayor desarrollo relativo, la asistencia a los de menor desarrollo relativo y la colaboración y complementación con los de desarrollo similar. El primer eje tiene como objetivo participar en proyectos de desarrollo tecnológico con los organismos de los países más avanzados a efectos de promover el desarrollo tecnológico local; el segundo comprende la asistencia y cooperación con países de menor desarrollo relativo con el objetivo central de fomentar el conocimiento de la tecnología nuclear argentina en el extranjero abriendo mercados potenciales para el sector nuclear. El tercer eje tiene como objetivo la complementación e integración de esfuerzos en busca de sinergia y economía de escala.

Paralelamente, la CNEA promueve la integración tecnológica nuclear de los países de América Latina y el Caribe a través del afianzamiento de las relaciones bilaterales de cooperación en ese campo en procura de una mejor calidad de vida para sus respectivos pueblos.

Las actividades más destacadas de cooperación bilateral desarrolladas en el transcurso del año 2009 fueron las siguientes:

En enero se recibió la visita del Gobernador ante la OIEA de la República de Sudáfrica, así como también de diplomáticos de la India, Japón y Canadá, con el fin de explorar las posibilidades de cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear.

En febrero se realizó la 7ma reunión de la COBEN (Comisión Binacional de Energía Nuclear Argentina-Brasil) en la que se completó la aprobación de 28 proyectos de cooperación y se puso en funcionamiento el Grupo de Trabajo del Grupo Ejecutivo para la creación de una empresa binacional de enriquecimiento de uranio (GT-EBEN). Durante ese mes se recibió así mismo la visita de funcionarios de la empresa francesa AREVA, en el marco de las actividades conjuntas con la Secretaría de Energía de la Nación. Además, una delegación de la Japan Atomic Energy Agency visitó instalaciones en los Centros Atómicos Bariloche y Constituyentes con el fin de intercambiar información y explorar el potencial de cooperación en el área de los combustibles nucleares y los reactores de investigación.

En marzo se llevó a cabo la 8va reunión de la COBEN. En ella se evaluaron los cronogramas de trabajo presentados por los Grupos Ejecutivos y las primeras actividades del GT-EBEN y se aprobaron tres documentos con vistas a la siguiente reunión del Mecanismo de Integración y Coordinación Brasil-Argentina (MICBA). También en marzo se recibió la visita del Director del Centro de Isótopos de la República de Cuba (CENTIS) con el fin de intercambiar información sobre posibilidades de cooperación en producción y aplicación de radioisótopos. Asimismo se recibió la visita de una delegación de Malasia, encabezada por el Secretario General del Ministerio de Ciencia y Tecnología y por el Director General de la Agencia Nuclear de ese país, durante la cual se consideraron las capacidades existentes en ambos países y se exploraron áreas de interés en las cuales desarrollar la cooperación bilateral.

En relación con la cooperación con la República Italiana, durante los días 17, 18 y 19 de marzo se recibió la visita de integrantes del Consejo Energético de Italia, en el marco de la cual se realizó de forma conjunta con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación un Seminario en la Universidad Argentina de la Empresa.

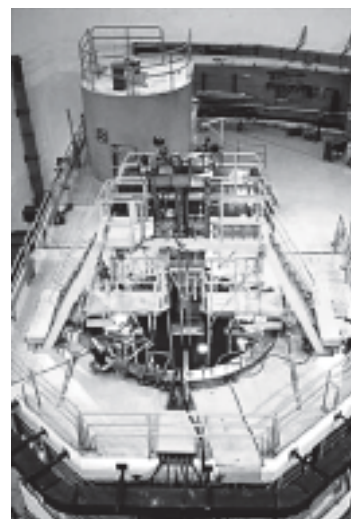
En abril, en el marco de la IV reunión de Coordinadores y Gestores del MICBA, se presentaron a los Vicecancilleres de la Argentina y el Brasil los documentos elaborados por la COBEN que aportaron al capítulo nuclear de la Declaración Conjunta de los Presidentes de ambos países, firmada el 23 de abril. Durante ese mes también se retomó el intercambio de propuestas con vistas a la firma de un acuerdo de cooperación marco entre la CNEA y el CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) de Francia; la negociación de este acuerdo continuó durante el resto del año acordándose finalmente un texto. También en abril, la CNEA integró la Delegación Argentina encabezada por el Secretario de Energía de la Nación que asistió a la Reunión Interministerial de Energía en la República Popular China.

En Mayo se produjo la visita a la CNEA de autoridades de la empresa canadiense AECL (Atomic Energy of Canada Ltd.) en cuyo curso comenzaron conversaciones y definiciones de temas para la extensión del acuerdo de cooperación en energía nuclear vigente entre ambos organismos.

En ese mismo mes, en la ciudad de La Habana, se realizó el Seminario Bilateral Argentina – Cuba sobre cooperación en la producción y aplicación de radioisótopos, en cuyo marco se firmó un memorando de entendimiento entre la CNEA y el CENTIS sobre cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear. En junio se realizó en Buenos Aires la reunión de consultas nucleares a nivel bilateral entre Argentina y Canadá. A fines de junio y principios de julio se realizó en la ciudad de Washington, la reunión del Comité Conjunto Permanente de Energía Nuclear establecido entre la Argentina y los Estados Unidos, durante cuyo transcurso se consideraron las diferentes propuestas internacionales en materia de usos pacíficos de la energía nuclear y las acciones realizadas en la marco de distintos foros internacionales, se evaluó la ejecución de los proyectos conjuntos en el área y se exploraron diferentes posibilidades a desarrollar a futuro en la cooperación bilateral.

En septiembre, en el marco de una visita institucional y técnica de la CNEA y de la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. a instalaciones de AECL en Canadá, se firmó el “Acuerdo para la extensión de la cooperación en energía nuclear” entre los 3 organismos, que establece los tópicos para la colaboración en áreas de investigación, desarrollo, ingeniería de diseño y análisis de seguridad de centrales nucleares. En ese mes también se firmó un acuerdo de cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear entre la Argentina y el Reino de Jordania.

En octubre, en el marco de la V Reunión de Coordinadores y Gestores del MICBA, se elaboró el informe a los Vicecancilleres de la Argentina y el Brasil sobre la evolución de los proyectos de cooperación nuclear del ámbito de la COBEN y EBEN. En dicha circunstancia quedó firme la relevancia asignada a la provisión por parte de la Argentina al Brasil, de molibdeno-99 por fisión para producción de radiofármacos, en el contexto de la crisis mundial de abastecimiento de ese radioisótopo. El mismo mes la CNEA participó en la “Conferencia internacional sobre los usos pacíficos de la energía nuclear” organizada por la República de la India en la ciudad de Nueva Delhi, y en la delegación presidencial que visitó esa ciudad. En ese marco se concluyeron las negociaciones vinculadas al establecimiento de un acuerdo de cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear entre ambos gobiernos.



Reactor de investigación RP – 10  
Constuido por la CNEA en el  
Centro Nuclear de Investigaciones del Perú

También en octubre, se recibió la visita de una delegación de Argelia encabezada por el Ministro de Energía y el titular de la Comisión de Energía Atómica de ese país, con quienes se intercambió información a fin de profundizar la cooperación bilateral, en línea con el acuerdo de cooperación firmado a fines de 2008.

Siempre en octubre, una delegación de la CNEA realizó una visita a Italia, manteniendo reuniones con autoridades del Consiglio Nazionale delle Ricerche y del Istituto Nazionale di Fisica Nucleare a fin de explorar áreas de cooperación de interés mutuo.

A fines de octubre, se recibieron sendas visitas de una delegación de expertos y funcionarios de la Federación Rusa y de la Representante Especial del Presidente de los Estados Unidos para la no Proliferación Nuclear. En noviembre, en el marco de la reunión presidencial argentino brasileña realizada en Brasilia, se adoptaron acuerdos que incluyeron la firma de una carta intención respecto a la provisión regular de radioisótopos a Brasil y una declaración conjunta que instruye a los organismos ejecutivos para concluir los entendimientos en este tema y en el resto de los proyectos del capítulo nuclear. En ese mismo mes la CNEA integró la Delegación Argentina que asistió a las reuniones de la Global Nuclear Energy Partnership.

Durante los meses de noviembre y diciembre la CNEA firmó acuerdos de cooperación con diferentes instituciones de la República Francesa. En primer término se firmó un acuerdo marco de cooperación entre la CNEA y el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) y, posteriormente, se estableció un acuerdo para la creación del Laboratorio Internacional Asociado en Nanotecnología entre la CNEA y el Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, por parte argentina, y el Centre National de la Recherche Scientifique, la Université Pierre et Marie Curie de Paris y la Université Paris-Sud 11, por parte francesa.

## RELACIONES NACIONALES

Desde su creación, la CNEA ha formalizado regularmente convenios de cooperación con organismos nacionales, provinciales, municipales y privados, totalizando del orden de 770 instrumentos.

Los convenios se generan a través de gestiones que se establecen con esos organismos tras constatare la realización de tareas similares o complementarias, que si bien están orientadas al logro de los objetivos propios de cada uno de ellos, pueden resultar enriquecidas o mejoradas a través de la sinergia que brinda el establecimiento de relaciones institucionales de cooperación.

La tramitación y aprobación de esos convenios se ajusta al Procedimiento Normativo PN008 establecido a tales efectos. En términos generales, existen básicamente dos tipos de instrumentos: los "convenios marco", que brindan encuadre institucional y jurídico general a las relaciones de cooperación entre las partes; y los acuerdos específicos, que establecen las condiciones para la de cooperación en la ejecución proyectos concretos.

En el curso de 2009 se firmaron 9 convenios marcos nuevos, 6 enmiendas, adendas y actas en relación con convenios marco vigentes, 9 acuerdos específicos nuevos y 2 enmiendas y adendas a acuerdos específicos vigentes.

## COMUNICACIÓN SOCIAL Y RELACIONES PÚBLICAS

La CNEA desarrolla actividades de comunicación social y relaciones públicas derivadas de la responsabilidad que la ley le asigna como organismo promotor de la actividad nuclear en el país. Las acciones se llevan a cabo en dos planos: uno centralizado, con el objetivo de mantener una imagen cohesionada y transmisora de la política institucional, y otro descentralizado, con actividades ejecutadas por los Centros Atómicos, los Complejos Tecnológicos y Minero Fabriles y las Delegaciones Regionales y ocasionalmente ciertos proyectos, vinculadas a sus actividades específicas y a la interacción con sus áreas geográficas de influencia.

### Actos institucionales

- Actos conmemorativos del Día Nacional de la Energía Atómica y del 59° Aniversario de la CNEA en las dependencias de la CNEA, con entrega de medallas recordatorias al personal que cumplió 30 años de servicio en la Administración Pública Nacional y de plaquetas recordatorias al personal jubilado durante el año 2008. El acto central tuvo lugar el 29 de mayo en el Salón de Actos Dan J. Beninson de la Sede Central de la CNEA.
- Acto de Colación de Grados de la 30° promoción de Ingenieros Nucleares y de la 5° Promoción de Ingenieros Mecánicos del Instituto Balseiro, realizado el 19 de mayo en el Salón de Actos del Centro Atómico Bariloche.
- Acto de Inauguración del nuevo edificio de Ingeniería para el proyecto CAREM, realizado el 12 de junio en el Centro Atómico Bariloche.
- Inauguración del Laboratorio de Nanotecnología Nuclear, llevado a cabo el 26 de octubre en el Centro Atómico Constituyentes
- Acto de Colación de Grados de la 10° promoción de Ingenieros en Materiales del Instituto de Tecnología Prof. Jorge Sabato, realizado el 12 de noviembre en el Salón de Actos del Centro Atómico Constituyentes.
- Acto de Inauguración del Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), celebrado el 24 de noviembre en el Centro Atómico Constituyentes.



Comunicación y Relaciones Públicas:  
Exposición institucional con exhibición de  
paneles y material didáctico

- Acto de Colación de Grados de la 53ª Promoción de Licenciados en Física, de la 7ª promoción de Maestría en Ciencias Físicas y de la 6ª promoción de Maestría en Física Médica del Instituto Balseiro, realizado el 20 de diciembre en el Salón de Actos del Centro Atómico Bariloche.

#### Actividades centrales

- Organización del “Taller Sobre los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear” para periodistas, realizado el 26 y 27 de noviembre en forma conjunta con el Gobierno del Provincia de La Rioja, en la Ciudad de La Rioja.
- Organización y ejecución del Plan de Visitas Institucionales a las obras de la Central Nuclear Atucha II, realizándose 11 visitas de grupos de funcionarios de organismos del Gobierno Nacional relacionados con la institución.
- Charlas de divulgación de diferentes aspectos de la actividad nuclear a cargo de profesionales de la Institución en 11 establecimientos educativos universitarios y secundarios de la Capital Federal y el Gran Buenos Aires.
- Organización y atención de visitas de carácter oficial nacionales y extranjeras.
- Organización y atención de reuniones de carácter oficial:
  - 16 y 17 de febrero- 7ma. Reunión de la Comisión Bilateral de Energía Nuclear argentino-brasileña (COBEN).
  - 26 de febrero- Firma del Acuerdo entre la CNEA y la Universidad Tecnológica Nacional para la realización de la Evaluación de Impacto Ambiental del reactor CAREM 25.
  - 20 de marzo – 8va Reunión de la COBEN.
  - 24 de junio– 9na Reunión de la COBEN.
  - 11 de noviembre- Firma del Convenio Marco de Colaboración entre la CNEA y la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. estableciendo relaciones formales de cooperación para la construcción y puesta en marcha del prototipo de reactor CAREM 25.
  - 13 de noviembre- Firma del acuerdo entre la CNEA y el Institutt for Energiteknikk de Noruega, para la realización de pruebas de irradiación de las barras combustibles del reactor CAREM-25 en el reactor Halden de ese país..
- Auspicio institucional a congresos y conferencias de índole científico tecnológico:
  - “II Encuentro Nanomercosur 2009, Oportunidades de la Micro y Nano Tecnología”, que se llevó a cabo del 4 al 6 de agosto en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  - “XII Biel Light+Buildin” organizado por la Cámara Argentina de Industrias Electrónica, Electromecánicas, Luminotécnicas, Telecomunicaciones, Informática y Control Automático, que se llevó a cabo entre el 3 y el 7 de noviembre en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  - “XXV Jornadas Aniversario – Un enfoque Multidisciplinario” que se llevó a cabo del 2 al 4 de septiembre en el Instituto de Oncología Ángel Roffo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  - “V Edición del Taller Internacional sobre Biomap 2009” que se llevó a cabo del 20 al 25 de septiembre en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Participación en la organización de talleres, exposiciones, ferias y congresos, 5 de ellas internacionales:
  - “Iª Feria de Infraestructura y Servicios - FERINSE”, que se llevó a cabo del 14 al 16 de abril en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  - “Jornada de Bibliotecas de Ciencia y Tecnología – JOBICYT” en el marco de la “41ª Reunión Nacional de Bibliotecarios de la República Argentina -ABGRA 2009” que se llevó a cabo el 22 de abril en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  - “Espacio Joven 2009”, en el marco de la 35ª Feria Internacional del Libro de Buenos Aires que se llevó a cabo el 3 de mayo en la ciudad homónima..
  - “Tercer Congreso Nacional Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía y Segundo Congreso Iberoamericano de Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía - HYFUSEN 2009”, llevados a cabo del 8 al 12 de junio en la Universidad Nacional de San Juan.
  - “Taller Regional en materia de supresión de actos de terrorismo nuclear”, organizado por la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, que se llevó a cabo el 8 de junio en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  - Simposio “Integration of Nuclear Technologies in Latin América -LAS/ANS 2009” que se llevó a cabo del 22 al 25 de junio en el Salón de Actos Dan J. Beninson de la Sede Central de la CNEA.
  - “Primer Seminario del Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos” llevado a cabo el 14 de agosto en la Sala de Situación de la Sede Central de la CNEA, con la participación de los Intendentes de los Partidos de La Matanza, Esteban Echeverría y Ezeiza de la provincia de Buenos Aires..
  - XXV Jornadas de Oncología – Enfoque Multidisciplinario”, que se llevaron a cabo del 2 al 4 de septiembre en el Instituto de Oncología Ángel Roffo de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.



Comunicación y Relaciones Públicas  
Exposición institucional con exhibición  
de paneles y material didáctico



Memoria y Balance anual de la CNEA



Revista de la CNEA



Boletín Energético de la CNEA

- o Diseño y armado del “stand” nacional presentado en el marco de la 53ª Reunión Ordinaria de la Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica llevada a cabo del 14 al 18 de septiembre en Viena, República de Austria.
- o “VI Jornadas Didácticas de las Ciencias Físicas y Naturales”, llevadas a cabo el 17 y 18 de septiembre en la Secretaría de Cultura y Educación de Alte. Brown, provincia de Buenos Aires.
- o “3er. Congreso Argentino de Arqueometría y 2das Jornadas Nacionales para el Estudio de Bienes Culturales”, llevados a cabo del 22 al 25 de septiembre en la ciudad de Córdoba.
- o “1ª Reunión: Energía Nuclear y Ambiente” que se llevó a cabo el 17 de octubre en el Colegio Público de Abogados de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- o Participación en la “19ª. Feria internacional del norte argentino – FERINOA” que se llevó a cabo del 2 al 11 de octubre en el Centro de Convenciones de Salta.
- o “9º Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales - SAM/CONAMET 2009 – y “Primeras Jornadas Internacionales de Materiales Nucleares”, llevadas a cabo del 19 al 23 de octubre en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- o “IX Jornadas de Vinculación Tecnológica UTN-FRA”, que se llevaron a cabo el 22 y 23 de octubre en el Campus de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda en Villa Domínico, provincia de Buenos Aires.
- o “EXPOFYBI 2009 - Exposición de Farmacia y Bioquímica Industrial, junto con “Expo ARPIA 2009 - Exposición de la Agrupación de Representantes y Proveedores de Instrumental Analítico y afines”, llevadas del 27 al 29 de octubre en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Organización de los siguientes eventos científicos auspiciados por el Organismo Internacional de Energía Atómica:
  - o “Taller Regional sobre riesgos externos en instalaciones nucleares en el marco del Proyecto de Seguridad Sísmica”, que se llevó a cabo del 5 al 9 de octubre la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  - o “Primera Reunión de expertos en riesgos sísmicos en instalaciones nucleares”, celebrado del 2 a 6 de noviembre en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
  - o Reunión Técnica de Reactores PHWR (Pressurized heavy water reactor), celebrado del 9 al 12 de noviembre en la Biblioteca Nacional en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Publicación de la Memoria y Balance 2008, de los números 31/32 y 33/34 de la Revista de la CNEA y de los números 20 y 21 del Boletín Energético.
- Publicación de folletos institucionales para la difusión masiva de las actividades de la Institución.
- Distribución de comunicados de prensa a los medios y difusión interna de la información periodística de interés para el personal de la CNEA a través de su red informática (NOTINUC).

#### Red informática

Desde 1995 la CNEA cuenta con una red informática que permite la comunicación mutua entre sus integrantes y con el mundo exterior. Esta red da soporte a 1.200 estaciones de trabajo y está compuesta a su vez por tres redes de área local. En el marco de la misma se desarrolló y se mantiene operativo un sitio Web ([www.cnea.gov.ar](http://www.cnea.gov.ar)), que incluye una página Intranet, destinado a procesar información técnica y administrativa de carácter general y al cual se tiene acceso en forma permanente desde las 1.200 estaciones de trabajo de la CNEA, sus 5 institutos y 6 empresas asociadas..

#### Acceso a la Información Pública

En función de lo establecido al respecto en el Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 172/2003, la CNEA ha establecido un sistema a través de su sitio Web para la atención de las consultas que realiza el público general en materia de información pública.

#### Publicaciones Institucionales

La CNEA edita tres publicaciones institucionales:

- Memoria y Balance (ISSN 1514-1829) - Rústica 21 x 29 cm - 130 páginas. Es el medio oficial de difusión que atiende la obligación legal de la Institución de rendir cuenta a las autoridades y a la ciudadanía sobre las actividades desarrolladas en cumplimiento de sus competencias y responsabilidades. Se edita desde 1964 con frecuencia anual.
- Revista de la CNEA (ISSN 1666-1036) - Rústica 20 x 28 cm - 40 páginas. Destinada a brindar información sobre temas relacionados con la actividad nuclear, orientada a un público con formación profesional. Contiene artículos de revisión del estado del conocimiento, noticias de las actividades del medio nuclear argentino y reseñas bibliográficas. Se edita desde 2001 con frecuencia semestral.
- Boletín Energético (ISSN 1668-1525) - Rústica 16 x 22 cm - 30 páginas. Expone datos representativos del funcionamiento del Mercado Mayorista Eléctrico argentino y de la participación en él de la generación nucleoelectrónica, e información vinculada a dicha generación, orientada a

un público con formación profesional. Contiene datos estadísticos sobre potencia instalada, demanda y oferta eléctrica y costos. Se edita desde 1998 con frecuencia semestral. Además, está organizando un archivo histórico de registros fotográficos, folletos y publicaciones seriadas.

#### **Actividades desarrolladas localmente por los Centros Atómicos, Complejos y Delegaciones Regionales**

##### **Actividades desarrolladas por el Centro Atómico Bariloche**

- Difusión externa de las actividades científicas, tecnológicas y de interés general realizadas en el Centro Atómico, a través de comunicados y gacetillas de prensa.
- Atención y seguimiento de la prensa local y regional.
- Mantenimiento de vínculos con fuerzas vivas de la ciudad de San Carlos de Bariloche.
- Desarrollo de la página Web con información relacionada a la oferta académica de la CNEA.
- Producción y actualización de noticias de la página web actual del Centro Atómico y desarrollo del proyecto de una nueva página Web.
- Organización de actos y eventos en el Centro Atómico.
- Recepción y atención de visitas oficiales, nacionales e internacionales.
- Realización de visitas de establecimientos educativos, instituciones y público en general a las instalaciones del Centro Atómico, habiéndose concretado en 2009 del orden de 1.500 visitas.
- Difusión interna de las actividades que se desarrollan en el Centro Atómico a través del boletín “El Núcleo”, publicación mensual en formato impreso y digital que contiene noticias vinculadas al área científico-tecnológica e información general de interés para el personal.
- Desarrollo de un Manual de Procedimientos para la coordinación y recepción de visitas guiadas y reglamentación de la toma de fotografías por parte de visitantes.

##### **Actividades desarrolladas por el Centro Atómico Constituyentes**

- Ejecución de campañas de difusión institucional, de estudios y encuestas sobre la evolución de la opinión pública en relación con la temática nuclear.
- Organización y atención de visitas a instalaciones del Centro Atómico por 15 establecimientos educativos en las que participaron 418 alumnos y 55 docentes, y realización de las visitas educativas de escuelas técnicas al Instituto Sabato.
- Recepción y atención de 6 medios masivos de comunicación para entrevistas y/o la realización de programas sobre temas científicos y técnicos relacionados con las actividades desarrolladas en el Centro Atómico.
- Recepción y atención de visitas de delegaciones diplomáticas y funcionarios del Japón, Malasia, Argelia, Holanda y Alemania.
- Celebración de la tradicional jornada anual denominada “CAC-Puertas Abiertas a la Comunidad” destinada a la divulgación de la actividad nuclear y, específicamente, a la que desarrolla el Centro Atómico, en cuyo marco se efectuaron visitas guiadas a diversas instalaciones del mismo.
- Organización de eventos, charlas y actos académicos.
- Lanzamiento de la reedición del boletín NotiCAC, publicación bimestral en formato impreso y digital, de índole científico-nuclear y social del Centro Atómico dirigido a su personal y a la comunidad zonal.
- Recepción y diligenciamiento de 246 consultas vía digital sobre energía nuclear, asistencia técnica, análisis de procesos industriales y capacitación de recursos humanos.
- Realización de los siguientes eventos internacionales, en instalaciones del Centro Atómico:
  - “Targeted delivery of lipid agents and nanoparticles to cancer cells: How to combine chemical reaction equilibrium and physical interactions for biological activity”.
  - “Workshop on Plant Life Management Program for Safe long-term Operation”, auspiciada por el Organismo Internacional de Energía Atómica.
  - “3rd. Workshop on Quantum Chaos: Theory and Applications”
  - Reunión del Proyecto del Acuerdo ARCAL RLA/8/044 “Armonización regional respecto de la calificación del personal en los ensayos no destructivos de sistemas, estructuras y componentes”.

##### **Actividades desarrolladas por el Centro Atómico Ezeiza**

- Información y difusión de las actividades que lleva a cabo la CNEA en general y el Centro Atómico en particular, a través de folletería, atención a la prensa, carpetas de prensa y atención de consultas vía “mail”.
- Organización de eventos institucionales.
- Organización y atención de visitas educativas para colegios, universidades y otras instituciones.
- Organización y atención de visitas institucionales de carácter oficial, nacionales y extranjeras.
- Desarrollo del programa de comunicación interna “Letras para Compartir; ¿Qué festejamos Hoy?”, emisión semanal de narraciones, anécdotas, cuentos cortos y relatos, dirigido al público interno.

- Desarrollo del programa “Visitas Internas” destinado al personal que desarrolla su actividad profesional en el Centro con el objeto de que conozcan el trabajo de los demás.
- Recepción y atención de la producción del Canal Encuentro para la realización de un cortometraje sobre las distintas actividades que se realizan en el Centro Atómico.

#### **Actividades desarrolladas en el Complejo Minero Fabril San Rafael**

- Actividades de difusión de las actividades del Complejo incluidas charlas informativas.
- Organización y atención de visitas institucionales, entre ellas la de los miembros de la Fundación “The Climat Project” liderada por el Premio Nobel de la Paz, el ex Vicepresidente de los Estados Unidos Al Gore, en el marco de las “Primeras jornadas de desarrollo urbano sustentable” celebradas en junio en la ciudad de San Rafael.
- Organización y atención de visitas educativas en las que participaron del orden de 150 alumnos y docentes de los niveles secundario, terciario y universitario provenientes de las ciudades de San Rafael y Mendoza y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

#### **Actividades desarrolladas por las Delegaciones Regionales**

En materia de relaciones institucionales y con la sociedad, a partir de 2008 la CNEA generó una nueva área de actividad en la temática de la comunicación social, delineándose un “Plan de Abordaje Social” para establecer una adecuada relación con las comunidades en los distintos sitios del país en que se desarrollan las actividades relacionadas con la minería del uranio, interactuando directamente con los pobladores y los municipios. A tales efectos se conformó un grupo de trabajo para llevar adelante estas técnicas que tuvo actuación en distintas localidades manteniendo reuniones con pobladores y autoridades municipales de las mismas. En 2009 se desarrollaron las actividades que se indican en cada una de las Delegaciones Regionales.

#### **En la Delegación Regional Centro:**

- Actividades de comunicación institucional
  - Distribución, a través de la “Red de Divulgadores de la Docta” del “Grupo de Divulgadores de la Docta”, constituido en 2008 por investigadores y periodistas locales y del cual la CNEA es miembro fundador, del “Newsletter” de la CNEA “Tabla periódica” y de la publicación “Radiaciones, ambiente y sociedad”.
  - Difusión en el ámbito universitario del video “Metalurgia Nuclear: un paso hacia el futuro”.
- Actividades de divulgación Científica
  - En el marco del mencionado “Grupo de Divulgadores de la Docta”, confección del programa para el dictado de un “Curso sobre tecnología nuclear para periodistas” y programación de “Cafés Científicos” sobre energía atómica en el marco del Programa “Pensar la ciencia entre todos” de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba.
  - En el ámbito escolar, realización de exposiciones en escuelas del nivel medio y de visitas didácticas a la Planta de Producción de DIOXITEK S.A., Central Nuclear Embalse y Servicios de Telecobaltoterapia y Medicina Nuclear en instituciones hospitalarias locales.
- Actividades en el ámbito académico
  - Sobre la base de los convenios vigentes con instituciones universitarias, realización de 9 tutorías sobre prácticas profesionales y cinco co-direcciones de trabajos finales de graduación, prestandose además apoyo para la realización de numerosos trabajos prácticos y monografías sobre temas relacionados con las actividades nucleares.
  - Participación en calidad de jurado en la “Feria Provincial de Ciencia y Tecnología Córdoba 2009”.
  - Participación en calidad de expositores en el Seminario sobre “Nuevas dimensiones en la política internacional” organizado por la Universidad Nacional de Córdoba,

#### **En la Delegación Regional Cuyo**

- Realización de charlas de divulgación sobre la actividad nuclear.

#### **En la Delegación Regional Noroeste**

- Realización de un sondeo de opinión a los pobladores y referentes sociales de las áreas de influencia de los Cateos de la Sierra de Vaquería (provincia de Salta), solicitado por la autoridad minera provincial con el fin de evaluar el conocimiento y expectativas sobre las actividades geológicas y las de la CNEA en general, redactándose un informe para ser incorporado a la Línea de Base Social dentro del Informe del Estudio de Impacto Ambiental.
- Realización de charlas de divulgación institucional para el nivel secundario en la Escuela Normal y en el Colegio San Martín de la ciudad de Salta, encuadradas en la “Semana de Ciencia y Técnica” organizada

por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, y para alumnos superiores de la Escuela Fe y Alegría del barrio Solidaridad de la misma ciudad.

- Realización de una charla de divulgación en la escuela primaria de Cantadero, provincia de La Rioja, y coordinación con el Ministerio de Educación de esa provincia de procedimientos para la incorporación de contenidos de interés de la CNEA en la currícula educativa de los ciclos medios y superior.
- Disertación en el ciclo de conferencias ENERGEICO (FERINOA) sobre la temática “Matriz energética y energía nuclear”, en la ciudad de Salta.

#### **En la Delegación Regional Patagonia**

- Realización de charlas de divulgación mensuales a intendentes de municipios de la Meseta Central y establecimientos educativos del ciclo medio de Trelew y Puerto Madryn, provincia del Chubut.
- Participación permanente en las reuniones de la Comarca de la Meseta Central de la provincia del Chubut en distintas localidades, en las que participaron autoridades provinciales y municipales, fuerzas vivas locales y representantes de organizaciones no gubernamentales, siendo la única institución extra provincial convocada.
- Realización en el Campamento Los Adobes de una reunión con jefes y representantes comunales y autoridades provinciales para que conozcan “in situ” las instalaciones, actividades y planes que lleva adelante la CNEA en el área.

### **ASUNTOS JURÍDICOS**

La Ley N° 12.954, publicada en el Boletín Oficial el 10/03/1947, creó el Cuerpo de Abogados del Estado y estableció que el mismo se compone de delegaciones en cada una de las reparticiones de la administración de jurisdicción nacional, que deben supeditar su acción a las instrucciones que imparta la Dirección General a fin de unificar criterios, pero dependiendo administrativamente del organismo de la Administración Nacional a que se hallen adscriptas. Dicha ley ha sido reglamentada por el Decreto N° 34.952/47.

El área Asuntos Jurídicos de la CNEA entiende en todos los aspectos jurídicos relacionados con la Institución, interviniendo en la formación de los actos administrativos y ejerciendo la representación judicial del organismo.

Cabe destacar la disponibilidad abierta a toda la Institución de distintas fuentes de información y de bibliografía especializada, en gran parte dentro de la informática jurídica más avanzada y actualizada.



## C A P Í T U L O 5

### **FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS DE ALTA ESPECIALIZACIÓN**

*Instituto Balseiro*

*Instituto de Tecnología Prof. Jorga A. Sabato*

*Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson*

*Fundación Escuela de Medicina Nuclear*

*Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear*

*Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto de  
Oncología Ángel Roffo*

## FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS DE ALTA ESPECIALIZACIÓN

La CNEA es un importante centro de formación de recursos humanos en disciplinas de interés desde el punto de vista de la ciencia y la tecnología nucleares, mediante principalmente sus tres Institutos de nivel universitario: el Instituto Balseiro, el Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sabato y el Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson. Además, en el campo específico de la medicina nuclear, a través del Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN), la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear (FCDN) y el Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto de Oncología Ángel Roffo.

### INSTITUTO BALSEIRO

Situado en el Centro Atómico Bariloche, es el más antiguo de los institutos de formación de recursos humanos de la CNEA. Depende académicamente de la Universidad Nacional de Cuyo, la cual otorga los títulos y asigna el plantel docente. El Instituto Balseiro ofrece las carreras de grado de Licenciatura en Física, Ingeniería Nuclear e Ingeniería Mecánica, y además la posibilidad de completar una formación de posgrado mediante sus carreras de Doctorado y las carreras de Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear, Maestría en Ciencias Físicas, Maestría en Física Médica y Maestría en Ingeniería. El Instituto es también sede de la Biblioteca "Leo Falicov".

Durante el año 2009 egresaron 12 Ingenieros pertenecientes a la 30ª Promoción de Ingenieros Nucleares, 5 Ingenieros pertenecientes a la 5ª Promoción de Ingenieros Mecánicos, 15 Licenciados de la 53ª Promoción de Licenciados en Física, 9 egresados de la 7ª Promoción de la Carrera de Posgrado "Maestría en Ciencias Físicas", 7 egresados de la 6ª Promoción de la Carrera de Posgrado "Maestría en Física Médica" y 5 Especialistas de la 14ª Promoción de la Carrera de Posgrado "Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear". Asimismo, recibieron su título 9 Doctores en Física y 8 Doctores en Ciencias de la Ingeniería y 2 egresados de la carrera de Maestría en Ingeniería. De este modo, desde 1958 hasta 2009 se recibieron un total de 1.567 profesionales:

Licenciados en Física: 608 (primera promoción 7 de junio de 1958).

Ingenieros Nucleares: 291 (primera promoción 15 de junio de 1981).

Ingenieros Mecánicos: 25 (primera promoción 24 de junio de 2005).

Magísteres en Ciencias Físicas: 98 (primera promoción 19 de diciembre 2003).

Magísteres en Física Médica: 37 (primera promoción 17 de diciembre 2004).

Magísteres en Ingeniería: 5 (primera promoción 20 de diciembre de 2008).

Especialistas en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear: 108 (primera promoción 19 de diciembre de 1996).

Doctores en Física: 340.

Doctores en Ingeniería Nuclear: 35.

Doctores en Ciencias de la Ingeniería: 20.

### ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN

#### Escuela de verano

Durante 2009 concurrieron al Instituto Balseiro 15 pasantes de Becas de Verano. Fueron coordinadas y dirigidas por investigadores del Instituto y del Centro Atómico Bariloche que guiaron los trabajos de investigación.

#### Escuela José A. Balseiro

Las Escuelas José A. Balseiro se enmarcan en el esquema de cooperación entre unidades académicas cuyo objetivo es mejorar la preparación de los egresados en licenciaturas en física y química y en ingenierías de diferentes universidades, para que puedan integrarse rápidamente en tareas de investigación. En 2009 el tema de la Escuela fue "Modelado en neurociencias" y 23 alumnos de diferentes universidades de nuestro país y de Latinoamérica asistieron a ella.

#### Beca Instituto Balseiro 2009 para alumnos de escuelas de enseñanza media

En 2009 se organizó la octava edición de la "Beca Instituto Balseiro para alumnos de escuelas de enseñanza media". Se invitó a los alumnos de los dos últimos años de esas escuelas a que escribieran un trabajo literario sobre el tema "La ciencia y la ciencia-ficción".

Participaron 513 alumnos de todo el país representando a más de 250 escuelas. Debido a la cantidad y a la calidad de los trabajos recibidos la tarea de selección fue difícil y larga. La evaluación fue realizada por 44 investigadores, docentes y becarios del Instituto Balseiro y del Centro Atómico Bariloche. Los 15 alumnos premiados, junto a dos de los profesores que avalaron sus trabajos, visitaron la ciudad de San Carlos de

Bariloche entre el 4 y el 10 de octubre, gozando de una beca integral en las instalaciones del Instituto Balseiro y del Centro Atómico Bariloche, en el curso de la cual se interiorizaron de las actividades académicas y científicas que allí se realizan.

Debido a la calidad de sus trabajos, se reconoció a los autores de otras 19 monografías otorgándoles una mención especial. El evento cuenta con el auspicio oficial del Ministerio de Educación de la Nación por Resolución N° 953 SE del 9 de noviembre de 2007.

### **BIBLIOTECA “LEO FALICOV”**

El año 2009 se caracterizó por algunos avances significativos que mejoraron e incrementaron los recursos y servicios ofrecidos a los usuarios, tanto locales como remotos.

- Se instaló el Sistema Integrado de Gestión Bibliotecaria CaMPI, compuesto por los módulos de catalogación, catálogo en línea y circulación y estadísticas.
- Se realizó la evaluación de varios “software” para la creación de un repositorio institucional digital de acceso abierto con el propósito de preservar y diseminar la producción intelectual del Centro Atómico Bariloche y del Instituto, y se optó por la utilización del “software open source Eprints” (de la Universidad de Southampton, Gran Bretaña), comenzándose a realizar pruebas de carga.
- Se concluyó la ampliación del edificio, disponiendo de mayor espacio para el estudio y la lectura, la preservación de material bibliográfico, el equipamiento y el personal.

La colección de libros creció 4,37% mediante compra y donación. Con respecto a las publicaciones periódicas, se recibieron 49 títulos en formato papel y se tuvo acceso a la versión electrónica de 63 títulos. Los recursos propios se complementaron con aquellos ofrecidos por la Biblioteca Electrónica del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. La obtención de documentos de fuentes externas se realizó en casi todos los casos por medios electrónicos. Documentos del archivo histórico IB/Gaviola fueron requeridos en varias oportunidades por usuarios locales y externos, resaltando éstos la utilidad de la base de datos en línea, como así también la preservación y organización del material.

También se contribuyó con 27 trabajos a la base de datos cooperativa “Sistema Internacional de Información Nuclear” (INIS) del Organismo Internacional de Energía Atómica, de la producción científica local y/o del país que se encuadra dentro de la temática del sistema.



Instituto Balseiro  
Biblioteca “Leo Falicov”

### **INSTITUTO DE TECNOLOGÍA PROF. JORGE A. SABATO**

El Instituto Sabato, heredero de la trayectoria en formación de recursos humanos del Departamento Materiales del Centro Atómico Constituyentes, ha cumplido 16 años desde su creación por convenio con la Universidad Nacional de San Martín, acumulando 287 egresados de sus carreras. Tiene como objetivo la formación de recursos humanos en niveles de grado, posgrado y extensión universitaria, asociando adecuadamente actividades de investigación y desarrollo y aspirando a alcanzar niveles de excelencia.

El Instituto busca favorecer una interacción permanente y dinámica de los docentes con los alumnos, la actualización de los temas de estudio e investigación y la realización de trabajos de seminario y de tesis bajo la dirección de investigadores y tecnólogos de reconocido prestigio. La gran cantidad de actividades experimentales que se realizan se llevan a cabo prácticamente todas en los laboratorios del Centro Atómico Constituyentes.

El Centro de Información del Centro Atómico, que cuenta con la Biblioteca “Dr. Eduardo J. Savino”, es primordial para proveer la información necesaria a los docentes y, especialmente, a becarios y alumnos.

En el Instituto Sabato se dictan la carrera de Ingeniería en Materiales, la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales, los Doctorados en Ciencia y Tecnología con mención Materiales y mención Física, y la Especialización en Ensayos No Destructivos.

#### **Ingeniería en Materiales**

La carrera de Ingeniería en Materiales, acreditada por 6 años por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) según la Resolución N° 437/03, está dirigida a alumnos con segundo año universitario aprobado en ingeniería o en una licenciatura en ciencias, que mediante un sistema de becas completan su formación en un período de cuatro años. El sistema de becas hace posible la dedicación exclusiva de los alumnos al estudio, quienes por su parte tienen exigencias de regularidad y rendimiento. En agosto de 2009 egresaron 10 Ingenieros en Materiales. En las diez promociones desde el año 2000 se totalizan 93 egresados. Varios de ellos realizan tareas en la CNEA, una parte importante de estos ingenieros trabajan actualmente en empresas del país y otros continúan su formación realizando posgrados en el exterior.

#### **Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales**

La Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales, acreditada con nivel A por la CONEAU según Resolución N° 498/99, tuvo en 2009 3 egresados, con lo que se totalizan 119 a lo largo de 16 años.



Instituto Tecnológico Prof. Jorge Sabato  
Logotipo



Instituto Sabato  
Laboratorio

### **Doctorado en Ciencia y Tecnología, mención Materiales**

El Doctorado en Ciencia y Tecnología, mención Materiales, acreditado por la CONEAU con nivel A según Resolución N° 803/99, tuvo 6 egresados en 2009. Desde su creación se totalizan 33 nuevos Doctores.

### **Doctorado en Ciencia y Tecnología, mención Física**

El Doctorado en Ciencia y Tecnología, mención Física, acreditado por la CONEAU con nivel A según Resolución N° 709/06, tuvo 1 egresado en 2009. Desde su creación se totalizan 15 nuevos Doctores.

### **Especialización en Ensayos No Destructivos**

Durante 2009 no se dictó la Especialización en Ensayos No Destructivos. Fueron 8 los estudiantes que recibieron su título y se acumulan 27 egresados desde su inicio en 2004.

### **Cursos de Extensión**

En 2009 se continuó con la organización de cursos de extensión para capacitación interna y externa a la CNEA, contando con un total de 126 alumnos. Se dictaron los siguientes: Procesos de Comunicación y PNL, Herramientas de la Calidad, Incertidumbre de las Mediciones, Análisis de Causas que Originan No Conformidades, Validación de Métodos Analíticos y Cálculo de Incertidumbre, Excel Aplicado a Documentos, Formación de Auditores Internos, Técnicas para el Estudio de Bienes Culturales, Introducción a la Norma ISO 9001 y Evaluación de Proveedores de Ensayos de Aptitud No Acreditados.

### **Actividades conjuntas con el Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET)**

- Segunda edición del concurso “Los materiales y la humanidad” con el objetivo de incentivar al estudio e investigación de la ciencia de los materiales.
- Dictado de cursos sobre la ciencia de los materiales dirigidos a docentes de escuelas técnicas.
- A través del “Programa de capacitación técnico-profesional para alumnos de alto rendimiento académico y compromiso socio-comunitario” que realiza el INET, recepción de las visitas de 150 alumnos con los mejores promedios de las provincias del Chubut, Córdoba, Jujuy, Formosa y Misiones.

### **CENTRO DE INFORMACIÓN CENTRO ATÓMICO CONSTITUYENTES (CICAC) Y BIBLIOTECA “DR. EDUARDO J. SAVINO”**

El CICAC mantuvo una actividad constante a lo largo del año 2009:

- En el marco del proyecto de preservación a largo plazo de la documentación institucional, continuación con la digitalización de las colecciones de los informes de actividades de los diferentes sectores, completándose en 2009 la de 12.900 páginas.
- Continuación del envío de trabajos al “Sistema Internacional de Información Nuclear” (INIS) del Organismo Internacional de Energía Atómica, aportándose hasta 2009, 576 registros.
- Continuación de la prestación de los servicios de información propios del CICAC entre los que se destaca el Servicio de Provisión del Documento Primario.
- Renovación de la adquisición de 52 títulos de publicaciones periódicas internacionales y compra de 68 libros para mantener actualizada la colección.
- En el marco del proyecto “Política de desarrollo de la colección”, compra del acceso electrónico a la colección retrospectiva de 110 títulos de “Elsevier” en Ciencia de los Materiales, publicados antes de 1995.
- A efectos de fortalecer la capacitación del personal se participó en las siguientes reuniones:
  - 41ª Reunión Nacional de Bibliotecarios, celebrada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires organizada por la Asociación de Bibliotecarios Graduados de la República Argentina.
  - “Regional Workshop on Nuclear Knowledge Management”, celebrado en la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro organizado por el Organismo Internacional de Energía Atómica.
  - Seminario “Dilemas de la biblioteca actual: Sistema ABCD”, celebrado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires organizado por el Instituto de la Administración Pública.
  - “Primer Seminario Nacional de la archivística aplicada a los archivos de la memoria” realizado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires organizado por el Archivo Nacional de la Memoria.
  - “4º Encuentro Internacional y 7º Nacional de recuperación y conservación de la memoria visual”, celebrado en la ciudad de Berazategui, provincia de Buenos Aires.
  - Taller Magistral “La obsolescencia tecnológica, criterios a considerar en las estrategias de conversión digital”, celebrado igualmente en Berazategui.

### **INSTITUTO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR DAN BENINSON**

El Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson es el más nuevo de los Institutos académicos de la CNEA; fue creado en 2006 por acuerdo con la Universidad Nacional de San Martín. Tiene su sede principal en el Centro Atómico Ezeiza y su sub-sede en el Centro Atómico Constituyentes. Es el sucesor del ex Instituto de

Estudios Nucleares (IdEN) creado en 1996, que tuviera acuerdos con la Universidad Tecnológica Nacional, la Universidad Nacional de La Plata y la Universidad Maimónides. Las actividades académicas permanentes del Instituto Beninson incluyen el dictado de las siguientes carreras y cursos:

Especialización en Reactores Nucleares y su Ciclo de Combustible

Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares

Curso de Metodología y Aplicación de Radionucleídos

Curso de Dosimetría en Radioterapia

Curso de Física de la Radioterapia

Curso de Introducción a la Tecnología Nuclear (niveles profesional y técnico)

Durante 2009 egresaron 7 Especialistas en Reactores Nucleares y su Ciclo de Combustible y 3 Especialistas en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares. En total, en 2009 cursaron satisfactoriamente en el Instituto entre carreras y cursos 630 alumnos y desde su creación lo hicieron más de 1.000 alumnos.

#### **Especialización en Reactores Nucleares y su Ciclo de Combustible**

Aprobado por resolución del Consejo Superior de la Universidad Nacional de San Martín CS N° 179/06. El objetivo de la carrera es brindar a los alumnos un conocimiento general sobre la tecnología de los reactores nucleares, su ciclo de combustible y las principales disciplinas involucradas, apuntando a la inserción en el trabajo profesional en cualquiera de las ramas principales del área, ya sea en estudios básicos o en trabajos aplicados. Esta Especialización se dicta en el Centro Atómico Constituyentes y dura un año lectivo. Los egresados reciben el título de Especialistas otorgado por la Universidad Nacional de San Martín.

En 2009 egresó la tercera promoción de la carrera que fue cursada en su totalidad por 7 alumnos; otros 12 cursaron algunos módulos. Este curso se dictó también, en forma intensiva durante cuatro meses, en el Centro Melillo perteneciente a la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A., aprobando los exámenes 24 alumnos pertenecientes al plantel de esa empresa.

#### **Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares**

Aprobado por resolución del Consejo Superior de la Universidad Nacional de San Martín CS N° 178/06. El objetivo de la carrera es formar especialistas con altos niveles de conocimiento en las diversas áreas de la radioquímica y con solvencia en la utilización de instalaciones y equipos que hacen al trabajo profesional en las aplicaciones nucleares. Esta Especialización se cursa en el Centro Atómico Ezeiza, dura un año lectivo y los egresados reciben el título de Especialista, otorgado por la Universidad Nacional de San Martín. En 2009 cursaron la carrera completa 3 alumnos y otros 4 algunos módulos.

#### **Curso de Metodología y Aplicación de Radionucleídos**

Su objetivo es el de suministrar los conocimientos teóricos y el entrenamiento necesarios para la utilización y aplicación de las sustancias radiactivas teniendo en cuenta los criterios de protección radiológica. Los alumnos tienen oportunidad de conocer y manejar los equipos utilizados en la medición de las radiaciones. Cumple con uno de los requisitos de las normas regulatorias vigentes para el uso de radionucleídos "in vivo" e "in vitro" para aspirar al Permiso Individual o a la correspondiente Licencia Operativa que habilita a desarrollar las tareas específicas en el ámbito nuclear. Está dirigido a profesionales y técnicos y se dicta en el Centro Atómico Ezeiza. En 2009 lo cursaron profesionales de diversas áreas procedentes de instituciones públicas y privadas y del plantel de la CNEA, conformando un total de 18 alumnos.

#### **Curso de Dosimetría en Radioterapia**

Su objetivo es habilitar a técnicos y profesionales en el empleo de material radiactivo y/o radiaciones ionizantes en seres humanos. Cumple uno de los requisitos de la Autoridad Regulatoria Nuclear para aspirar a la Licencia como Técnico en Física de la Radioterapia. Está dirigido a técnicos y profesionales (médicos, físicos e ingenieros) y se dicta en el Servicio de Radioterapia del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo. En 2009 lo cursaron 16 alumnos.

#### **Curso de Física de la Radioterapia**

Su objetivo es impartir los conocimientos necesarios para el desempeño en un centro de terapia radiante cumpliendo uno de los requisitos de la Autoridad Regulatoria Nuclear para aspirar a la Licencia como Especialista en Física de la Radioterapia. Está dirigido a profesionales (físicos e ingenieros) y se dicta en el Servicio de Radioterapia del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo. En 2009 lo cursaron 5 alumnos.

#### **Cursos con la Fundación Centro Diagnóstico Nuclear**

En 2009 se dictaron en la sede de la Fundación los siguientes:



Instituto de Tecnología Nuclear  
Dan Beninson  
Logotipo

- Curso de Entrenamiento en Producción y Control de Calidad de FDG.
- Curso de Entrenamiento en PET/CT para Médicos: Oncología, lo cursaron 3 alumnos.
- Curso de Entrenamiento en PET/CT para Técnicos, lo cursaron 9 alumnos.
- Curso de Entrenamiento en PET/CT para Físicos, lo cursaron 4 alumnos.
- Curso de Entrenamiento en PET/CT para Médicos: Cardiología, lo cursaron 6 alumnos.

#### **Cursos de Introducción a la Tecnología Nuclear:**

- Curso de Capacitación Introductoria para Personal de Instalaciones Clase I-2: Reactores Nucleares de Producción e Investigación y Clase I-3: Conjuntos Críticos.  
Diseñado para habilitar a los alumnos para la obtención de la licencia general en las instalaciones indicadas. Se gestionó y obtuvo el reconocimiento como curso de capacitación complementaria por parte de la Autoridad Regulatoria Nuclear. No se dictó en 2009.
- Curso de Capacitación Introductoria para Personal de Instalaciones, Clase I-4. Instalaciones Nucleares con Potencial de Criticidad, Clase I-5. Aceleradores de Partículas con  $E > 1$  MeV (excepto los aceleradores de uso médico), Clase I-6. Plantas de Irradiación Fijas o Móviles, Clase I-7. Plantas de Producción de Fuentes Radiactivas Abiertas o Selladas, Clase I-8. Gestor de Residuos Radiactivos, y Clase I-9. Instalaciones Minero Fabriles (que incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación).  
Diseñado para habilitar a los alumnos para la obtención de la licencia general en las instalaciones indicadas en el párrafo anterior, obtuvo el reconocimiento de la Autoridad Regulatoria Nuclear como curso de capacitación complementaria. En 2009 lo cursaron 17 alumnos.



Instituto de Tecnología Nuclear  
Dan Beninson  
Biblioteca

#### **Tecnicatura Universitaria en Aplicaciones Nucleares**

Durante el año 2009 se elaboró la presentación de esta nueva carrera de pre-grado y se presentó ante el Consejo Superior de la Universidad Nacional de San Martín que decidió su aprobación mediante la Resolución CS N° 209/09. Su objetivo general es formar técnicos universitarios de excelencia con capacidad para desempeñar con idoneidad tareas técnicas como asistente de profesionales en todas aquellas áreas relacionadas con radiaciones y sus aplicaciones, observando las normas de seguridad para los trabajadores, las instalaciones, el público en general y el medio ambiente.

#### **Actividades de Extensión**

##### **El ABC de la Energía Nuclear:**

Cursillo preparado a pedido de la CNEA destinado al personal nuevo ingresante y a aquellos agentes que no han recibido formación alguna en temas nucleares. Se imparte en forma periódica para incluir a todo el personal involucrado. En 2009 se dictaron varios cursos en los Centros Atómicos Constituyentes y Ezeiza y en la Sede Central de la CNEA, con la asistencia de 196 alumnos

##### **Cursos de capacitación interna para personal de la CNEA**

En 2009 se dictaron los siguientes cursos:

- Gestión de calidad en laboratorios, normas IRAM 301:2005 (ISO IEC 17025:200: 524 alumnos.
- Gestión de calidad en instalaciones, servicios y sectores administrativos IRAM ISO IEC 9001:2008: 35 alumnos.
- Planes de muestreos para la aceptación - Muestreo por atributos y por variables: 20 alumnos.
- Ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorio: 19 alumnos.
- Validación de metodología analítica: 16 alumnos.
- Indicadores de gestión: 6 alumnos.
- Conocimientos básicos del sistema de higiene y seguridad laboral y riesgos en el trabajo (edición I): 34 alumnos.
- Conocimientos básicos del sistema de higiene y seguridad laboral y riesgos en el trabajo (edición II): 30 alumnos.
- Centelleo líquido: 3 alumnos.
- ¿Para qué sirven los costos? : 30 alumnos.
- Cálculo de incertidumbre: 6 alumnos.
- Conceptos básicos de seguridad e higiene del trabajo: se dictó 2 veces en el año con un total 49 alumnos.
- Prácticas profesionales supervisadas en ciencia y tecnología de alimentos: se dictó 2 veces en el año con un total de 2 alumnos.
- Curso de protección radiológica del paciente (en el Hospital Naval): 55 alumnos.

### FUNDACIÓN ESCUELA DE MEDICINA NUCLEAR

La Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN), ubicada en la ciudad de Mendoza, fue creada en 1991 como resultado de un emprendimiento conjunto de la CNEA, la Universidad Nacional de Cuyo y el gobierno de esa provincia, teniendo, entre otros, el objetivo de desarrollar actividades docentes de pre y pos grado en materia de medicina nuclear y radiodiagnóstico, en un marco de excelencia académica. En ella y en el Instituto Balseiro se cursa la Maestría en Física Médica de la citada Universidad, se dictan cursos de radiofísica sanitaria y se realizan residencias en medicina nuclear y en diagnóstico por imágenes. Además, se dictan las materias Diagnóstico por Imágenes de las carreras de grado de Medicina de las Universidades Nacional de Cuyo y de Mendoza.

La Maestría en Física Médica, que se cursa desde 2003, es la actividad docente más estructurada y sólida. En 2009 egresaron 6 alumnos provenientes: 2 de Argentina, uno de Chile, 2 de Colombia y uno de Venezuela. De los 6, 3 completaron sus tesis de Maestría.

En agosto se dictó el Curso Básico de Radiofísica Sanitaria con 80 asistentes y en octubre se realizaron las "Jornadas de Actualización para Técnicos Radiólogos" con 70 asistentes. También se dictaron charlas y se realizaron visitas a los equipos previstas en el programa del Curso de Protección Radiológica y Seguridad en Fuentes de Radiación, organizado por la Autoridad Regulatoria Nuclear con el patrocinio del Organismo Internacional de Energía Atómica, que contó con 26 participantes de la Argentina y numerosos países latinoamericanos. Entre junio y agosto se dictó el Curso de Dosimetría en Radioterapia con 12 inscriptos. En cuanto a capacitación interna, se dictaron los cursos Capacitación para Técnicos, con un total de 43 inscriptos, y Reentrenamiento Teórico-Práctico para las Funciones Licenciables de la Instalación Clase Ciclotrón y Línea de Producción de Radioisótopos para PET, con un total de 6 puestos licenciables. También se dictaron los cursos Capacitación Complementaria del Personal de la Instalación Ciclotrón y Línea de Producción de Radioisótopos para PET; Atención al Paciente, dirigido a personal administrativo de la FUESMEN con y sin atención al público; y 2 cursos abiertos, uno de Nomenclador (Primer Nivel) dirigido a personal administrativo de facturación y recepción al público, con asistencia de 60 personas, y otro de Introducción a Problemas en Administración de Salud y Auditoría Médica, dirigido a personal administrativo de facturación con conocimiento de administración, con asistencia de 30 personas.

Se continuó con la formación en el grado y postgrado. En la formación médica se prosiguió con la actividad programada junto con el Ministerio de Salud provincial y la Obra Social de Empleados Públicos de Mendoza (OSEP), en relación con las residencias en Diagnóstico por Imágenes y en Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear, con aproximadamente 5 residentes por año. Además, iniciaron su segundo año de residencia en Oncología Clínica conjunta con el Ministerio de Salud provincial y el Centro Oncológico de Integración Regional (COIR) 2 residentes.

Más de 300 alumnos de la Carrera de Medicina de la Universidad Nacional de Cuyo y de la Universidad de Mendoza pasaron por las aulas de la FUESMEN para su formación en diagnóstico por imágenes anatómicas y metabólicas y 8 alumnos de la Carrera de Bioingeniería de la Universidad de Mendoza cursaron en la FUESMEN la materia Procesamiento de Imágenes. Además, 23 profesionales y técnicos realizaron pasantías o rotaciones por diversos servicios de la FUESMEN, en especial por los de Diagnóstico por Imágenes y Medicina Nuclear.

### FUNDACIÓN CENTRO DE DIAGNÓSTICO NUCLEAR

A partir de 2003, la CNEA y la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) encararon un proyecto que significaba dotar al conglomerado del Gran Buenos Aires de un centro de última generación de diagnóstico por técnica de emisión de positrones (PET) con, entre objetivos, la formación de recursos humanos, acordando la creación de la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear. El equipamiento e instalaciones del Centro permiten la capacitación de recursos humanos especializados en la producción de radioisótopos y radiofármacos, el diagnóstico por imágenes y la medicina nuclear.

En 2009 se desarrollaron en él las siguientes actividades de orden docente:

- Organización y dictado de clases, con el aval académico de la Universidad Nacional de San Martín y el Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson, de los siguientes cursos:
  - Curso de entrenamiento en PET/CT para médicos: Oncología, en junio y entre agosto y diciembre.
  - Curso de entrenamiento en PET/CT para médicos: Cardiología, en octubre.
  - Curso de entrenamiento en PET/CT para físicos, en agosto.
  - Curso de entrenamiento en PET/CT para técnicos, en mayo y septiembre.
- Participación docente en:
  - El Curso de la Unidad III: Toxicología, de la Universidad de Buenos Aires.
  - El Curso de Metodología de Radioisótopos, de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires.
  - El Módulo Radiofarmacia de la Especialización de Post-grado en Radioquímica dictado para el Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson.



Fundación Escuela de Medicina Nuclear  
Ciudad de Mendoza



Centro de Diagnóstico Nuclear  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

- o La materia Física Médica de la Tecnicatura en Diagnóstico por Imágenes de la Universidad Nacional de San Martín.
- o Por convenio de colaboración con la Universidad Favaloro:
  - La Asignatura Medicina Nuclear de la Carrera de Ingeniería en Física Médica.
  - El Módulo PET/CT de la Asignatura Instrumentación Biomédica de la Carrera de Ingeniería Biomédica y Maestría en Ingeniería Biomédica.

#### CENTRO ONCOLÓGICO DE MEDICINA NUCLEAR DEL INSTITUTO DE ONCOLOGÍA ÁNGEL ROFFO

Tiene, entre otras metas, la docencia en el campo de la medicina nuclear y la física médica aplicadas a la oncología. La experiencia del Centro aportada por la prestación de asistencia médica en este campo lo convierte en claro referente para la formación de recursos humanos especializados.

En 2009 se dictaron clases de pre grado, grado y post grado, para:

- Curso de Metodología y Aplicación de Radionucleidos del Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson.
- Maestría en Física Médica del Instituto Balseiro y la Fundación Escuela de Medicina Nuclear.
- Curso Superior de Flebo Linfología de la Universidad Católica Argentina.
- Curso de Linfología de la Asociación Médica Argentina.
- Especialización en Flebolinfología Linfología de la Sociedad Argentina de Flebología.
- Maestría en Endocrinología de la Universidad Austral.
- Curso Superior de Médico Flebólogo del Colegio Médico de Morón.
- Curso Superior de Médico Flebólogo del Colegio Médico de Avellaneda.
- Tecnicatura de Diagnóstico Por Imágenes de la Universidad Nacional de San Martín.
- Curso Superior de Médico Hematólogo de la Sociedad Argentina de Hematología.
- Curso Superior Universitario para Médicos Oncólogos de la Universidad de Buenos Aires.
- Curso Superior Universitario para Médicos en Diagnóstico por Imágenes de la Universidad de Buenos Aires.
- Curso de Médicos Especialistas en Endocrinología del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Curso de Dosimetría Clínica del Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson.
- Curso de Radiofarmacia de la Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares del Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson.
- Técnicas Radioisotópicas para la Licenciatura en Producción de Bioimágenes de la Universidad de Buenos Aires.
- Alumnos de la Unidad hospitalaria, residencias de médicos especialista en cirugía oncológica, cirugía torácica, clínica oncológica y radioterapia, instrumentadoras y Escuela de Enfermería del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo.
- Kinesiólogos en la Especialización en Linfología de la Asociación Médica Argentina.
- Capacitación y soporte técnico práctico a becarios, nacionales y extranjeros, en temas de física médica.

## C A P Í T U L O 6

### RECURSOS HUMANOS E INFRAESTRUCTURA

#### **Recursos humanos**

- *Personal Permanente*
- *Personal Contratado*

#### **Infraestructura**

- *Sede Central*
- *Centros Atómicos*
- *Complejos Tecnológicos y Minero Fabriles*
- *Delegaciones Regionales*

## RECURSOS HUMANOS

La dotación de personal total de la CNEA a fines del año 2009 era de 2.091 agentes (1.755 permanentes y 336 contratados), integrada por profesionales, técnicos, administrativos y personal de apoyo distribuidos en las distintas dependencias de la Institución en el país.

### Personal permanente

La planta permanente estaba constituida por 1.755 agentes enmarcados en Ley de Contrato de Trabajo (Ley N° 20.744) según lo dispone el Artículo 3° de la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley N° 24.084). La gestión de los recursos humanos que la constituyen se efectúa en conformidad con las estipulaciones del Régimen Laboral aprobado por Resolución del Directorio N° 10/99. De ese total, cerca de 200 investigadores de la CNEA eran también investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Uno de los principales problemas sufridos por la Institución en las últimas décadas fue el debilitamiento y envejecimiento de su plantel de recursos humanos debido a reestructuraciones y retiros voluntarios y al congelamiento de las vacantes producidas durante más de 12 años, con la consiguiente pérdida de capacidades claves, de dificultosa recuperación. Junto con la reactivación de la actividad nuclear dispuesta por el Gobierno Nacional en agosto de 2006 se abrió la posibilidad de incorporar nuevos profesionales, lo que permitió establecer y comenzar a ejecutar a partir de 2007 y afianzar durante 2008 y 2009 una política de ingreso de personal planificada, atendiendo proteger a las áreas críticas de conocimiento de la tecnología nuclear. Así, la edad promedio del personal de la CNEA que era en 2007 de 56 años pasó en 2009 a ser de 49 años y 8 meses.

| Tramo escalafonario      | Superior  |           | Principal A |            | Principal B |            | Principal C |            | Auxiliar   |            | Apoyo    |          | Total        |
|--------------------------|-----------|-----------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|----------|----------|--------------|
|                          | Fem       | Masc      | Fem         | Masc       | Fem         | Masc       | Fem         | Masc       | Fem        | Masc       | Fem      | Masc     |              |
| Sede Central             | 0         | 2         | 13          | 47         | 49          | 39         | 66          | 31         | 16         | 15         | 0        | 0        | 278          |
| C. A. Bariloche          | 0         | 5         | 5           | 40         | 14          | 84         | 27          | 46         | 5          | 36         | 0        | 0        | 262          |
| C. A. Constituyentes     | 1         | 2         | 33          | 94         | 59          | 121        | 69          | 150        | 10         | 41         | 0        | 0        | 580          |
| C. A. Ezeiza             | 0         | 2         | 14          | 32         | 18          | 79         | 49          | 90         | 18         | 69         | 0        | 0        | 371          |
| C. T. Pilcaniyeu         | 0         | 0         | 0           | 1          | 0           | 3          | 1           | 5          | 0          | 2          |          |          | 12           |
| C. M. F. Malargue        | 0         | 0         | 0           | 0          | 0           | 1          | 0           | 2          | 0          | 1          | 0        | 0        | 4            |
| C. M. F. San Rafael      | 0         | 0         | 0           | 4          | 0           | 8          | 1           | 18         | 0          | 33         | 0        | 0        | 64           |
| Delegación Centro        | 0         | 0         | 0           | 5          | 0           | 11         | 3           | 19         | 2          | 28         | 0        | 0        | 68           |
| Regional Cuyo            | 0         | 0         | 0           | 7          | 2           | 10         | 2           | 12         | 2          | 8          | 0        | 0        | 43           |
| Regional Noroeste        | 0         | 0         | 0           | 2          | 0           | 3          | 1           | 5          | 1          | 5          | 0        | 0        | 17           |
| Regional Patagonia       | 0         | 0         | 0           | 3          | 3           | 3          | 2           | 7          | 0          | 12         | 0        | 0        | 30           |
| Central Nuclear Atucha I | 0         | 0         | 0           | 1          | 0           | 1          | 1           | 3          | 1          | 6          | 0        | 0        | 13           |
| Delegación Arroyito      | 0         | 0         | 0           | 3          | 1           | 3          | 1           | 0          | 3          | 2          | 0        | 0        | 13           |
| <b>Totales Parciales</b> | <b>1</b>  | <b>11</b> | <b>65</b>   | <b>239</b> | <b>146</b>  | <b>366</b> | <b>223</b>  | <b>388</b> | <b>58</b>  | <b>258</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |              |
| <b>Totales Generales</b> | <b>12</b> |           | <b>305</b>  |            | <b>512</b>  |            | <b>611</b>  |            | <b>316</b> |            | <b>0</b> |          | <b>1.755</b> |

### Personal contratado

También a diciembre de 2009 revistaban por la CNEA 336 personas contratadas bajo las siguientes modalidades de contrato:

77 contratados bajo el régimen de la Ley N° 22.179.

259 contratados bajo el régimen de contratos a plazo fijo.

**Contratos LEY N° 22.179**

| Tramo escalafonario      |          |      |             |      |             |      |             |      |          |      |       |      | Total |
|--------------------------|----------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|----------|------|-------|------|-------|
|                          | Superior |      | Principal A |      | Principal B |      | Principal C |      | Auxiliar |      | Apoyo |      |       |
|                          | Fem      | Masc | Fem         | Masc | Fem         | Masc | Fem         | Masc | Fem      | Masc | Fem   | Masc |       |
| Sede Central             | 0        | 0    | 1           | 0    | 2           | 3    | 5           | 4    | 3        | 2    | 0     | 0    | 20    |
| C. A. Bariloche          | 0        | 0    | 0           | 1    | 0           | 2    | 3           | 5    | 2        | 3    | 0     | 0    | 16    |
| C. A. Constituyentes.    | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 1    | 3           | 16   | 3        | 6    | 0     | 0    | 29    |
| C.A.. Ezeiza             | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 3    | 1        | 1    | 0     | 0    | 5     |
| C. T. Pilcaniyeu         | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 1    | 0           | 3    | 0        | 2    | 0     | 0    | 6     |
| C.F. Malargüe            | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| C. M. F. San Rafael      | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| Regional Centro          | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| Regional Cuyo            | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| Regional Noroeste        | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| Regional Patagonia       | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| Central Nuclear Atucha I | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 1    | 0        | 0    | 0     | 0    | 1     |
| Delegación Arroyito      | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| Totales Parciales        | 0        | 0    | 1           | 1    | 2           | 7    | 11          | 32   | 9        | 14   | 0     | 0    |       |
| Totales Generales        | 0        |      | 2           |      | 9           |      | 43          |      | 23       |      | 0     |      | 77    |

**Contratos PLAZO FIJO**

| Tramo escalafonario      |          |      |             |      |             |      |             |      |          |      |       |      | Total |
|--------------------------|----------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|----------|------|-------|------|-------|
|                          | Superior |      | Principal A |      | Principal B |      | Principal C |      | Auxiliar |      | Apoyo |      |       |
|                          | Fem      | Masc | Fem         | Masc | Fem         | Masc | Fem         | Masc | Fem      | Masc | Fem   | Masc |       |
| Sede Central             | 0        | 0    | 0           | 0    | 1           | 0    | 11          | 5    | 23       | 14   | 0     | 1    | 55    |
| C. A. Bariloche          | 0        | 0    | 0           | 0    | 1           | 1    | 6           | 12   | 5        | 10   | 0     | 0    | 35    |
| C. A. Constituyentes.    | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 7           | 16   | 14       | 13   | 0     | 0    | 50    |
| C. A.. Ezeiza            | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 5           | 3    | 18       | 20   | 2     | 3    | 51    |
| C. T. Pilcaniyeu         | 0        | 0    | 0           | 0    | 1           | 2    | 1           | 13   | 0        | 25   | 0     | 3    | 45    |
| C. F. Malargüe           | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| C. M. F. San Rafael      | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 1           | 0    | 0        | 3    | 0     | 0    | 4     |
| Regional Centro          | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 1           | 2    | 1        | 3    | 0     | 0    | 7     |
| Regional Cuyo            | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 2           | 1    | 1        | 1    | 0     | 0    | 5     |
| Regional Noroeste        | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 1           | 1    | 1        | 1    | 0     | 1    | 5     |
| Regional Patagonia       | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 1    | 0        | 1    | 0     | 0    | 2     |
| Central Nuclear Atucha I | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| Delegación Arroyito      | 0        | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0        | 0    | 0     | 0    | 0     |
| Totales Parciales        | 0        | 0    | 0           | 0    | 3           | 3    | 35          | 54   | 63       | 91   | 2     | 8    |       |
| Totales Generales        | 0        |      | 0           |      | 6           |      | 89          |      | 154      |      | 10    |      | 259   |

**PERSONAL POR TRAMOS DE EDAD**

| Tramos de edad  | Totales      |
|-----------------|--------------|
| de 0 a 20 años  | 2            |
| de 21 a 25 años | 67           |
| de 26 a 30 años | 122          |
| de 31 a 35 años | 154          |
| de 36 a 40 años | 131          |
| de 41 a 45 años | 149          |
| de 46 a 50 años | 330          |
| de 51 a 55 años | 353          |
| de 56 a 60 años | 374          |
| de 61 a 65 años | 277          |
| de 66 a 70 años | 122          |
| de 71 a 75 años | 8            |
| mas de 75 años  | 2            |
| <b>Totales</b>  | <b>2.091</b> |



CNEA – Sede Central  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires



Centro Atómico Bariloche  
Pcia. de Río Negro



Centro Atómico Bariloche - Edificio de  
Ingeniería para el Proyecto CAREM



Centro Atómico Constituyentes  
Pcia. de Buenos Aires

## INFRAESTRUCTURA

La CNEA cuenta con una Sede Central, tres Centros Atómicos: Bariloche, Constituyentes y Ezeiza, un Complejo Tecnológico: Pilcaniyeu y un Complejo Minero Fabril: San Rafael, cada uno con perfil propio. Dispone, además, de 4 Delegaciones Regionales: Centro, Cuyo, Noroeste y Patagonia.

### SEDE CENTRAL

Situada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, es sede de la Presidencia de la CNEA y de sus órganos asesores y constituye el centro administrativo de la Institución. Cuenta con una dotación de 353 agentes.

### CENTROS ATÓMICOS

#### CENTRO ATÓMICO BARILOCHE (CAB)

Situado en la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, cuenta con una dotación de 313 agentes y es sede del Instituto Balseiro. En el CAB se realizan tareas de investigación científica y desarrollo tecnológico en áreas de interés institucional y de formación de recursos humanos de excelencia. Para ello existen en él instalaciones y laboratorios de avanzada en los que trabajan grupos de investigación destacados en las ciencias básicas y aplicadas que, además, cuentan con excelentes capacidades en el campo de la educación superior.

##### Instalaciones relevantes:

Reactor de investigación RA-6, utilizado para investigación y docencia. Potencia: 1 MW. Combustible: placas con uranio enriquecido al 20% en uranio 235

Acelerador Lineal de Electrones, utilizado para investigación y docencia - energía e-: 25 MeV

##### Otras instalaciones:

Laboratorio de Bajas Temperaturas  
Laboratorio de Colisiones Atómicas  
Laboratorio de Física de Metales  
Laboratorio de Física Estadística  
Laboratorio de Partículas y Campos  
Laboratorio de Resonancias Magnéticas  
Laboratorio de Caracterización de Materiales  
Laboratorio de Cerámicos Especiales  
Laboratorio de Físicoquímica de Materiales  
Laboratorio de Materiales Nucleares  
Laboratorio de Mecánica Computacional  
Laboratorio de Desarrollos Electrónicos  
Laboratorio de Separación Isotópica

Laboratorio de Metalurgia  
Laboratorio de Nuevos Materiales y Dispositivos  
Laboratorio de Control de Procesos  
Laboratorio de Diseño de Elementos Combustibles  
Laboratorio de Física de Reactores Avanzados  
Laboratorio de Neutrones y Reactores  
Laboratorio de Seguridad Nuclear  
Laboratorio de Termohidráulica  
Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica  
Laboratorio de Protección Radiológica  
Laboratorio de Cinética Química  
Laboratorio SIGMA

**Instalaciones adicionales:** incluyen otros laboratorios e instalaciones menores.

#### CENTRO ATÓMICO CONSTITUYENTES (CAC)

Situado en el Partido de San Martín, provincia de Buenos Aires, cuenta con una dotación de 659 agentes y es sede del Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sabato. Las actividades que se desarrollan en el CAC abarcan un ámbito muy amplio, desde la investigación básica hasta el desarrollo tecnológico, realizándose una fuerte actividad interdisciplinaria, trabajándose en temas integrados en áreas de energías nuclear y renovables, medio ambiente, materiales y salud, con una diversidad de enfoques disciplinarios y metodológicos. En el mismo complejo multidisciplinario se forman recursos humanos de excelencia. Además, se operan instalaciones experimentales, plantas piloto de fabricación de combustibles y reactores de investigación. El CAC presta servicios y asistencia técnica a la industria local e internacional. En materia de energías nuclear y renovables se desarrollan actividades de asistencia tecnológica a las centrales nucleares, se realizan desarrollos de elementos combustibles para reactores de experimentación y producción y para reactores de potencia, y se encaran desarrollos en los campos de la energía solar y otras energías alternativas.

##### Instalaciones relevantes:

Reactor de investigación RA-1, utilizado para investigación y docencia. Potencia: 40 Kw. Combustible: barras cilíndricas con uranio enriquecido al 20% en uranio 235

Acelerador electrostático TANDAR (20 megavoltios)

Planta de Fabricación de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación

Planta de Conversión de Hexafluoruro de Uranio a Óxido de Uranio

Laboratorio Facilidad Alfa

Planta de Núcleos Cerámicos

**Otras instalaciones:**

Laboratorio de Química Analítica  
Laboratorio de Química Nuclear  
Laboratorio de Monitoreo Ambiental  
Laboratorio de Coloides  
Laboratorio de Agua y otros Fluidos  
Laboratorio de Materia Condensada  
Laboratorio de Materiales Avanzados  
Laboratorio de Tecnología de la Información

Laboratorio de Celdas y Paneles Solares  
Laboratorio de Caracterización de Dióxido de Uranio  
Laboratorio de Difusión  
Laboratorio de Irradiación Dosimétrica  
Laboratorio de Ensayos No Destructivos  
Laboratorio Antena Radar de Apertura Sintética  
Laboratorio de Física Experimental de Reactores  
Laboratorio de Nanociencias y Nanotecnología

**Instalaciones adicionales:** incluyen un circuito de ensayos hidrodinámicos de elementos combustibles, el Archivo Técnico General de Reactores y Centrales Nucleares y otros 65 laboratorios e instalaciones menores.



Centro Atómico Constituyentes  
Reactor de investigación RA-1

**CENTRO ATÓMICO EZEIZA (CAE)**

Situado en el Partido de Ezeiza, provincia de Buenos Aires, cuenta con una dotación de 427 agentes. En el se desarrollan tareas de desarrollo tecnológico y producción y es sede del Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson. El CAE se caracteriza por tener plantas piloto y semi industriales y laboratorios con capacidades destacadas en las áreas de producción de radioisótopos, producción y desarrollo de radiofármacos y uso de radiaciones ionizantes, así como también en las áreas de servicio y divulgación de sus aplicaciones. La mayoría de los radioisótopos que la Argentina requiere en el ámbito de la salud humana y para aplicaciones agropecuarias e industriales son producidos en este Centro. En el CAE también se gestionan los residuos de baja actividad generados en el país y se realizan desarrollos relacionados con la gestión de los residuos radiactivos de media y alta actividad.

**Instalaciones relevantes:**

Reactor de investigación RA-3, utilizado para producción de radioisótopos de uso medicinal e industrial e investigación. Potencia: 10 MW. Combustible: tipo MTR con 19 placas de uranio enriquecido al 20% en uranio 235

Ciclotrón para Producción de Radioisótopos

- Producción del radiofármaco I8-FDG para abastecimiento del mercado local
- Capacidad de producción de titanio-201 para abastecimiento del mercado local

Planta de Producción de Molibdeno-99 por Fisión

- Producción del radioisótopo yodo-131 para abastecimiento del mercado local y exportación
- Producción del radioisótopo molibdeno-99 con capacidad para cubrir el mercado local y exportación

Planta de Producción de Radioisótopos

- Acondicionamiento y fraccionamiento de los radioisótopos yodo-131 y molibdeno-99
- Producción de radioisótopos fósforo-32, cromo-51 y samario-153 y del compuesto marcado de Hf-181

Planta Semi Industrial de Irradiación

- Irradiación de alimentos
- Irradiación de material biomédico descartable
- Irradiación de muestras para investigación y desarrollo

Laboratorio de Triple Altura

Laboratorio de Uranio Enriquecido

Área de Gestión de Residuos Radiactivos

- Planta de Tratamiento de Desechos Radiactivos Sólidos de Baja Actividad
- Sistema de Contención de Desechos Radiactivos Sólidos de Baja Actividad
- Instalación para la Disposición de Desechos Radiactivos Sólidos, Estructurales y Fuentes Encapsuladas
- Depósito Central de Material Fisionable Especial Irradiado

Laboratorio Facilidad Radioquímica (LFR)

Laboratorio de Ensayos Posirradiación (LAPEP)

**Otras instalaciones:**

Laboratorio de Física de Detectores  
Laboratorio de Análisis por Activación  
Laboratorio de Aplicación de Radiotrazadores  
Centro Regional de Referencia de Patrones Secundarios  
Laboratorio Metodología de Aplicación de Radioisótopos  
Laboratorio de Alta Presión y Temperatura  
Laboratorio de Materiales de la Fábrica de Aleaciones Especiales

Laboratorio de Dosimetría de Altas Dosis  
Laboratorio de Manejo y Conservación Suelos  
Laboratorio de Metrología  
Laboratorio de Radiofarmacia  
Laboratorio de Microbiología  
Laboratorio de Aplicaciones Industriales  
Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica

**Instalaciones adicionales:** incluyen otros 16 laboratorios e instalaciones menores.



Centro Atómico Ezeiza  
Pcia. de Buenos Aires

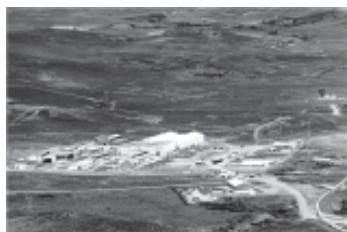


Centro Atómico Ezeiza - Planta de  
Producción de Molibdeno-99

En el predio del CAE se encuentran instaladas las plantas industriales de dos empresas asociadas a la CNEA: Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR S.A.) y Fabrica de Aleaciones Especiales S.A. (FAE S.A.). Además, la empresa asociada DIOXITEK S.A. opera la Planta de Fabricación de Fuentes Selladas de Cobalto-60, con cobertura del mercado local y la exportación de fuentes de irradiación para uso industrial y médico con los más altos estándares de calidad.

## COMPLEJOS TECNOLÓGICOS Y MINERO FABRILES

### COMPLEJO TECNOLÓGICO PILCANIYEU (CTP)



Complejo Tecnológico Pilcaniyeu  
Provincia de Río Negro

Situado en Pilcaniyeu, provincia de Río Negro, cuenta con una dotación de 63 agentes. Está dedicado a desarrollos innovadores en materia de ciclo de combustible nuclear, enriquecimiento de uranio y reactores de potencia.

#### Instalaciones relevantes:

Planta de Conversión a Hexafluoruro de Uranio

Planta Piloto de Enriquecimiento de Uranio (por difusión gaseosa)

Laboratorios para el desarrollo del reactor CAREM

- Laboratorio de Ensayos Termohidráulicos
- Conjunto Crítico RA-8. Potencia: 10 W. Combustible: uranio enriquecido al 1,8 y al 3,4% en uranio 235, en barras cilíndricas

#### Otras instalaciones:

“Mock-up” de la Planta Piloto de Enriquecimiento de Uranio

Planta de Producción de Fluor

Planta de Fabricación de Membranas Porosas

Planta de Fabricación de Aceites

Laboratorio de Química Analítica

**Instalaciones adicionales:** Planta de Tratamiento de Efluentes, Planta de Niquelado de Componentes, Planta de Producción de Nitrógeno Líquido y Planta de Generación Eléctrica y Subestaciones Transformadoras

### COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL



Complejo Minero Fabril San Rafael  
Pcia. de Mendoza

Sito en la ciudad de San Rafael, provincia de Mendoza, cuenta con una dotación de 68 agentes y con una capacidad nominal de producción de concentrado de uranio de 120 t/año y de tratamiento de mineral de 150.000/200.000 t/año.

## DELEGACIONES REGIONALES

La CNEA cuenta con 4 Delegaciones Regionales que tienen por misión efectuar la prospección y exploración de los recursos minerales de interés nuclear, en particular los uraníferos, en su área jurisdiccional.

### DELEGACIÓN REGIONAL CENTRO

Ubicada en la Ciudad de Córdoba, en la provincia homónima, con jurisdicción sobre las provincias del centro del país: Córdoba, La Rioja y Santiago del Estero. Cuenta con una dotación de 75 agentes. En su predio se encuentra instalada la Planta de Producción de Dióxido de Uranio de la empresa asociada DIOXITEK S.A., con una capacidad nominal de producción de 150 t/año.

### DELEGACIÓN REGIONAL CUYO

Con sede en la Ciudad de Mendoza, en la provincia homónima, con jurisdicción sobre las provincias cuyanas: Mendoza, San Juan y San Luis y sobre las provincias de La pampa y del Neuquén. Cuenta con una dotación de 48 agentes.

### DELEGACIÓN REGIONAL NOROESTE

Con sede en la Ciudad de Salta, en la provincia homónima, con jurisdicción sobre las provincias del noroeste argentino: Catamarca, Jujuy, Salta y Tucumán. Cuenta con una dotación de 22 agentes.

### DELEGACIÓN REGIONAL PATAGONIA

Con sede en la Ciudad de Trelew, en la provincia del Chubut, con jurisdicción sobre las provincias patagónicas: Chubut, Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Cuenta con una dotación de 32 agentes.



Delegación Regional Centro  
Ciudad de Córdoba

## C A P Í T U L O 7

### **SERVICIOS DE ASISTENCIA TECNOLÓGICA**

*Ley Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica  
(Ley N° 23.877)*

*Asistencia Tecnológica Prestada*

- **Centro Atómico Bariloche**
- **Centro Atómico Constituyentes**
- **Centro Atómico Ezeiza**

## ASISTENCIA TECNOLÓGICA

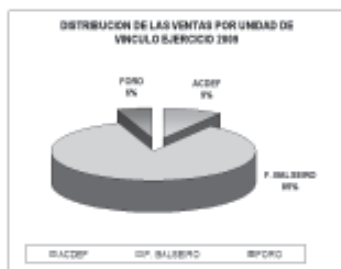
LEY PROMOCIÓN Y FOMENTO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA  
(LEY N° 23.877)

La CNEA, a fin de cumplir sus funciones primarias en el campo nuclear, ha debido desarrollar a lo largo de su existencia una intensa actividad en investigación científica, básica y aplicada, y en desarrollos tecnológicos, en una amplia gama de disciplinas, lo que la ha capacitado para estar en situación de ofrecer una significativa variedad de servicios de asesoramiento y asistencia tecnológica a organismos y empresas, públicas y privadas, a través de sus tres Centros Atómicos y otras dependencias, de conformidad con el perfil particular de cada uno de ellos. Tales servicios los presta en el marco de la "Ley Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica" (Ley N° 23.877) a través de las Unidades de Vinculación Tecnológica:

- Fundación José A. Balseiro
- Asociación Cooperadora del Departamento de Física (ACDEF)
- Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción

La facturación durante el ejercicio 2009 de los proyectos de desarrollo y asistencias tecnológicas prestados en el marco de esa Ley ascendió a \$ 49.523.623, con un incremento del 7% respecto del año anterior, según la siguiente distribución:

|                                                 |               |
|-------------------------------------------------|---------------|
| Fundación José A. Balseiro                      | \$ 42.140.964 |
| Asociación Cooperadora del Departamento Física  | \$ 4.645.942  |
| Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción | \$ 2.736.717  |
| Total                                           | \$ 49.523.623 |



Ventas por Unidad de Vinculación en 2009

Los proyectos de desarrollos y asistencias técnicas se canalizan a través de los Centros Atómicos y otras dependencias de la CNEA y se encuentran comprendidos en 7 operatorias activas, habiendo sido la distribución de ventas por cada una de ellas en 2009 la siguiente:

- Operatoria Centro Atómico Ezeiza: 32,4%
- Operatoria Centro Atómico Constituyentes: 16,1%
- Operatoria Centro Atómico Bariloche: 0,3%
- Operatoria Unidad de Proyectos Especiales de Suministros Nucleares: 0,2%
- Operatoria Convenio CNEA –NASA (empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A.): 47,5%
- Operatoria Proyecto Gestión de Residuos Radiactivos: 1%
- Operatoria Proyecto Ingeniería de Elementos Combustibles para la Central Nuclear Atucha II : 2,7%

## ASISTENCIA TECNOLÓGICA PRESTADA

## CENTRO ATÓMICO BARILOCHE

Las actividades de asistencia tecnológica más relevantes desarrolladas en el Centro Atómico Bariloche en 2009 fueron las siguientes, con una facturación por un monto de los \$ 137.661.

- Para la Comisión Nacional de Actividades Espaciales
  - Análisis estudio, medición y asesoramiento sobre la problemática vibracional de motores de propulsión con combustible líquido.
- Para la empresa INVAP S.E.:
  - Implementación de un método de síntesis para la producción de borohidruro de gadolinio.
  - Evaluación de un dispositivo para irradiación de muestras en el reactor de investigación RA-6.
- Para la empresa ISB Ingeniería Secul Bariloche SRL:
  - Análisis de poleas de medios de elevación para estudiar su composición y posible tipo de aleación.
- Para el Poder Judicial Río Negro – Juzgado Penal de Instrucción N° 2
  - Determinación cuantitativa de residuos de disparo en muestras de piel de ambas manos de cadáver.
  - Caracterización de polímeros por espectroscopia Raman, calorimetría y microscopía Raman.
- Para Hospitales, Sanatorios y Cooperativas:
  - Servicios de dosimetría periódicos al Hospital Privado Regional; Sanatorios: San Carlos, La Merced, de Medicina Integral Bariloche y del Sol; y Cooperativa de Trabajo.

## CENTRO ATÓMICO CONSTITUYENTES

Durante 2009, el Centro Atómico Constituyentes desarrolló una intensa actividad en materia de prestación de servicios de asistencia tecnológica y de ejecución de nuevos proyectos y continuación de otros ya iniciados, realizadas en el marco de la "Ley Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica" (Ley N° 23.877) a través de las Unidades de Vinculación Tecnológica reconocidas por la CNEA.

Dicha actividad se puede cuantificar por la:

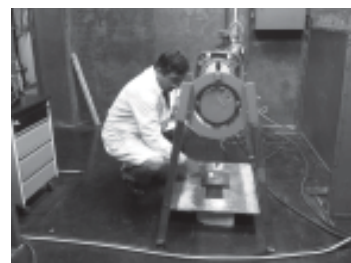
- Emisión de 393 cotizaciones (166 a través de la Unidad de Vinculación Fundación Balseiro y 227 de la Unidad de Vinculación Asociación Cooperadora del Departamento Física), lo que representa un incremento del 7% respecto de 2008.
- Gestión contractual de 961 contratos de asistencias y proyectos, nuevos y en ejecución de años anteriores, con las Unidades de Vinculación Fundación Balseiro, Asociación Cooperadora del Departamento Física y Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción, lo que representa un aumento del 3,9 % respecto de 2008.
- Confección y emisión de 2.500 Órdenes de Servicio, lo que implica una disminución del 6,7 % respecto al número de órdenes emitidas en 2008.
- Recepción de 18 Notas de Pedido, 9 de la Unidad de Vinculación Fundación Balseiro y 9 de la Unidad de Vinculación Asociación Cooperadora del Departamento Física, lo que representa una disminución del 91 % respecto a las recibidas en 2008.
- Elaboración de 7 nuevos contratos a través de la Unidad de Vinculación Fundación Balseiro:
  - **Contrato CNEA-ENRE:** Referido a la verificación de las emisiones a la atmósfera desde las centrales térmicas y realización de campañas de monitoreo ambiental y auditorias de los sistemas de gestión ambiental instrumentados por agentes del Mercado Eléctrico Mayorista.
  - **Contrato CNEA-CEAMSE:** Referido a proyectos de investigación y desarrollo, transmisión de tecnología y asistencias técnicas en la evaluación del impacto atmosférico (caracterización de emisiones gaseosas, calidad de aire y ruido ambiente en los diferentes complejos ambientales).
  - **Contrato CNEA-SIDERCA:** Monitoreo de efluentes gaseosos y calidad de aire, y medición de emisiones de contaminantes gaseosos en chimenea en las Plantas Savio, Campana, Canning y Florencio Varela.
  - **Contrato CNEA-ALUAR:** Visita técnica de evaluación para tomar muestras de aire para determinar cloruro y fluoruro en una planta de productos de aluminio, determinar la ubicación de los puntos transversales de muestreo en una chimenea de sección semicircular y medición de concentración en material particulado, velocidad y temperatura y forma de muestras en HF.
  - **Contrato CNEA-Polo Tecnológico Constituyentes:** Análisis por corrientes inducidas para inspección durante paradas programadas de las Centrales Nucleares Asco, Vandellós y Almaraz de España.
  - **Contrato CNEA-YPF:**
    - a) Evaluación metalográfica de cupones de corrosión y biocorrosión instalados en el piloto de inyección de nitratos del yacimiento Chihuido, y estudios de corrosión de acero al carbono en soluciones con nitrato.
    - b) Captura de datos "on line" de las variaciones de temperaturas en el exterior e interior de cañerías de 6 pulgadas de diámetro, como así también medición de las variables de soldadura como tensión y corriente; y realización de una película, con visualización en tiempo real del interior de la cañería, en la que se registre el comportamiento de la pasta selladora en la totalidad de su perímetro una vez instalado el manguito y en el momento de la ejecución de la unión soldada.
    - c) Ensayos de Inhibidores de incrustación según norma NACETM 0374-01 a 4 concentraciones distintas y según norma NACETM 0197-02 a 3 concentraciones distintas.
  - **Contrato CNEA-DIOXITEK:** Referido a ensayos de calificación de fuente gamagrafía industrial, cápsula DIEFI02, según normas internacionales estándar ISO 2919, ISO 3999, ISO 9978 y requerimientos de la empresa de acuerdo a pliego; e inspección de equipos destinados a la línea de producción de dióxido de uranio mediante ensayos no destructivos de inspección visual, tintas penetrantes, radiografía industrial (gamagrafía) y ultrasonido.



Centro Atómico Constituyentes  
Proyecto paneles solares  
Fabricación de paneles solares para satélites



Centro Atómico Constituyentes  
Conservación del patrimonio cultural  
"Scanner" para digitalización de radiografías



Centro Atómico Constituyentes  
Ensayos No Destructivos  
Laboratorio de Radiografía Industrial  
Obtención de placa con equipo portátil

## Contratos gestionados, montos contractuales involucrados y montos facturados en 2009

|                                           |                  |
|-------------------------------------------|------------------|
| Cantidad de contratos gestionados en 2009 | 961              |
| Monto contractual involucrado             | \$ 12.271.872,00 |
| Monto facturado                           | \$ 7.546.076,46  |



Centro Atómico Constituyentes - Ensayos No Destructivos  
Laboratorio de Corrientes Inducidas  
Inspección de un intercambiador de calos de central térmica

#### Asistencias tecnológicas prestadas en 2009 por área temática

| Área temática                                      | Asistencias tecnológicas prestadas |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|
| Combustibles nucleares                             | 19                                 |
| Ensayos no destructivos y estructurales            | 73                                 |
| Física                                             | 559                                |
| Química                                            | 230                                |
| Materiales                                         | 40                                 |
| Gestión y extensión de vida de centrales nucleares | 5                                  |
| Dosimetría                                         | 5                                  |
| Total                                              | 961                                |

De las asistencias tecnológicas prestadas en 2009 las más relevantes por área temática fueron las siguientes:

#### En el área de combustibles nucleares:

- Continuación de la asistencia tecnológica para la determinación de bromo en productos de panificación por fluorescencia de rayos X dispersiva y en la determinación y estudio de área específica para el desarrollo de productos para la industria farmacológica.

#### En el área de ensayos no destructivos y estructurales:

- Ensayos no destructivos por líquidos penetrantes y partículas magnéticas en pernos de conexión y álabes de las unidades de la central hidroeléctrica del Ente Binacional Yacretá.
- Análisis por corrientes inducidas para inspección durante paradas programadas de las Centrales Nucleares Asco, Vandellos y Almaraz de España.
- Servicio de inspección por corrientes inducidas en tubos del condensador en central de ciclo combinado de la empresa AES ARGENTINA GENERACIÓN.

#### En el área de física:

- Continuación de las asistencias tecnológicas aplicadas a la industria farmacéutica, en especial empleando las técnicas de difracción de rayos X, calorimetría diferencial de barrido y termogravimetría.

#### En el área de química:

- Servicio de análisis químico para las plantas de la CNEA de elementos combustibles para reactores de investigación y de fabricación de polvos de uranio y para empresas del sector nuclear: NASA, ENSI, CONUAR, FAE, DIOXITEK, INVAP.
- Análisis isotópico de uranio para control de combustibles para la Central Nuclear Atucha I y para reactores experimentales.
- Análisis isotópico de uranio para control de salvaguardias, para la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC).
- Asistencia en química analítica al proyecto Terapia por captura neutrónica en boro (BNCT).
- Análisis isotópico de estroncio en muestras de suelo, aguas, carne, trigo y vinos para posible control de origen de los productos; en colaboración con el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS).
- Servicios de química analítica para solicitantes externos entre otros: Aluar, Asofarma, Comisión Fiscalizadora de la Calidad del Agua de Carlos Casares, Chemi Consult, Darmex, SACIFI, Gador S.A., Grupo Induser, Instituto Argentino de Siderurgia, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Laboratorios Raffo S.A., Laboratorio Richmond, Nutreco Alimentos S.A., Universidad Nacional de Luján, Universidad Nacional de Tucumán y 3M.
- Continuación de la evaluación de impacto ambiental y medición de la calidad del aire y de contaminantes gaseosos realizados en el marco del convenio CNEA-Ente Nacional Regulador Eléctrico.
- Asistencia técnica analítica mediante absorción atómica, espectroscopia de emisión atómica, fluorescencia de rayos X, cromatografía gaseosa, cromatografía líquida y espectrometría de masas.
- Asistencias a las distintas plantas de la empresa Coordinación Ecológica Área Metropolitana S.E. (CEAMSE).
- Asistencias tecnológicas a la gerenciadora EXIROS (Plantas SIDERAR, SIDERCA, TENARIS, TENARIS-SIAT, TECHINTY METAL MECÁNICA).
- Desarrollo de materiales adsorbentes mesoporosos para recuperación de metales (DARMEX).
- Asistencia técnica en temas de contaminación ambiental a organismos nacionales y provinciales.
- Asistencias en caracterización ambiental de sedimentos.

#### En el área de materiales:

- Ensayos de tracción para la determinación de la susceptibilidad a la corrosión bajo tensión para la empresa SIDERCA SAIC.

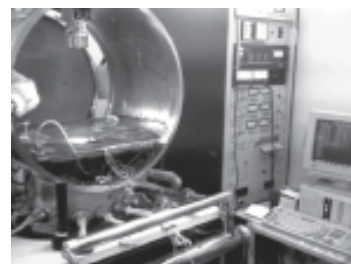


Ensayos No Destructivos - Inspección de oblique de puente con ultrasonido



Centro Atómico Constituyentes  
Laboratorio de Materiales

- Evaluación de integridad y monitoreo de corrosión de anclajes y desarrollo e instalación de sensores y mediciones en campo para la Central Alicurá.
- Evaluación de inhibidores de corrosión para alta temperatura y presión para la empresa Bolland S.A.
- Evaluación de tubos de latón almirantazgo para el condensador y de corrosión en tubo del generador de vapor N° 3 de la Central Nuclear Embalse, para la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A.
- Evaluación de la resistencia a la corrosión de un acero API 5L grado x70 en dos medios corrosivos, para la empresa GIE S.A.
- Plan permanente de evaluación y seguimiento de la integridad de cables de tesado en la central hidroeléctrica de la empresa Hidroeléctrica Piedra del Águila S.A.
- Para la empresa YPF S.A.:
  - Estudio del comportamiento de aceros al carbono frente a la corrosión en cloruro de sodio y el efecto del agregado de nitrato de calcio al medio.
  - Proyecto inyección de nitratos en pozos del yacimiento Chihuido de la Salina Norte: evaluación de cupones de corrosión y biocorrosión.
  - Ensayos de revestimientos no metálicos a alta presión y temperatura.
  - Ensayos de corrosión de aceros por ácidos nafténicos en destilación de crudos ácidos.
  - Ensayos de inhibidores de corrosión.



Centro Atómico Constituyentes  
Proyecto Paneles solares  
Módulos desarrollados para ensayos

#### Otros convenios y contratos relevantes en ejecución en 2009

- Convenio de asistencia tecnológica con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) que comprende los siguientes proyectos:
  - “Dispositivos MEMS para uso espacial (Fase IV)”.
  - “Paneles solares para la misión satelital Aquarius/SAC-D”.
  - “Paneles solares para las misiones satelitales SAOCOM IAY IB”.
  - “Antena radar de apertura sintética” (ARAS).

Las descripciones y grados de avances de cada uno de estos proyectos se detallan en el Capítulo 2. “Actividades Científicas y Tecnológicas” – “Área temática Investigación y Aplicaciones Derivadas de la Tecnología Nuclear”.
- Proyecto Ingeniería de Elementos Combustibles para la Central Nuclear Atucha II (PIECA II). La descripción y grado de avances de este proyecto se detalla en el Capítulo 2. “Actividades Científicas y Tecnológicas” – “Área temática Ciclo de Combustible Nuclear”.



Centro Atómico Constituyentes  
Proyecto Antena Radar de Apertura  
Sintética - Fresadora de producción

#### Convenio CNEA, Fundación Balseiro y empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A.

Ver Capítulo 2 – “Actividades Científicas y Tecnológicas” – “Área temática Reactores y Centrales Nucleares” – “Servicios de apoyo tecnológico a centrales nucleares de potencia”.

### CENTRO ATÓMICO EZEIZA

En 2009, la actividad desarrollada en el Centro Atómico Ezeiza en materia de ejecución de asistencia tecnológica en el marco de la “Ley Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica” (Ley N° 23.877) a través de las Unidades de Vinculación Tecnológica reconocidas por la CNEA, continuó fortaleciéndose y desempeña un rol de creciente relevancia en el ámbito de la Institución.

- Trabajos ejecutados y gestionados ante las Unidades de Vinculación Tecnológica: 4.912.
- Ordenes de Servicio de las Unidades de Vinculación Tecnológica procesadas: 1.517.

#### Facturación emitida en el ejercicio 2009 por Unidad de Vinculación Tecnológica

| Unidad de Vinculación Tecnológica               | Facturación (en pesos) |
|-------------------------------------------------|------------------------|
| Fundación Balseiro                              | 13.121.057,79          |
| Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción | 1.949.937,35           |
| <b>TOTAL</b>                                    | <b>15.070.995,14</b>   |

#### Contratos, emprendimientos y proyectos conjuntos relevantes celebrados y/o gestionados en 2009:

- Contratos con las empresas de producción y comercialización de radiofármacos BACON SAIC y TECNONUCLEAR S.A. para el desarrollo de procesos radioquímicos para la obtención de radioisótopos



Centro Atómico Ezeiza  
Ciclotrón de Producción de Radioisótopos



Centro Atómico Ezeiza  
Planta de Fabricación de Generadores  
de Molibdeno-99/ Tecnecio-99



Centro Atómico Ezeiza  
Planta de Irradiación  
Semi Industrial

de aplicación en medicina nuclear y en la industria. Las actividades y dosis entregadas en 2009 bajo estos contratos fueron las siguientes:

- o Molibdeno-99: 14.567 Ci
- o Yodo-131: 942908 mCi
- o Cromo-51: 91 mCi
- o Samario-153: 1315 mCi
- o Fósforo-32: 44 mCi
- o Fluor-113: 16.967,06 mCi
- Contrato con la empresa INVAP S.E para la provisión de una Planta de Producción de Radioisótopos "llave en mano" para la Republica Árabe de Egipto.
- Contrato con la empresa Asesoramiento Tecnológico S.R.L. por servicios de irradiación en el reactor RA-3 necesarios para la producción de fuentes de iridio-192.
- Contratos para prestaciones técnicas con la Fundación Centro de Diagnostico Nuclear.
- Contrato con la empresa DIOXITEK S.A. para el establecimiento de una planta de irradiación para el tratamiento de alimentos y otros productos.

#### Servicios de asistencia tecnológica relevantes prestados en 2009

- Determinación de la dosis mínima de esterilización por radiación gamma de:
  - o Tejidos humanos para implante: 42 lotes de tejidos.
  - o Productos médicos e implantes quirúrgicos: 54 lotes de productos.
  - o Alimentos y fármacos: 3 lotes de productos.
- Biomonitorio ambiental: 131 servicios realizados (cada servicio corresponde al control microbiológico ambiental de áreas clasificadas pertenecientes a una empresa).
- Calidad higiénica de materias primas, productos médicos, medicamentos, etc.: 2 lotes.
- Controles de esterilidad de productos terminados: 318 lotes.
- Producción aproximada de 6.200 animales de laboratorio para distribución interna y externa (cepas de ratas, ratones, ratones atómicos y hámster).
- Emisión de aproximadamente 3.063 certificados de "no contaminación radiactiva en alimentos".
- Calibración de 60 activímetros para centros de medicina nuclear.
- Preparación de 128 fuentes radiactivas en diversas geometrías.
- Realización de aproximadamente 2.700 determinaciones de uranio en orina, filtros de aire, muestras de superficie y agua; de uranio y actividad alfa en orina y en muestras de aire; y de tritio en muestras acuosas y en orina.
- Asistencias Tecnológicas en servicios de irradiación a través de la Planta de Irradiación Semi-Industrial.
- Análisis ambientales de 324 muestras.
- Ensayos de 889 ítems.
- 54 calibraciones en agua, aire y rayos X.

## C A P Í T U L O 8

### **BALANCE GENERAL**

*Balance del Ejercicio 2009*

*Estados de Recursos y Gastos Corrientes*

*Composición y aclaraciones sobre rubros de los estados contables*

**BALANCE GENERAL****BALANCE DEL EJERCICIO 2009**

Ejercicio finalizado el:

|                                                              | <b>31.12.09</b>         | <b>31.12.08</b>         |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Activo</b>                                                |                         |                         |
| <b>Activo Corriente</b>                                      |                         |                         |
| Disponibilidades                                             | 20.444.115,47           | 41.428.834,08           |
| Créditos (1)                                                 | 227.067.265,55          | 149.401.875,09          |
| Bienes de cambio                                             | 8.779.224,45            | 10.584.719,57           |
| Bienes de consumo                                            | 871.449,17              | 602.116,89              |
| <b>Total del Activo Corriente</b>                            | <b>257.162.054,64</b>   | <b>202.017.545,63</b>   |
| <b>Activo No Corriente</b>                                   |                         |                         |
| Inversiones financieras (2)                                  | 42.175.246,00           | 35.175.946,00           |
| Bienes de uso                                                | 952.282.851,01          | 852.963.834,91          |
| Bienes inmateriales                                          | 4.155.414,68            | 1.326.450,58            |
| <b>Total del Activo No Corriente</b>                         | <b>998.613.511,69</b>   | <b>889.466.231,49</b>   |
| <b>Total del Activo</b>                                      | <b>1.255.775.566,33</b> | <b>1.091.483.777,12</b> |
| <b>Pasivo</b>                                                |                         |                         |
| <b>Pasivo Corriente</b>                                      |                         |                         |
| Deudas                                                       | 91.562.618,98           | 59.862.932,15           |
| Porción corriente de los pasivos corrientes                  | 463.261,96              | 628.498,51              |
| Pasivo diferidos                                             | 0,00                    | 0,00                    |
| Previsiones                                                  | 250.432,00              | 310.432,00              |
| Fondos de terceros y en garantía                             | 878.542,80              | 384.650,95              |
| <b>Total del Pasivo Corriente</b>                            | <b>93.154.855,74</b>    | <b>61.186.513,61</b>    |
| <b>Pasivo No Corriente</b>                                   |                         |                         |
| Prestamos internos a pagar (3)                               | 11.381.289,82           | 10.574.968,42           |
| <b>Total del Pasivo No Corriente</b>                         | <b>11.381.289,82</b>    | <b>10.574.968,42</b>    |
| <b>Total del Pasivo</b>                                      | <b>104.536.145,56</b>   | <b>71.761.482,03</b>    |
| <b>Patrimonio</b>                                            |                         |                         |
| <b>Patrimonio Institucional</b>                              |                         |                         |
| Capital Institucional                                        | 132.551.422,79          | 132.551.422,79          |
| Transferencias y contribuciones de capital recibidas         | 273.492.231,77          | 146.988.324,77          |
| Resultado de la cuenta corriente                             | 467.290.271,00          | 462.277.052,32          |
| Variaciones patrimoniales de los organismos descentralizados | 277.905.495,21          | 277.905.495,21          |
| <b>Total del Patrimonio Neto</b>                             | <b>1.151.239.420,77</b> | <b>1.019.722.295,09</b> |
| <b>Total del Pasivo y Patrimonio</b>                         | <b>1.255.775.566,33</b> | <b>1.091.483.777,12</b> |

## ESTADOS DE RECURSOS Y GASTOS CORRIENTES

Ejercicio finalizado el

31.12.09

31.12.08

**Recursos****Ingresos Corrientes**

|                              |                       |                       |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ingresos no tributarios (4)  | 3.902.552,33          | 3.908.420,65          |
| Venta de bienes y servicios  | 15.469.618,49         | 19.261.774,75         |
| Rentas de la propiedad (5)   | 13.176.200,00         | 5.332.800,00          |
| Contribuciones recibidas (6) | 319.101.358,54        | 227.600.759,86        |
| Otros Ingresos (7)           | 17.787.821,45         | 2.652.699,12          |
| <b>Total de Recursos</b>     | <b>369.437.550,81</b> | <b>258.756.454,38</b> |

**Gastos****Gastos Corrientes**

|                                      |                       |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Gastos de consumo (8)                | 336.674.149,52        | 249.938.680,50        |
| Rentas de la propiedad               | 14.000,00             | 1.282.830,29          |
| Costo de venta de bienes y servicios | 1.729.454,48          | 2.299.868,08          |
| Transferencias otorgadas (9)         | 20.567.179,61         | 14.955.687,63         |
| Contribuciones otorgadas             | 4.499.169,00          | 3.367.210,00          |
| Otras pérdidas                       | 948.113,77            | 1.064.631,62          |
| <b>Total de Gastos</b>               | <b>364.432.066,38</b> | <b>272.908.908,12</b> |

**Cuentas de Cierre****Resumen de Ingresos y Gastos**

|                              |                     |                      |
|------------------------------|---------------------|----------------------|
| Ahorro de la gestión         | 5.005.484,43        | 0,00                 |
| Desahorro de la gestión (10) | 0,00                | 14.152.453,74        |
| <b>Total</b>                 | <b>5.005.484,43</b> | <b>14.152.453,74</b> |

## COMPOSICIÓN Y ACLARACIONES SOBRE RUBROS DE LOS ESTADOS CONTABLES

### 1) Créditos

|                    | 2009                  | 2008                  |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Cuentas a cobrar   | 210.012.284,67        | 132.446.894,21        |
| Crédito fiscal IVA | 11.954.980,88         | 11.954.980,88         |
| Anticipos          | 5.100.000,00          | 5.100.000,00          |
| <b>Total</b>       | <b>227.067.265,55</b> | <b>149.401.875,09</b> |

En cuentas a cobrar al cierre del presente ejercicio se incluye el importe facturado a Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NASA) por \$ 97.743.181,26 en concepto de canon de acuerdo a lo establecido en el Decreto N° 1.540/94. A partir del mes de julio del 2002 se suspendió la emisión de facturas por canon a dicha empresa por aplicación del "Criterio de Prudencia" que se consagra en el Anexo I "Fundamentos y alcances de los principios de contabilidad generalmente aceptados y normas de contabilidad" de la Resolución N° 25/95 de la Secretaría de Hacienda, ascendiendo al 31 de noviembre de 2009 la suma devengada no facturada a \$ 222.500.000.

Con fecha 16 de noviembre de 2009 se dictó el Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1.760/09 mediante el cual se dejó sin efecto el Artículo 14 del Decreto N° 1.540/94 y el primer párrafo del Artículo 2 del Decreto N° 1.390/98 y se autorizó la cesión de acciones del estado nacional a favor de la CNEA en un 8,06% del capital accionario de Nucleoeléctrica Argentina S.A.

Respecto al crédito fiscal por el Impuesto al Valor Agregado (IVA), el monto de esta cuenta incluye \$6.621.367,41 de saldo a favor de libre disponibilidad. Por Resolución N° 150/2004 la Administración Federal de Ingresos impugnó la declaración jurada de IVA que conforma el importe consignado en el balance, el cual incluye la suma precedente. Con fecha 18 de enero del 2005 la CNEA presentó el correspondiente "Recurso de Reconsideración" que fue denegado, por lo que, con fecha 7 de diciembre de 2006 presentó ante el Procurador del Tesoro de la Nación el Recurso previsto en la Ley 19.983 de "Conflictos Pecuniarios Interadministrativos".

Con fecha 12 de marzo 2007 se pagó la suma de \$ 277.693,83 en concepto de capital más intereses resarcitorios actualizados desde la fecha en que quedó firme la Determinación de Oficio según la citada Resolución N° 150/04 de la Administración Federal de Ingresos.

Respecto al reintegro por exportaciones, la CNEA presentó rectificativas a las declaraciones juradas oportunamente presentadas, reclamando la suma de \$ 1.857.472,66 en concepto de devolución del impuesto involucrado en exportaciones efectuadas, sin resolución por parte de la Administración Federal de Ingresos hasta el presente.

Con relación a la cuenta Anticipos a Proveedores, la misma obedece a una transferencia de fondos a la empresa DIOXITEK S.A.. Ello devino en la causa N° 10.746/07 que se tramita ante el Juzgado en lo Criminal y Correccional Federal N° 1 Secretaría N° 1 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires pendiente de resolución.

### 2) Inversiones Financieras

|                               | 2009                 | 2008                 |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| Acciones y aportes de capital | 42.175.246,00        | 35.175.946,00        |
| <b>Total</b>                  | <b>42.175.246,00</b> | <b>35.175.946,00</b> |

La participación accionaria y de capital en las empresas asociadas y otras asociaciones al cierre del ejercicio 2009 era la siguiente:

|                                                              |               |         |
|--------------------------------------------------------------|---------------|---------|
| CONUAR S.A.                                                  | 19.9980700,00 | 33,33 % |
| FAE S.A.                                                     | 5.120.000,00  | 32,00 % |
| DIOXITEK S.A.                                                | 12.125.718,00 | 99,00 % |
| ENSI S.E.                                                    | 4.904.028,00  | 49,00 % |
| Polo Tecnológico Constituyentes S.A.                         | 20.000.000,00 | 20,00%  |
| Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear<br>(capital inicial) | 7.500,00      | 50,00%  |

El incremento en la participación en el capital accionario de la empresa CONUAR S.A. se debió a la distribución de dividendos en acciones resuelta mediante acta de la Asamblea Ordinaria de fecha 4 de junio de 2009 por un monto de \$ 6.999.300,00.

**3) Prestamos internos a pagar**

Corresponden:

- 1) Al importe adeudado a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica por los desembolsos referidos a los Créditos a Instituciones (CAI) que la citada Agencia otorgó a la CNEA por un importe total de \$ 14.927.862,00, de los cuales se adeudan \$ 8.577.773,3908.
- 2) Al importe adeudado al Banco Mundial (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento) relacionado con el Proyecto Restitución Ambiental de la Minería del Uranio (PRAMU) por un monto de \$ 2.803516,74.

**4) Ingresos no tributarios**

|                      | 2009                | 2008                |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| Derechos             | 29.471,40           | 30.432,87           |
| Otros no tributarios | 3.873.080,93        | 3.877.987,78        |
| <b>Total</b>         | <b>3.902.552,33</b> | <b>3.908.420,65</b> |

Los derechos corresponden a la facturación anual en concepto de cánones varios. Con relación a otros recursos no tributarios, éstos se refieren a ingresos varios, expensas, multas por mora y alquileres cobrados a las empresas asociadas a la CNEA.

**5) Rentas de la propiedad**

|                                     | 2009                 | 2008                |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Dividendos                          | 13.152.200,00        | 5.332.800,00        |
| Arrendamiento de tierras y terrenos | 24.000,00            | 0,00                |
| <b>Total</b>                        | <b>13.176.200,00</b> | <b>5.332.800,00</b> |

El importe registrado en dividendos se corresponde con los percibidos por la participación accionaria en la Empresa CONUAR S.A.

Con relación a Arrendamiento de tierras y terrenos, el saldo registrado corresponde al arrendamiento de campos situados en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, provincia de Río Negro.

**6) Contribuciones recibidas**

|                                                   | 2009                  | 2008                  |
|---------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Contribuciones de la Administración Central       | 318.082.985,00        | 226.707.642,00        |
| Contribuciones de los organismos descentralizados | 1.018.373,54          | 893.117,86            |
| <b>Total</b>                                      | <b>319.101.358,54</b> | <b>227.600.759,86</b> |

En contribuciones de la Administración Central se registran los importes correspondientes al Aporte del Tesoro – Fuente 11 para gastos corrientes. En contribuciones de los organismos descentralizados se registran los importes facturados a la Autoridad Regulatoria Nuclear.

**7) Otros ingresos**

Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT):

La CNEA obtuvo los siguientes subsidios otorgados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica en el marco del Fondo para Investigación Científica y Tecnológica:

- Subsidio Proyecto de Modernización de Equipamiento (PME)
- Subsidios Proyectos Científicos y Tecnológicos (PICT)
- Programas de Áreas Estratégicas (PAE)
- Subsidios Proyectos de Adecuación y/o Mejora de Infraestructura (PRAMIN)
- Subsidios para Proyectos de Fortalecimiento de Capacidades en Recursos Humanos en Áreas Tecnológicas Prioritarias (PRH)
- Subsidios para reuniones científicas

Ley Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica (Ley N° 23.877)

En el marco de la ley N° 23.877 la CNEA recibió aranceles por un monto de \$ 2.727.251,58 y beneficios por \$ 22.505,34 por intermedio de las Unidades de Vinculación: Fundación Balseiro, Asociación Cooperadora del Departamento Física y Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción.

**8) Gastos de consumo**

|                      | <b>2009</b>           | <b>2008</b>           |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Remuneraciones       | 227.158.468,13        | 168.580.436,86        |
| Bienes y servicios   | 71.724.231,03         | 54.251.944,98         |
| Impuestos indirectos | 213.209,92            | 0,00                  |
| Amortizaciones       | 37.578.240,44         | 27.106.298,66         |
| Cuentas incobrables  | 0,00                  | 0,00                  |
| <b>Total</b>         | <b>336.674.149,52</b> | <b>249.938.680,50</b> |

**9) Transferencias otorgadas**

|                                             | <b>2009</b>          | <b>2008</b>          |
|---------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Transferencias al sector privado            | 14.609.935,89        | 13.582.712,46        |
| Transferencias corrientes al sector público | 100.000,00           | 200.000,00           |
| Transferencias al sector externo            | 5.857.243,72         | 1.172.975,17         |
| <b>Total</b>                                | <b>20.567.179,61</b> | <b>14.955.687,63</b> |

En el ejercicio 2009 en Transferencias al sector privado se registraron:

- Becas por valor de \$ 11.772.635,89.
- Aportes a la Fundación Universidad Nacional de Cuyo (Centro Internacional de Ciencias de la Tierra–Nodo Argentina) \$ 2.187.300,00.
- Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear \$ 650.000,00.
- Fundación Escuela Medicina Nuclear \$ 600.000.

En el mismo ejercicio, en Transferencias al sector público se registraron aportes a la Universidad Nacional del Centro (Proyecto PLADEMA) por valor de \$ 100.000,00.

En Transferencias al sector externo se registró el aporte al Organismo Internacional de Energía Atómica por valor de \$ 5.857.243,72 en concepto de contribución a su Programa de Cooperación Técnica.

**10) Desahorro de la gestión**

El desahorro de \$ 14.152.453,74 se explica principalmente por el importe correspondiente a las amortizaciones efectuadas sobre los bienes de uso.

## **EMPRESAS E INSTITUCIONES ASOCIADAS Y VINCULADAS A LA CNEA**

*Combustibles Nucleares Argentinos S.A.  
(CONUAR S.A.)*

*Fábrica de Aleaciones Especiales S.A.  
(FAE S.A.)*

*DIOXITEK S.E.*

*Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S.E.  
(ENSI S.E.)*

*INVAP S.E.*

*Polo Tecnológico Constituyentes S.A.  
(PTC S.A.)*

*Fundación Escuela de Medicina Nuclear  
(FUESMEN)*

*Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear  
(FCDN)*

*Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas*

*Centro Oncológico de Medicina Nuclear  
del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo*

*Servicio de Radioterapia del Instituto  
de Oncología Ángel H. Roffo*

## EMPRESAS E INSTITUCIONES ASOCIADAS Y VINCULADAS A LA CNEA

Las empresas e instituciones con distintas formas de asociación o de vinculación con la CNEA son las siguientes:

- Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR S.A.)
- Fábrica Aleaciones Especiales S.A. (FAE S.A.)
- Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S. E. (ENSI S.E.)
- DIOXITEK S.A.
- INVAP S.E.
- Polo Tecnológico Constituyentes S.A. (PTC S.A.)
- Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN)
- Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear (FCDN)
- Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas
- Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo
- Servicio de Radioterapia del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo

En todas las empresas - excepto INVAP S.E. - la CNEA tiene distintos grados de participación en el capital accionario, al igual que en la FCDN.

En el marco de la reestructuración organizativa aprobada el 8 de noviembre de 2006 por Decreto del Poder Ejecutivo N° 1612/06, por Resolución de la Presidencia N° 2 de fecha 11 de enero de 2007 se creó el Consejo Empresarial constituido por la CNEA y las empresas asociadas CONUAR S.A., FAE S.A., DIOXITEK S.A. y ENSI S.E., con el objetivo principal de asistir en la dirección y evaluación de las relaciones de la CNEA con las empresas promoviendo la rentabilidad, eficacia y eficiencia de tales relaciones.

### COMBUSTIBLES NUCLEARES ARGENTINOS S.A. (CONUAR S.A.)

La empresa CONUAR S.A. fue creada por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1.719/81. Su planta de producción se encuentra ubicada en el Centro Atómico Ezeiza, provincia de Buenos Aires.

#### Composición accionaria

Es una sociedad anónima, cuyo capital social asciende a \$ 39.000.000 y donde la participación accionaria corresponde el 33,33% a la CNEA y el 66,67 % a la empresa privada SUDACIA S.A.



Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR S.A.) – Centro Atómico Ezeiza

#### Actividades principales

La actividad principal de la empresa es la fabricación de los elementos combustibles para las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse. La tecnología utilizada fue desarrollada oportunamente por la CNEA y es mantenida actualizada al máximo nivel internacional mediante un contrato de asistencia tecnológica entre la CNEA y CONUAR. Adicionalmente se ha desarrollado la fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación, lo que ha permitido el suministro a la CNEA de los combustibles utilizados en el reactor de investigación y producción RA-3 del Centro Atómico Ezeiza. Otro producto desarrollado en el país por CONUAR en forma conjunta con la CNEA son las barras de control de reactividad utilizadas en la Central Nuclear Embalse para la producción de cobalto-60.

Además está en condiciones de prestar servicios nucleares a centrales de potencia, reactores de investigación e instalaciones nucleares, a requerimiento específico del cliente.

#### Actividades en 2009

- Suministro de elementos combustibles a la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A., operadora de las dos centrales nucleares argentinas, entregando 229 elementos combustibles de uranio levemente enriquecido para la Central Nuclear Atucha I y 5.381 elementos combustibles de uranio natural para la Central Nuclear Embalse.
- Suministro a la CNEA de 12 elementos combustibles normales y 4 de control para el reactor de investigación y producción RA-3.
- En el marco del contrato de suministro de 500 elementos combustibles para el primer núcleo de la Central Nuclear Atucha II, logro de un 70% de avance en el proyecto, habiéndose entregado los primeros 22 elementos combustibles.
- Obtención de la orden de compra para proveer 3 prototipos de elementos combustibles y un conjunto barra de control para el proyecto del reactor CAREM de la CNEA.
- Continuación de la adecuación de su organización, el edificio y los medios de producción a fin de atender “prioritariamente” la demanda del sector energético nuclear, a saber:

- Contrato con Nucleoeléctrica Argentina S.A.- Unidad de Gestión Atucha II para la modificación y ensamble de 120 canales refrigerantes de combustible, la modificación del tanque del moderador y la provisión de 185 "Drossels".
- Contrato con la CNEA para la construcción de las instalaciones del proyecto CAPEM "Circuito de Alta Presión para Ensayos de Mecanismos del proyecto CAREM" (Central Argentina de Elementos Modulares).
- Provisión de partes y equipos necesarios para el mantenimiento de las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse entre los que se destacan la provisión de 12 canales refrigerantes y boquillas, de canastos para el almacenamiento de combustibles quemados tipo CANDU-6 y la del Sistema de Desmantelamiento y Traslado de Filtros, obras éstas dos últimas que se cumplimentarán durante el transcurso del 2010.
- Inicio de la segunda fase del proceso de calificación como proveedores de componentes críticos (tubos de calandria, "end fittings", tubos de presión y otras piezas) para reactores CANDU-6.
- Certificación con el organismo TÜV Rheinland de Alemania de la norma canadiense CSA N285.0, la que implica cumplir el código ASME SECCION 3 NCA 3800. También se comenzó a trabajar en la implementación de un sistema de calidad bajo la norma CSA N285.0 que permita la entrega de piezas y materiales soldados para ser utilizados en el mencionado proyecto. Ello implica cumplir con el Código ASME Sección III Artículo NCA 4000 y la norma ASME NQA-I.
- Comienzo de los trabajos con Atomic Energy of Canada Limited (AECL) en la calificación de sus laboratorios para ser utilizados en la calificación de prototipos para el proyecto de extensión de vida de la Central Nuclear Embalse.
- Terminación de las oficinas comerciales y de ingeniería y de las obras de construcción civil para la ampliación del taller de fabricación de la División Soluciones de Manufacturas y Servicios.
- En el mes de noviembre, CONUAR fue el anfitrión de la "9a Reunión anual de la Red Internacional para el Aseguramiento de la Seguridad en las Industrias del Ciclo de Combustible" (INSAF), a la que concurrieron 23 representantes de 12 compañías de 9 países, que junto con los especialistas de CONUAR compartieron procedimientos y experiencias en la gestión de la seguridad en cada una de sus organizaciones. La misión de la INSAF es difundir una cultura de la seguridad, a nivel mundial, en todas las empresas dedicadas a la fabricación de combustibles nucleares. El intercambio de experiencias entre las empresas, algunas de ellas competidoras entre sí, es un ejemplo de la máxima importancia que se le otorga a la seguridad.



CONUAR S.A. - Fabricación de elementos combustibles para la Central Nuclear Atucha I



CONUAR S.A. - Fabricación de elementos combustibles para los reactores de investigación RA-3

### Nuevos objetivos

CONUAR se encuentra actualmente abocada a 3 proyectos principales: el desarrollo y la fabricación del primer núcleo de elementos combustibles para la Central Nuclear Atucha II, el desarrollo de componentes críticos para ser suministrados a la Central Nuclear Embalse para la extensión de vida de la misma y el desarrollo de distintos componentes necesarios para el reactor CAREM. Estos proyectos forman parte de la estrategia de crecimiento de la empresa dirigida a ser el proveedor principal de elementos combustibles y de componentes críticos para las futuras centrales nucleares del país (prototipo del CAREM, y cuarta y quinta centrales nucleares argentinas) y lograr una mayor presencia internacional ante el nuevo escenario de crecimiento de la energía nuclear a nivel mundial.

### FABRICA DE ALEACIONES ESPECIALES S.A. (FAE S.A.)

La empresa FAE S.A. fue creada por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1.088/86. Su planta de producción se encuentra ubicada en el Centro Atómico Ezeiza, provincia de Buenos Aires, y opera bajo un sistema de gestión integrado que ha sido certificado por el organismo TÜV Rheinland de Alemania bajo las Normas ISO 9001 de Calidad, ISO 14001 de Medio Ambiente y OHSAS 18001 de Seguridad y Salud Ocupacional.

FAE ha sido también certificada bajo la Norma EN 9100 de Calidad para la Industria Aeronáutica y por la directiva europea PED 97/23/S, la que la habilita a vender tubos de intercambiador de calor a la Unión Europea.

En 2009 FAE fue certificada por la "Technical Standards and Safety Authority" (TSSA) de Ontario, Canadá, como Organización de Materiales bajo la norma CSA N285.0, lo que implica cumplir el Código ASME Sección III Sub-artículo NCA 3800. Esta certificación la autoriza a fabricar y suministrar materiales a ser montados en los reactores nucleares para partes sometidas a presión (calificación necesaria para convertirse en proveedor del proyecto de extensión de vida de la Central Nuclear Embalse).

### Composición accionaria

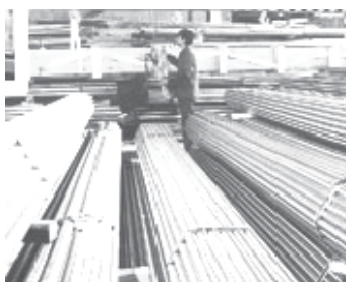
FAE es una sociedad anónima cuyo capital social asciende a \$ 16.000.000 y donde la participación accionaria corresponde el 32 % a la CNEA y el 68 % a la empresa CONUAR S.A.



Fábrica de Aleaciones Especiales S.A. (FAE S.A.) – Centro Atómico Ezeiza



FAE S.A.  
Producción de tubos de zircaloy



FAE S.A.  
Producción de tubos de zircaloy



DIOXITEK S.A. - Planta de Conversión a Dióxido de Uranio - Ciudad de Córdoba

### Actividades principales

Su actividad principal es la fabricación de vainas y barras de zircaloy utilizadas por la empresa CONUAR S.A. en la fabricación de elementos combustibles para centrales nucleares de potencia. Esta tecnología ha sido desarrollada por la CNEA y se mantiene actualizada permanentemente. En años posteriores desarrolló e incorporó la fabricación de tubos de acero inoxidable, con y sin costura, y más recientemente de aleaciones de titanio. Es la única empresa en América Latina que fabrica este tipo de productos y una de las pocas en el mundo.

### Actividades en 2009

- Debido a la crisis financiera de finales de 2008, las ventas de inoxidable y titanio cayeron sensiblemente entregándose sólo 1,6 toneladas de tubos de titanio y 121 toneladas de tubos de acero inoxidable con y sin costura.
- Como estrategia alternativa a la mencionada situación y frente a la demora en el inicio del proyecto de extensión de vida de la Central Nuclear Embalse, que da origen al proyecto de desarrollo de tubos de incoloy 800 a ser utilizados en los generadores de vapor de la misma, se decidió anticipar la fabricación de vainas de zircaloy para cubrir la demanda de CONUAR S.A. hasta fines del 2010, por lo que se le proveyeron 277 Km de vainas.
- Venta de 6.000 discos de zircaloy a CONUAR S.A.
- Continuación de los trabajos para la calificación ante la empresa Airbus de 6 medidas de tubo de titanio grado 9, calidad aeronáutica, y profundización de los desarrollos de procesos y ensayos de materiales de incoloy y modificaciones de equipos de producción en orden a calificar como proveedores de los tubos de ese material para el proyecto de extensión de vida de la Central Nuclear Embalse, que presentan el desafío de ser de 22 m de longitud.

### Objetivos futuros

Se prevé que la producción de vainas en este período para los elementos combustibles para las centrales nucleares será de aproximadamente 91 Km, a los que se adicionarán alrededor de 113 Km de vainas para el proyecto de elementos combustibles para la Central Nuclear Atucha II.

Se continuará trabajando en la adecuación y expansión de la línea de producción para los tubos de incoloy 800 M, de titanio grado 9, y algunas operaciones del tubo calandria, en línea con el objetivo de focalización en los negocios nucleares definido en el año 2007, sin excluir los productos de alto valor agregado tales como los de titanio aeronáutico, y abandonando gradualmente aquellos productos de menor complejidad y, por ende, de baja rentabilidad.

La calificación para fabricar tubos de generadores de vapor nucleares permite a FAE acceder a un mercado con pocos competidores a nivel mundial.

A nivel regional y en el marco de la cooperación en el campo nuclear acordada por los Presidentes de la Argentina y el Brasil en la Declaración Conjunta de febrero de 2009, FAE prevé avanzar con Industrias Nucleares do Brasil (INB) en dos posibles proyectos compartidos: la fabricación de vainas de alto quemado a partir de "trex" y la fabricación de "trex" de zircaloy y de titanio.

### DIOXITEK S.A.

DIOXITEK S.A. fue creada por el Poder Ejecutivo Nacional por Decreto N° 1286/96, transformando sectores operativos y productivos del área ciclo de combustible de la CNEA en una empresa autónoma a fin de garantizar el suministro del dióxido de uranio utilizado para producir los elementos combustibles para las centrales nucleares de potencia.

A partir de 2002 DIOXITEK y la CNEA acordaron mediante contrato que la primera se hiciese cargo de la producción y la comercialización con exclusividad de fuentes selladas de cobalto-60 utilizadas en medicina nuclear y en determinados procesos industriales.

### Composición accionaria

DIOXITEK S.A. es una sociedad anónima estatal, única empresa del sector nuclear controlada por la CNEA con un 99% de participación accionaria. El 1% restante pertenece a la provincia de Mendoza. Su capital social asciende a \$ 26.912.554.

### Actividades principales

Las actividades preponderantes de DIOXITEK son hoy en día la producción de dióxido de uranio y la fabricación de fuentes selladas de cobalto-60 para uso médico e industrial.

La planta industrial de dióxido de uranio, puesta en funcionamiento por la CNEA en 1982 en la Ciudad de Córdoba, está siendo operada desde 1997 por DIOXITEK.

La planta industrial de fabricación de fuentes selladas de cobalto-60 está situada en el Centro Atómico Ezeiza, en la provincia de Buenos Aires. La producción de esta planta, que es única a nivel latinoamericano y del Hemisferio Sur, ubica a nuestro país como el tercer productor del mundo de este importante producto para la medicina y para la industria.

#### Actividades en 2009

##### En el área de polvo de dióxido de uranio:

- Producción de 144,3 t de uranio en polvo de dióxido de uranio, aproximadamente un 15 % menos que en 2008 debido a menores requerimientos por parte de CONUAR. En 2009 se superó satisfactoriamente la auditoría de mantenimiento de la certificación del sistema de gestión de calidad que cumple con los requisitos de las Normas ISO 9001:2008, cuyo alcance es producción y suministro de dióxido de uranio para la fabricación de elementos combustibles destinados a las centrales nucleoelectricas.
- Producción de 274,5 t de nitrato de amonio seco en forma de solución diluida de nitrato de amonio.

##### En el área de cobalto-60:

- Producción de cobalto-60 en forma de fuentes selladas por un total de 3.843.000 Ci, de los cuales un 90 % constituyeron exportaciones y el resto sirvió para satisfacer la demanda nacional. Las fuentes selladas de cobalto-60 exportadas y las destinadas al mercado interno fueron, casi en su totalidad, industriales. Las fuentes médicas producidas alcanzaron los 56.800 Ci. Además se exportaron 323.000 Ci en "pellets". Para la producción de fuentes selladas se empleó cobalto de producción nacional y cobalto importado.
- Producción de los "slugs" de cobalto-59 necesarios para las barras ajustadoras que se cargarán en la Central Nuclear Embalse en la siguiente parada programada del reactor.
- Continuación, aunque a menor ritmo, con el reacondicionamiento de la nueva Celda de Producción y Calibración.
- Certificación del Sistema de Gestión de Calidad que cumple con las Normas ISO 9001:2008 cuyo alcance es diseño, producción y comercialización de fuentes selladas de cobalto-60.

#### Objetivos futuros

Son objetivos de la empresa, además de continuar cumpliendo con las actividades de producción:

- Avanzar en el desarrollo del proyecto "Nueva Planta de Uranio" con el objeto de satisfacer en el futuro la mayor demanda de dióxido de uranio que se generará a partir de la entrada en operación de la Central Nuclear Atucha II.
- Finalizar la nueva Celda de Producción y Calibración de fuentes selladas de cobalto-60.
- Implementar un sistema de gestión ambiental en la producción de fuentes selladas de cobalto-60 que cumpla con las Normas ISO 14.000.

#### EMPRESA NEUQUINA DE SERVICIOS DE INGENIERÍA S. E. (ENSI S.E.)

La empresa ENSI (S.E.), conformada por la CNEA y la provincia del Neuquén, fue creada el 21 de diciembre de 1989 mediante la Ley N° 1.827 sancionada por la Legislatura provincial. A fin de diversificar sus actividades, está organizada en dos unidades económicas separadas:

- Unidad Económica Planta Industrial de Agua Pesada, cuyo objetivo es la producción de agua pesada.
- Unidad Económica Obras y Servicios, cuyo objetivo es la prestación de servicios industriales, dividida en distintas unidades de negocios, cada una de ellas orientada a los distintos tipos de servicios que presta la empresa.

Esta configuración administrativa implica una clara separación de costos a fin de identificar y apropiar correctamente los resultados a cada unidad económica y presenta ventajas de eficiencia productiva por la especialización y conocimiento de los clientes.

#### Composición accionaria

Es una sociedad del estado cuyo capital social asciende a \$ 10.008.220 y la participación accionaria corresponde el 49% a la CNEA y el 51 % a la provincia del Neuquén, encontrándose su sede en la localidad de Arroyito de la citada provincia.

#### Actividades principales

Tiene como objetivo principal operar plantas químicas a escala piloto e industrial y elaborar y comercializar productos químicos. Sus objetivos secundarios son la investigación aplicada al desarrollo tecnológico, el diseño de ingeniería básica y de detalle, la construcción, montaje, puesta en marcha y mantenimiento de instalaciones industriales y todo otro servicio relacionado con la actividad industrial, por cuenta propia o



DIOXITEK S.A.  
Planta de Conversión a Dióxido de Uranio



DIOXITEK S.A. - Planta de Producción de  
Fuentes selladas de cobalto-60  
Centro Atómico Ezeiza



ENSI S.E.  
Planta Industrial de Agua Pesada  
Arroyito - Pcia. del Neuquén



ENSI S.E.  
Planta Industrial de Agua Pesada  
Columna de amoníaco

asociada a terceros. Por contrato con la CNEA se hizo cargo de la operación industrial de la Planta Industrial de Agua Pesada situada en la citada localidad de Arroyito, que tiene una capacidad de producción anual de 200 toneladas de agua pesada de grado reactor (99,89% de pureza), con la que se abastece a las centrales nucleares operadas por la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. y se han concretado exportaciones a Alemania, Australia, Canadá, los Estados Unidos, Francia, Suiza, Noruega y Corea. ENSI, además, presta servicios de ingeniería a empresas dedicadas a la producción de petróleo, gas y energía eléctrica que operan en la región.

#### Actividades en 2009

##### Producción de agua pesada:

- En el marco del contrato firmado en agosto de 2006 con Nucleoeléctrica Argentina S.A. para la provisión de 600 toneladas de agua pesada para la carga inicial de la Central Nuclear Atucha II, continuación de la producción a fin de completar la provisión de este insumo estratégico para el cumplimiento de ese contrato.

##### Obras y Servicios:

- Continuación de la prestación de servicios industriales principalmente en los rubros petróleo y gas.

#### Objetivos futuros

Actualmente la empresa se encuentra trabajando a pleno en sus dos Unidades Económicas. En materia de agua pesada, el referido contrato firmado con Nucleoeléctrica Argentina S.A. para la provisión de 600 toneladas para la carga inicial de la Central Nuclear Atucha II asegura una producción a pleno hasta mediados del 2010. Si a esto se le adiciona el agua pesada que se requerirá para dos futuras nuevas centrales probablemente del tipo CANDU, los requerimientos internos para reposición del inventario de agua pesada de las dos centrales nucleares en operación y los externos para laboratorios de investigación, las perspectivas futuras resultan excelentes.

En cuanto a la prestación de servicios, la actividad tiene un crecimiento sostenido y los principales clientes son empresas de primera línea de gas y petróleo (TOTAL, YPF, PLUSPETROL), estando en proceso de renovación y ampliación importantes contratos que garanticen muy buenas perspectivas.

#### INVAP S.E.

La empresa INVAP S.E. (anteriormente Investigación Aplicada S.E.) fue creada a iniciativa de la CNEA por la provincia de Río Negro mediante Decreto del Gobierno Provincial N° 661/76, tomando como base el "Programa de Investigaciones Aplicadas" del Centro Atómico Bariloche. Entre la Empresa INVAP S.E. y la CNEA existe un convenio según el cual la CNEA designa parte de los miembros de su Directorio, al que inicialmente controló. El desarrollo exitoso de la empresa condujo a su situación actual de alto grado de independencia y operatoria similar a una empresa privada. Su sede se encuentra en la ciudad de San Carlos de Bariloche de la citada provincia. Su objetivo estatutario original era servir al desarrollo nuclear argentino, pero más tarde extendió sus actividades a otros campos tecnológicos como el aerospacial y el de equipamiento médico.

#### Composición accionaria

Es una sociedad del estado cuyo capital accionario corresponde en un 100% a la provincia de Río Negro, aunque existe una opción de integrar capital por parte de la CNEA que no ha sido ejercida.

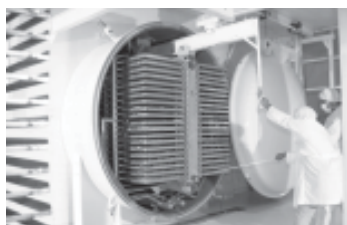
#### Actividades principales

Se dedica principalmente al desarrollo y construcción de instalaciones nucleares de experimentación y producción de radioisótopos, así como de plantas vinculadas al quehacer nuclear. En 2007 inauguró el reactor OPAL, de 20 MW y de muy alta complejidad, en Sydney, Australia, para la Australian Nuclear Scientific and Technological Organization (ANSTO), obra que colocó a INVAP en el rango de las primeras empresas del ramo en el mundo, así como también de sistemas de aplicación médica y científica. Más tarde ha ido ampliando su rango de actividades a otras áreas y actualmente se desempeña como contratista principal de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, habiendo construido todos los satélites científicos argentinos hasta el momento. También se ha contratado con la empresa AR.SAT S.A. el diseño y la construcción del primer satélite argentino de comunicaciones. Además, INVAP participa activamente en las tareas del "Plan Nacional de Radarización" emprendido por el Gobierno Nacional en cuyo contexto ya ha instalado 8 de las 11 estaciones de radar secundario "INKAN" en diversos aeropuertos del país. También está avanzando en el desarrollo de radares primarios para la Fuerza Aérea Argentina.

INVAP emprendió hace años las exportaciones nucleares, médicas y espaciales de tecnología argentina, habiendo concretado, entre otras, exportaciones de reactores de investigación, plantas de fabricación de elementos combustibles, plantas de producción de radioisótopos y de radiofármacos, equipamiento de medicina nuclear y componentes espaciales, a países de América Latina, África, Asia, Oceanía y Europa.



INVAP S.E. - Planta de mecanizado y  
soldadura - Bariloche - Pcia. de Río Negro



Interior de la Planta de Ioflización  
construida en México por INVAP S.E.



INVAP S.E. - Equipo de radioprotección  
radiológica

## Actividades en 2009

Las más destacadas fueron:

### En el área nuclear

- En relación con la Central Nuclear Atucha II, desarrollo de herramientas y dispositivos especiales de montaje de internos y externos del reactor y servicios para la puesta en marcha y alineación del tanque del moderador respecto del recipiente de presión.
- En el proyecto CAREM, trabajos en el Informe Preliminar de Seguridad, en cálculos neutrónicos junto con la CNEA y en la ingeniería de procesos.
- Continuación de la cooperación con la CNEA en las áreas de enriquecimiento de uranio.
- En Australia, en relación con el reactor OPAL, construcción de una facilidad de re-enriquecimiento del agua pesada y puesta en marcha de la instalación para la producción de molibdeno-60 utilizando blancos de bajo enriquecimiento, con tecnología desarrollada por la CNEA.
- En Egipto, terminación de la construcción de la planta para el fraccionamiento de radioisótopos, producción de radiofármacos y marcación de moléculas, incluyendo la facilidad para la producción de molibdeno-99 con la referida tecnología, e inicio de la puesta en marcha de la misma.
- En China, completamiento de la puesta en marcha de la fuente de neutrones fríos construida para un reactor.
- En los Estados Unidos, realización de trabajos de desarrollo de combustibles avanzados para la empresa Westinghouse y trabajos conjuntos con la empresa Babcock & Wilcox.
- En Arabia Saudita, realización de trabajos de protección radiológica e inicio de negociaciones para la realización de otras tareas.
- A requerimiento del Organismo Internacional de Energía Atómica, realización de tareas de modernización de un reactor de experimentación en Libia y completamiento de la modernización de la instrumentación de un reactor de investigación en Rumania.
- Continuación de la preparación de ofertas por diversas instalaciones a varios países.

### En el área satelital

- En noviembre de 2009, el satélite SAC-C perteneciente a la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y cuyo diseño y construcción fueron realizados por INVAP, cumplió nueve años de funcionamiento satisfactorio, más que duplicando el plazo contractual de vida útil prevista.
- Continuación de la operación del Centro de Operación de Misión SAC-C para la CONAE, desde la Estación Terrestre Teófilo Tabanera de esa institución situada en la provincia de Córdoba.
- Avances en las tareas de diseño del satélite SAOCOM para la CONAE, apuntando a una revisión crítica de diseño en 2010. Este satélite está provisto de un radar de apertura sintética, para el cual INVAP ha realizado el prototipo de electrónica central que fue validada exitosamente mediante campaña aerotransportada en 2009.
- Realización de grandes avances en la construcción del satélite para la misión conjunta SAC-D/Aquarius entre la CONAE y la "National Aeronautic and Space Administration" (NASA) de los Estados Unidos. El SAC-D también lleva instrumentos argentinos, de Francia y de Italia. Se trata de un satélite de mucho mayor tamaño y complejidad que todos los anteriores con carga principal de un radiómetro en banda L llamado Aquarius, construido por la NASA, cuya finalidad es la medición sistemática de la salinidad oceánica. El lanzamiento del SAC-D por medio de un vector Delta II desde la base Vandenberg, en los Estados Unidos, está previsto para antes del fin de 2010.
- En relación con el primer satélite argentino de comunicaciones, ARSAT-I, realización de las etapas de ingeniería de detalle y comienzo de su construcción, así como adquisición de los elementos de carga útil y componentes de mercado. La ingeniería básica fue aprobada por un panel internacional.

### En el área de radares

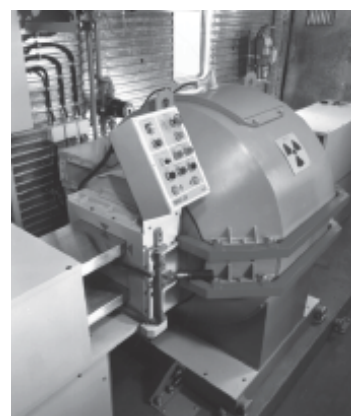
- De los 11 radares secundarios para el control de la aeronavegación INKAN (amigo en lengua mapuche) de la primera serie, se han construido e instalado 8. Los 3 restantes se entregarán durante la primera mitad de 2010. Mientras, se gestiona con la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC) la contratación de la construcción de 11 más de estos equipos para ser instalados en diversas ubicaciones en el país con lo cual se completará la protección aerocomercial de todo el territorio nacional (22 radares en total).
- Terminación de las pruebas del segundo "Modelo de Evaluación Tecnológica" de un radar primario 3D destinado al control efectivo del espacio aéreo, cuyo desempeño ha sido satisfactorio, validando la cadena de radiofrecuencia y procesamiento, e inicio de los trabajos en un tercer modelo que tendrá un alcance intermedio de 100 Km y cuyo primer prototipo homologable se terminará en 2011.

### En el área de equipos para medicina nuclear:

- Continuación del suministro de 19 Centros de Terapia Radiante a la República Bolivariana de Venezuela, en su mayor parte provistos de equipos de fabricación argentina.



INVAP S.E. - Reactor de Investigación OPAL construido en Australia



INVAP S.E.  
Irradiador para mosca de la fruta



INVAP S.E. - Satélite SAC-C construido para la Comisión Nacional de Actividades Espaciales



INVAP S.E. - Equipo Teradi 800



INVAP S.E. - Turbina eólica

**En otras áreas:**

A través de su empresa controlada INVAP Ingeniería SA (IISA):

- Realización de diversos trabajos de ingeniería y de estudios de integridad estructural, análisis de falla, vida remanente, seguridad operativa y aptitud para el servicio de equipamiento para perforación y producción de petróleo y gas.
- Producción de generadores eólicos de 4,5 Kw. para uso general en sitios aislados y provisión "llave en mano" de sistemas autónomos basados en dicho aerogenerador.
- Desarrollo de un equipo eólico de 30 Kw. para localidades aisladas y generación distribuida.
- Importantes avances en las tareas correspondientes al contrato vigente con la provincia de Río Negro para el desarrollo de la ingeniería del rotor de un generador eólico de 1,5 MW.
- Avances en el desarrollo de turbinas hidrocinéticas, en el marco del acuerdo suscrito con la empresa Aguas Rionegrinas S.A., consistentes en la ingeniería del primer prototipo en tamaño sub-escala, su fabricación y ensayo para validación del modelo de cálculo y diseño.
- Presentación a la licitación "GenRen" llamada por la empresa ENARSA, proponiendo la instalación de dos parques eólicos de 50 MW cada uno, con aerogeneradores VESTAS de 2 MW, en el paraje Cerro Policía (provincia de Río Negro).

En 2009 se finalizó la primera parte de la nueva Sede de INVAP ubicada en el acceso este de la ciudad de San Carlos de Bariloche, a fin de responder al actual mayor nivel de exigencias. La mayor parte del personal de la empresa ya se encuentra trabajando en ella y se ha emitido una serie de Obligaciones Negociables a fin de finalizar la segunda etapa de la construcción de la misma y alcanzar el objetivo de reunir en un solo lugar a prácticamente toda la empresa.

**POLO TECNOLÓGICO CONSTITUYENTES S.A.**

El Polo Tecnológico Constituyentes es un organismo de interfase que permite la creación de sinergias entre los institutos que lo componen y la actividad privada. Constituye un instrumento eficaz para concretar proyectos de investigación y desarrollo y, mediante actividades de intercambio con otros polos y parques tecnológicos, brindar proyección y actualización al sistema científico tecnológico nacional. El Polo suma las capacidades de organizaciones pioneras en la generación y transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos, contribuyendo a crear las condiciones e interacciones para su incorporación al entorno socio-productivo. Fue constituido en 1997 mediante un acuerdo de cooperación y asistencia entre sus integrantes. La empresa Polo Tecnológico Constituyentes S.A. (PTC), entidad encargada de planificar y gerenciar las actividades del consorcio, fue creada por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 894/98, habiéndose constituido en 1999.

**Composición accionaria**

Está constituida por la asociación de instituciones de desarrollo tecnológico con capacidades distintas y complementarias radicadas en el área geográfica vecina al Centro Atómico Constituyentes, provincia de Buenos Aires:

- Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
- Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEFA)
- Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)
- Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)

La CNEA es poseedora del 20% del capital accionario de la sociedad.

**Actividades principales**

La actividad principal actual es la administración financiera de los proyectos de sus socios. Como Unidad de Vinculación Tecnológica aporta la estructura jurídica para facilitar la gestión, organización y gerenciamiento de proyectos en el marco de la "Ley Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica" (Ley N° 23.877) Sus actividades secundarias son:

- Impulsar proyectos de transferencia de tecnología, consultoría y capacitación para empresas e instituciones.
- Desarrollar relaciones de cooperación, asistencia e intercambio con organismos similares del país y del exterior.
- Contribuir a la creación de nuevas empresas.

**Actividades en 2009**

- Continuación del fortalecimiento del objetivo estratégico de apoyo y asistencia a las Pequeñas y Medianas Industrias (PyMEs), gestión de fideicomisos y asesoramiento técnico destinados al desarrollo de este tipo de empresas.
- Apoyo a operaciones de exportación de sus asociados.

- Gestión de subsidios nacionales e internacionales para grupos de investigación de las instituciones asociadas.

### FUNDACIÓN ESCUELA DE MEDICINA NUCLEAR

La Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) tiene como objetivo principal la realización de actividades científicas, docentes y asistenciales en materia de medicina nuclear y radiodiagnóstico en un marco de excelencia técnica y humana, contribuyendo a la mejor calidad de vida y a la preservación de la salud de la población.

Cuenta con recursos tecnológicos de primera línea y gracias a la formación diferencial de su recurso humano, la investigación y el desarrollo, se posiciona como una institución innovadora en el medio. La FUESMEN, ubicada en la ciudad de Mendoza, en la provincia homónima, surgió a partir de una iniciativa de la CNEA que puso en marcha en 1986 la creación de una escuela de postgrado en medicina nuclear y radioisótopos, iniciativa aprobada por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1741/86.

Esta iniciativa encontró amplia resonancia en la Universidad Nacional de Cuyo y en el Gobierno de la Provincia de Mendoza comprometiéndose las tres instituciones a llevar adelante el emprendimiento interinstitucional a través de un convenio celebrado el 21 de noviembre de 1990, quedando oficialmente inaugurado el 1° de junio de 1991, en un principio sin marco jurídico determinado, pero luego de un amplio debate científico, político y económico, definido con el perfil de Fundación.

Por Decreto Provincial N° 3602/91 fue aprobado su Estatuto Constitutivo, configurándose de esta manera la entidad sin fines de lucro denominada Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN).



Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) - Ciudad de Mendoza

### Actividades principales

Práctica de medicina de excelencia, brindando la posibilidad de acceder a servicios de vanguardia en el diagnóstico por imagen y el tratamiento a través de la medicina nuclear y desarrollo de actividades de investigación y docencia en ese campo.

### Actividades en 2009

Las más destacadas fueron:

- Implementación de nuevas técnicas en diagnóstico por imágenes a partir de la incorporación del tomógrafo multicorte 64 y el resonador magnético nuclear de 1.5T, que permiten espectroscopía, tractografía, técnicas de difusión y resonancia funcional, al igual que la angiografía coronaria, de otros vasos y partes del cuerpo.
- Implementación de la técnica de radioterapia de intensidad modulada.
- Concreción del llamado a licitación pública internacional para la adquisición de un equipo PET-CT con destino a la Escuela, por un monto de U\$S 1.190.000, resultando adjudicataria la empresa General Electric.
- Llamado a licitación pública internacional para la adquisición de un acelerador lineal para optimizar los tratamientos por técnicas de radioterapia de intensidad modulada y aplicar por primera vez en el país la técnica de radioterapia guiada por imágenes.
- Adquisición de 2 aceleradores lineales marca Siemens con destino uno a la Sede Central en Mendoza y el otro a la Delegación San Rafael, siendo este último el primero en el sur de la provincia.
- Finalización de la instalación y puesta en marcha del resonador magnético nuclear marca Philips, modelo Achieva 1.5T Nova.
- Finalización de las obras edilicias para la recepción de tecnología destinada a la síntesis de nuevos radiotrazadores, en el marco del proyecto de cooperación técnica ARG/2/012 con el Organismo Internacional de Energía Atómica "Producción y aplicación de nuevos trazadores de PET para la detección del cáncer", consistente en la incorporación de compuestos marcados con carbono-11 para el diagnóstico con tomografía por emisión de positrones.
- Formalización por Decreto del Poder Ejecutivo provincial N° 3.521 de un nuevo convenio para el tratamiento radiante de los pacientes oncológicos indigentes a cargo del estado provincial.
- Continuación de las residencias médicas Oncología Clínica y Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico.
- Activa gestión para la obtención de la certificación de un Sistema de Gestión de la Calidad, de acuerdo con los requisitos de las normas Internacional ISO 9001:2008, para el proceso de elaboración del radiofármaco FDG (Fluorodesoxiglucosa) destinado a la realización de estudios Pet, previéndose la primera auditoría externa por el IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) en el primer cuatrimestre de 2010.



FUESMEN - Tomógrafo por emisión de positrones (PET)

### Servicios asistenciales:

2009, al igual que años anteriores, mostró una tendencia creciente en la tarea asistencial, evidenciándose un incremento en la mayoría de los servicios, pero sin duda alguna ha sido el de mayor alcance en la

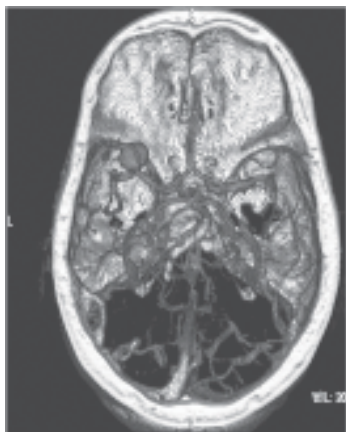
participación comunitaria en programas de comunicación y prevención de enfermedades oncológicas y cardiológicas. Un total de 84.220 pacientes fueron estudiados y/o tratados por la FUESMEN en 2009, en contraste con los 3.461 de 1992. La atención se prestó los 365 días del año durante las 24 horas.

La población a cargo del sector público, más específicamente del Ministerio de Salud de la Provincia de Mendoza, sin cobertura alguna y sin capacidad de pago, continuó recibiendo servicios en la alta complejidad por parte de la FUESMEN en toda la extensión territorial, así los 22 hospitales públicos y más de 300 centros de salud de esa provincia encontraron respuesta a sus necesidades asistenciales siendo estudiados, provenientes del Gran Mendoza, un total de 6.004 enfermos.

Los servicios que han mostrado mayor tendencia creciente fueron:

- Los servicios de Mamografía y Ginecología que experimentaron un incremento del 31% y del 15.13% respectivamente en el número de pacientes atendidos, pasando de 426 pacientes mensuales promedio en 2008 a 562 en el 2009 y de 51 estudios ginecológicos promedio a 59.
- El Servicio PET, que mostró un crecimiento del 19% en la cantidad promedio de pacientes atendidos mensualmente, pasando de 66 pacientes promedio mensuales en 2008 a 79 en 2009.
- El Servicio de Resonancia Magnética Nuclear, que creció un 6,84%, pasando de 1.681 estudios mensuales en 2008 a 1.796 en 2009.
- El Servicio de Radioterapia, que mostró un crecimiento del 17% en pacientes de inicio en promedio mensual, pasando de 67 pacientes en el 2008 a 79 pacientes en 2009.
- En el área de diagnóstico por imágenes, los estudios tomográficos crecieron en un 17,29%.

La Delegación de San Rafael acompañó con la misma tendencia en todos sus servicios respecto al año anterior: Cámara Gamma 11,76%, Densitometría 64.7%, llegando a atender 88 pacientes promedio mensuales. En octubre se comenzaron a realizar tomografías multicortes y resonancias de alto campo, al finalizar el año se habían hecho en promedio mensual 36 tomografías multicortes y 50 resonancias de alto campo. En 2009 la FUESMEN transfirió a la sociedad mendocina \$ 7.837.012,65 producto del beneficio monetario generado por la diferencia entre la facturación que debería haber cobrado a precios de mercado y los ingresos que realmente tuvo. Esta transferencia benefició a la sociedad en su conjunto, incluyendo al Gobierno de la Provincia de Mendoza tanto en tratamientos de radioterapias a través del Programa Oncológico Provincial como en diagnóstico por imágenes, considerando además que éste da una cobertura médica asistencial a aproximadamente 650.000 personas.



FUESMEN - Diagnóstico mediante PET

### Investigación

En 2009 la FUESMEN:

- Completó la ejecución del proyecto PICT “Fusión y análisis de imágenes multi-modales aplicados a diagnóstico y radioterapia oncológica”, en red con la Universidad Nacional de San Juan, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.
- Comenzó la ejecución del proyecto de cooperación técnica con el Organismo Internacional de Energía Atómica ARG06/010 “Desarrollo e implementación de un sistema de gestión de calidad para la tomografía por emisión de positrones y modalidades avanzadas de medicina nuclear”, adquiriéndose un equipo HPLC para el control de calidad del radiofármaco <sup>18</sup>F DG.
- Continuó la ejecución del proyecto de cooperación técnica con el Organismo Internacional de Energía Atómica ARG/2/012 “Producción y aplicación de nuevos trazadores de PET para la detección del cáncer”, consistente en la incorporación de nuevos trazadores basados en carbono-11, con la instalación de una celda blindada para el módulo de producción de fármacos en base a carbono-11 y la adquisición de dicho módulo.
- Participó en el proyecto de cooperación técnica regional en el marco del Acuerdo ARCAL RLA/6/065 “Fortalecimiento del aseguramiento de calidad en medicina nuclear”.
- Continuó la ejecución al proyecto PME 06 656 “Equipamiento de medición de radiaciones ionizantes y otros parámetros para dosimetría, optimización de uso y control de calidad en generadores y detectores de radiaciones ionizantes para aplicaciones médicas”, financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

### Actividades docentes

Ver Capítulo 5 - “Formación de recursos humanos de alta especialización” – “Fundación Escuela de Medicina Nuclear”.

### Objetivos futuros

- Instalación de los aceleradores lineales ya adquiridos y del que está en etapa de adquisición apto para técnicas de IMRT-IGRT, 2 destinados a la Sede Central en Mendoza y uno a la Delegación San Rafael.

- Modernización y complejización del Laboratorio de Radioquímica, poniendo a punto la técnica de marcación con carbono-11 de nuevos radiotrazadores para diagnóstico precoz y recidiva tumoral del cáncer de próstata entre otros.
- Remodelación del actual Servicio de Pet, con la finalidad de albergar al nuevo equipo PET-CT.
- En el marco de la Red Pet de la República Argentina (REPETA), continuar trabajando junto a la CNEA para transformar en proyectos viables la idea de montar centros de medicina nuclear en el Hospital de Ezeiza, provincia de Buenos Aires, y en la provincia de Entre Ríos.
- Elaboración de un proyecto tendiente a continuar la actualización tecnológica del servicio de Resonancia Magnética Nuclear con la adquisición de un resonador abierto y otro cerrado de 1.5 T.

## FUNDACIÓN CENTRO DE DIAGNÓSTICO NUCLEAR

A partir de 2003, la CNEA y la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) encararon un proyecto que significaba dotar al conglomerado del Gran Buenos Aires de un centro de última generación de diagnóstico por técnica de emisión de positrones (PET), de investigación y desarrollo, y de formación de recursos humanos en el área de producción de radiofármacos específicos de vida media corta, acordando para ello la creación de la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear. El 14 de diciembre de 2004, por Resolución I.G.J. N° 1583, la Inspección de Personas Jurídicas autorizó a funcionar con carácter de persona jurídica a dicha Fundación.

El Centro de Diagnóstico Nuclear cuenta con el siguiente equipamiento principal:

- Tomógrafo por emisión de positrones y tomógrafo computado helicoidal (PET-CT).
- Ciclotrón auto blindado para producción de radioisótopos.
- Laboratorio de Radiofarmacia que permite la elaboración en el lugar de los radiofármacos utilizados para contrastar los procesos metabólicos y su localización anatómica precisa.

Ese equipamiento confiere al Centro gran autonomía y un alto índice de productividad y con el se pueden realizar servicios asistenciales de alta complejidad y diagnosticar enfermedades oncológicas, cardiológicas y neurológicas. Las instalaciones permiten fomentar la docencia e investigación, así como la capacitación de recursos humanos especializados en la producción de radioisótopos y radiofármacos, el diagnóstico por imágenes y la medicina nuclear. Además, puede suministrar radiofármacos específicamente producidos para estudios especiales que así lo requieran, a otros centros de PET que operen en el conglomerado bonaerense.

## Actividades principales

Asistencia, docencia e investigación en las áreas de medicina nuclear y diagnóstico por imágenes.

## Actividades en 2009

- Realización de más de 1.500 estudios de PET/CT, con un crecimiento superior al 20% respecto al año 2008, de los cuales aproximadamente el 20% fueron derivados de hospitales y organismos públicos y accedieron a un arancel hospitalario o a un estudio gratuito en el marco de un protocolo de investigación clínica realizado conjuntamente con el Instituto de Oncología Ángel H. Roffo o con otras instituciones académicas. Este volumen de pacientes significó bonificaciones o transferencias al sector público por más de \$500.000. Además se aplicaron bonificaciones adicionales en otras situaciones de diversa índole por aproximadamente \$200.000.
- Producción de casi 200 curies del radiofármaco 18 FDG que fueron destinados a los pacientes propios, a otras instituciones de diagnóstico que cuentan con equipos PET e incluso a la FUESMEN en ocasión del mantenimiento del ciclotrón de esta última.
- Desarrollo de nuevos radiofármacos como el fluoruro de sodio, que constituye una excelente alternativa en la actual coyuntura de escasez mundial de molibdeno-99, habiéndose presentado el certificado de producto ante la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT).
- Producción por primera vez en Sudamérica de fluoro-acetato y puesta a punto de los controles de calidad de compuestos marcados con carbono-11.
- Cumplimiento de los requisitos y presentación ante la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) del protocolo multicéntrico de galio-68 auspiciado por el Organismo Internacional de Energía Atómica.
- Obtención de la certificación ISO 9001:2008 por el sistema de gestión de la calidad por el Instituto Nacional de Racionalización de Materiales (IRAM) y concreción de la primera auditoría del IRAM para certificar el sistema de gestión ambiental según la norma ISO 14001:2004.
- Aprobación por el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) de un proyecto por un monto de 7 millones de pesos para un nuevo equipo PET/CT y la ampliación de la variedad de radiofármacos que la Fundación produce.
- Creación de un medio de comunicación propio, "MejorSalud" que llega a 45 mil médicos a través de medios electrónicos y cuenta con un sitio propio en Internet.



Centro de Diagnóstico Nuclear  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires



Centro de Diagnóstico Nuclear  
Tomógrafo por Emisión de Positrones  
combinado con Tomógrafo Helicoidal  
(PET/CT)



Centro de Diagnóstico Nuclear  
Laboratorio de Radiofarmacia

- Renovación del convenio con la empresa General Electric para que la Fundación funcione como “showSite” de los productos de la empresa en el área de PET/CT y para la formación de médicos, técnicos, físicos y especialistas en radiofarmacia.
- Gestión ante la Autoridad Regulatoria Nuclear de las siguientes licencias, autorizaciones específicas, renovaciones y ampliaciones:
  - Licencias y autorizaciones específicas de personal para operación de ciclotrón, celdas, mantenimiento de celdas y oficiales de radioprotección de la instalación Ciclotrón – Laboratorio de Producción de Radiofármacos.
  - Efectivización del Plan de Reentrenamiento del personal.
  - Presentación del Informe Preliminar de Seguridad para la ampliación planificada en el sector de producción, con la incorporación de dos nuevas celdas blindadas.
  - Solicitud de ampliación de la licencia del servicio PET/CT para incluir compuestos con carbono-11.
- Ejecución de los siguientes protocolos de investigación clínica:
  - “PET/CT para cáncer de testículo: Valorar respuesta al tratamiento”, en conjunto con el Instituto de Oncología Ángel H. Roffo.
  - “Estudio de síndromes linfoproliferativos mediante PET/CT”, en conjunto con el Instituto de Oncología Ángel H. Roffo.
  - “Tratamiento concurrente del carcinoma de cuello uterino con CIGB300 de aplicación local”, en conjunto con el Instituto de Oncología Ángel H. Roffo, auspiciado por el Laboratorio ELEA.
  - “Tratamiento biointegral de la insuficiencia cardíaca mediante técnicas cardioquirúrgicas asociadas a terapia celular”, en colaboración con el Hospital Interzonal General de Agudos “Presidente Perón”.
- Apoyo a la realización de las XXV Jornadas de Oncología del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo.

#### Actividades docentes

Ver Capítulo 5 - “Formación de recursos humanos de alta especialización” – “Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear”.

### CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR DEL HOSPITAL DE CLÍNICAS

En 1958, por iniciativa conjunta de la CNEA y la Universidad de Buenos Aires, se creó en el Hospital de Clínicas dependiente de la Facultad de Medicina de esa Universidad, el Laboratorio de Radioisótopos, que en 1962 se transformó en Centro de Medicina Nuclear. En 1966 se firmó un convenio entre la Universidad de Buenos Aires y la CNEA para el funcionamiento del Centro. Un año más tarde, mediante un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se equipó totalmente al Centro con instrumental de última generación. A partir de esa fecha se convierte en un referente local e internacional de excelencia para la formación de recursos humanos en el tema, especialmente en el ámbito regional latinoamericano. En el año 1980 la CNEA incorporó un equipo de tomografía SPECT para la realización de gammagrafías tomográficas.

En 2008 se procedió a la adquisición de un equipo de tomografía computada por emisión de positrones y un tomógrafo computado helicoidal (equipo PET-CT), en el marco de un proyecto de actualización del instrumental del Centro financiado a través de un proyecto PAE de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica gestionado por la CNEA, iniciándose ese mismo año las obras de remodelación del Centro para su instalación y comenzándose la incorporación de personal profesional y técnico especializado. Este equipo permitirá estudios morfológicos y funcionales con radioisótopos tradicionales de bajo costo, al que se le adicionará la información anatómica de la tomografía computada helicoidal con la consiguiente mejora de las prestaciones, avances en líneas de investigación y optimización de la tarea docente.

El personal profesional y técnico del Centro es en su mayoría de la CNEA, al igual que el equipamiento. En el Centro se atiende habitualmente un promedio de 200 pacientes mensuales.

#### Actividades principales

Asistencia, docencia e investigación en las áreas de medicina nuclear y diagnóstico por imágenes.

#### Actividades en 2009

En 2009, la actividad del Centro estuvo en gran medida paralizada en razón de la realización de las referidas obras de remodelación para la instalación del equipo SPECT-CT. Pese a ello caben destacarse que:

- En cuanto a la atención de pacientes:
  - Continuación del control y seguimiento de los tratamientos de aquellos afectados por enfermedad de la glándula tiroidea.

- En lo que hace al Laboratorio de Radiofarmacia:
  - Elaboración de un Sistema de Gestión de Calidad para el Laboratorio.
  - Ensayo de la cuantificación de ligandos conjugados a proteínas por espectrofotometría ultravioleta en marcación indirecta con  $^{99m}\text{Tc}$ .

### CENTRO ONCOLÓGICO DE MEDICINA NUCLEAR DEL INSTITUTO DE ONCOLOGÍA ÁNGEL H. ROFFO

El Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto de Oncología “Ángel H. Roffo”, que funciona de manera ininterrumpida desde 1976 en las instalaciones de ese Instituto, fue creado como resultado de un Convenio de Asistencia Técnica entre la CNEA y la Universidad de Buenos Aires firmado el 24 de febrero de 1976, con el objetivo de desarrollar una acción coordinada y conjunta en el campo de la aplicación de radioisótopos en oncología.

El Centro trabaja en forma interdisciplinaria con el resto de las especialidades médicas del citado Instituto, y con los sectores de radioisótopos y de radiaciones de la CNEA en el desarrollo de nuevos radiofármacos para aplicación en oncología, tanto para usos diagnósticos como terapéuticos.

#### Actividades principales

La investigación, la docencia y la asistencia en el campo de la medicina nuclear y la física médica aplicadas a la oncología.

#### Actividades en 2009

En 2009 se logró, con el apoyo de la CNEA, una importante incorporación de equipamiento:

- Un sistema nuclear detector de ganglio centinela para uso quirúrgico Modelo DGC II.
- “Software” de dosimetría interna OLINDA/EXM para estudios de investigación de nuevos radiofármacos.
- Equipo de computación para uso en tareas de investigación en el Centro.

Además se procedió a la incorporación de una bioingeniera al Grupo de Física Médica y de una técnica en medicina nuclear.

#### Actividades asistenciales:

Se atendieron 3.097 pacientes (97% con fines diagnósticos y 3% con fines terapéuticos), de los cuales el 62% no contaba con cobertura médica. De ese grupo, 269 pacientes abonaron los estudios con un arancel hospitalario, 600 lo hicieron mediante un bono hospitalario y para el resto (1.052 pacientes) fueron totalmente gratuitos. De los restantes (38%), se hicieron cargo las respectivas obras sociales o empresas de medicina prepaga.

#### Actividades de investigación:

Se presentaron en los siguientes Congresos los trabajos que se indican:

- En la XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear celebrada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires:
  - “Cálculo de radioprotección destinado al personal de internación al cuidado de pacientes en tratamiento con yodo-131”.
  - “Contribución de las técnicas radioisotópicas en la identificación del ganglio centinela en el cáncer de mama”.
- En el “Congreso de Cirugía de Cabeza y Cuello” celebrado en la ciudad de Mendoza:
  - “Utilidad de la tomografía por emisión de positrones en el seguimiento del cáncer diferenciado de tiroides”, que resultó premiado.
- En la “I° Jornada de Enfermería del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo” organizada por el Servicio de Enfermería del mismo.
  - “Protocolo de radioprotección destinado al personal de internación al cuidado de pacientes en tratamiento con yodo-131”.
- En las “Jornadas de Oncología del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo”:
  - “Tomografía por emisión de positrones y detección de ganglio centinela en cáncer de mama”, que resultó premiado.

#### Actividades docentes

Ver Capítulo 5 - “Formación de recursos humanos de alta especialización” – “Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo”.

## SERVICIO DE RADIOTERAPIA DEL INSTITUTO DE ONCOLOGÍA ÁNGEL H. ROFFO

El Instituto de Oncología Ángel H. Roffo cuenta con un Servicio de Radioterapia que dispone de un equipo de cobaltoterapia, un acelerador lineal de electrones con haces de fotones de 6 MV y 15 MV y haces de electrones con varios niveles de energía, y braquiterapia con alta y baja tasa de dosis. A ese Servicio ingresan más de 1.000 pacientes nuevos por año.

La CNEA participa en él a través de su sector especializado en Física de la Radioterapia, en todas las actividades vinculadas a la planificación de tratamientos, calibración y control del equipamiento y garantía de calidad del tratamiento. Además, contribuye con instrumental dosimétrico tal como electrómetros y cámaras de ionización, así como con análisis densitométrico de películas radiográficas.

También dicta en el mismo desde 2002 los cursos “Dosimetría en Radioterapia” (al cual asisten entre 15 y 30 alumnos) y el curso “Física de la Radioterapia” (cupó limitado a 10 alumnos por año) con el patrocinio académico del Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson, para la formación de médicos radioterapeutas, físicos en radioterapia y técnicos dosimetristas, cuyos contenidos son requeridos por la Autoridad Regulatoria Nuclear para la obtención de licencias habilitantes en las distintas ramas de la radioterapia.

### Actividad principal

Asistencia en terapia radiante

### Actividades en 2009

#### Actividades asistenciales

Sobre 2.500 pacientes ingresados se realizaron 400 planificaciones con “software” de planificación tridimensional conformadas para acelerador lineal (con fotones y electrones) y 100 planificaciones bidimensionales para acelerador lineal y telecobaltoterapia, de las cuales el grupo de la CNEA realizó 300 planificaciones tridimensionales y las 100 planificaciones bidimensionales. Además se realizaron 1.040 aplicaciones radiantes con el equipo de alta tasa de dosis para braquiterapia, de las cuales 600 fueron realizadas por el grupo de la CNEA, incluyendo los controles dosimétricos en el equipo. También se efectuaron aplicaciones de braquiterapia de baja tasa de dosis con semillas radiactivas para las cuales se realizaron 15 planificaciones en total, 7 de las cuales realizadas por el grupo de la CNEA. Se efectuaron así mismo, cálculos de planificaciones convencionales, controles y revisiones de cálculos de planificaciones. Por otra parte, se realizaron los controles periódicos y calibraciones completas en las unidades de telecobaltoterapia, acelerador lineal y simulador del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo, y las calibraciones absolutas de una unidad de telecobaltoterapia y un equipo de radioterapia convencional en el Hospital Municipal de Oncología María Curie.

#### Actividades de investigación:

Se presentaron en los siguientes Congresos los trabajos que se indican:

- En la XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear celebrada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires:
  - “Braquiterapia con alta tasa de dosis.”
- En el “2do Congreso de Radioquimioterapia y Braquiterapia y 5ta Jornada de Física Médica”, celebrado en la ciudad de Córdoba:
  - “Protección Radiológica del paciente en tratamientos con BNCT”.

#### Actividades docentes

En 2009 se dictaron los cursos ya citados:

- “Dosimetría en Radioterapia”, al cual asistieron 12 médicos, 11 técnicos y 5 físicos (aprobandos 25 de 28 alumnos).
- “Física de la Radioterapia” al cual asistieron 5 físicos.

Además se ejerció la dirección del primer curso de “Dosimetría en radioterapia” dictado en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, al cual asistieron 12 alumnos, y se colaboró en el dictado de clases en la materia radioterapia de la carrera para Técnicos Radiólogos de la Universidad de Buenos Aires.

También se participó en el “55º Congreso de Diagnóstico y Terapia Radiante” organizado por la Sociedad Argentina de Radiología (SAR) en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en el cual se dictó la conferencia “Probabilidad de complicaciones en tejidos normales (NTCP) y probabilidad de control tumoral (TCP)”.

Presidencia de la Nación

Ministerio de Planificación Federal,  
Inversión Pública y Servicios

Secretaría de Energía



Comisión Nacional de Energía Atómica

Av. del Libertador 8250  
C1429BNP – C. A. de Buenos Aires  
República Argentina  
Tel: +54 (11) 4704-1000  
[www.cnea.gov.ar](http://www.cnea.gov.ar)