



# MEMORIA Y BALANCE 2018

Comisión Nacional de Energía Atómica

# 18



Comisión Nacional  
de Energía Atómica

**Fotografía de tapa:** Central Nuclear Argentina CAREM

**Coordinador General:** Investigador Consulto Roberto Mario Ornstein

**Diseño de tapa:** División Diseño de Contenidos del Departamento de Prensa de la Gerencia de Comunicación Social de la CNEA

**Impresión:** VCRE Gráfica S.A.

## PRESENTACIÓN

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) fue creada el 31 de mayo de 1950 por Decreto N° 10.936 del Poder Ejecutivo Nacional. Es un organismo autárquico dependiente de la Subsecretaría de Energía Nuclear de la Secretaría de Gobierno de Energía cuyas competencias, obligaciones y facultades están establecidas en la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley No 24.084) y la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley No 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 este contexto legal, sus funciones son:

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

En base a estas competencias, obligaciones y facultades establecidas por la legislación vigente, la CNEA elaboró el Plan Estratégico de CNEA 2010-2019 a fin de orientar la ejecución de sus actividades adecuadamente priorizadas y contar con un marco de referencia para la ejecución de las mismas y el empleo de los recursos económicos que se le asignen y de los humanos de que disponga.

Como todo plan de esta naturaleza, el Plan Estratégico de CNEA es dinámico y demanda revisiones y ajustes periódicos en función del nivel de logro de los objetivos que se alcancen y de las eventuales variantes que, en el contexto político, económico-financiero y tecnológico puedan producirse durante su vigencia. La primera actualización se realizó en los años 2014 y 2015, poniéndose en vigencia en este último el Plan Estratégico de CNEA 2015-2025.

El Plan Estratégico establece para cada tema de competencia de la CNEA los objetivos estratégicos institucionales a alcanzar y los principales proyectos a desarrollar en procura de aquellos y, correspondientemente, los objetivos estratégicos para cada una de sus áreas temáticas técnicas y los objetivos generales para las de apoyo, así como los respectivos objetivos específicos para todas ellas. En línea con lo establecido en el mencionado Plan Estratégico, durante el 2018 se encararon actividades y 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. De este modo se ha continuado demostrando la capacidad de la Argentina de ser protagonista en las múltiples aplicaciones de la energía nuclear y que cuenta, en forma creciente, con las capacidades necesarias para consolidar su presencia en esta esfera vital del conocimiento.

La presente Memoria da cuenta de las actividades y los logros alcanzados por cada sector de esta Comisión Nacional de Energía Atómica en base a sus respectivos objetivos estratégicos y específicos. El Capítulo 1 enumera los objetivos estratégicos institucionales y los grandes proyectos nucleares, los capítulos 2 a 7 tratan los logros y actividades basados en los objetivos estratégicos y específicos de las áreas temáticas técnicas de la CNEA, mientras que los capítulos 7 a 13, los correspondientes a los objetivos generales y específicos de las áreas temáticas de apoyo.

## **AUTORIDADES NACIONALES**

*Presidente de la Nación*  
*Ingeniero Mauricio MACRI*

*Ministro de Energía y Minería*  
*Doctor Nicolás Dujovne*

*Secretario de Gobierno de Energía*  
*Licenciado Gustavo Sebastián LOPETEGUI*

*Subsecretario de Energía Nuclear*  
*Licenciado Julián GADANO*

## **AUTORIDADES INSTITUCIONALES**

*Presidente*  
*Licenciado Osvaldo CALZETTA LARRIEU*

*Vicepresidente*  
*Doctor Alberto LAMAGNA*

*Gerente General*  
*Ingeniero Enrique CINAT*

1	<b>Presentación, autoridades, índice y abreviaturas</b>
5	<b>CAPITULO 1</b> <b>Objetivos estratégicos Institucionales y Grandes Proyectos Nucleares</b>
9	<b>CAPITULO 2</b> <b>Ciclo de combustible</b>
23	<b>CAPÍTULO 3</b> <b>Reactores nucleares</b>
37	<b>CAPITULO 4</b> <b>Aplicaciones de la tecnología nuclear</b>
67	<b>CAPITULO 5</b> <b>Investigación y desarrollo</b>
105	<b>CAPITULO 6</b> <b>Seguridad nuclear y ambiente</b>
117	<b>CAPITULO 7</b> <b>Asistencia y transferencia de tecnología</b>
127	<b>CAPITULO 8</b> <b>Planificación</b>
133	<b>CAPITULO 9</b> <b>Relaciones institucionales y comunicación social</b>
153	<b>CAPITULO 10</b> <b>Recursos humanos y su capacitación</b>
167	<b>CAPITULO 11</b> <b>Infraestructura, informática y comunicaciones</b>
175	<b>CAPITULO 12</b> <b>Gestión legal, financiera y técnico-administrativa</b>
183	<b>CAPITULO 13</b> <b>Empresas asociadas y vinculadas a la CNEA</b>

## **A B R E V I A T U R A S**

*Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe: ARCAL*  
*Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica: ANMAT*  
*Agencia Nacional de Proyectos de Ciencia y Tecnología: ANPCyT*  
*Asociación Argentina de Tecnología Nuclear: AATN*  
*Autoridad Regulatoria Nuclear: ARN*  
*Central Nuclear Atucha I: CNA I o Atucha I*  
*Central Nuclear Atucha II: CNA II o Atucha II*  
*Central Nuclear Embalse: CNE o Embalse*  
*Centro Atómico Bariloche: CAB*  
*Centro Atómico Constituyentes: CAC*  
*Centro Atómico Ezeiza: CAE*  
*Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CABA*  
*Complejo Tecnológico Pilcaniyeu: CTP*  
*Combustibles Nucleares Argentinos S.A: CONUAR*  
*Comisión Nacional de Actividades Especiales: CNAE*  
*Comisión Nacional de Energía Atómica: CNEA*  
*Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria: CONEAU*  
*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas: CONICET*  
*Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S.E: ENSI*  
*Fábrica Aleaciones Especiales S.A: FAE*  
*Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear: FCDN*  
*Fundación Escuela de Medicina Nuclear: FUESMEN*  
*Hospital de Clínicas General San Martín: Hospital de Clínicas*  
*Instituto Argentino de Normalización y Certificación: IRAM*  
*Instituto de Oncología José H. Roffo: Instituto Roffo*  
*Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson: Instituto Beninson*  
*Instituto de Tecnología Profesor Jorge Sabato: Instituto Sabato*  
*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: INTA*  
*Instituto Nacional de Tecnología Industrial: INTI*  
*Nucleoeléctrica Argentina S.A: NA-SA*  
*Organismo Argentino de Acreditación: OAA*  
*Organismo Internacional de Energía Atómica: OIEA*  
*Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos: PNGRR*  
*Plan Nacional de Medicina Nuclear: PNMN*  
*Proyecto Laboratorio Argentino de Uso de Haces de Neutrones del Reactor RA-10: Proyecto LAHN*  
*Proyecto Laboratorio Argentino para Separación Isotópica para Enriquecimiento por Láser: Proyecto LASIE*  
*Proyecto Restitución Ambiental de la Minería del Uranio: PRAMU*  
*Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva:*  
*Servicio Geológico Minero Argentino: SEGEMAR*  
*Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria: SENASA*  
*Terapia por Captura Neutrónica en Boro: BNCT*  
*Universidad de Buenos Aires: UBA*  
*Universidad Nacional de Córdoba: UNC*  
*Universidad Nacional de Cuyo: UNCuyo*  
*Universidad Nacional de La Plata: UNLP*  
*Universidad Nacional de Rosario: UNR*  
*Universidad Nacional de San Martín: UNSAM*  
*Universidad Nacional del Litoral: UNL*  
*Universidad Tecnológica Nacional: UTN*

---

## CAPÍTULO I

# OBJETIVOS ESTRATÉGICOS INSTITUCIONALES Y GRANDES PROYECTOS NUCLEARES

*Objetivos Estratégicos Institucionales*

*Grandes Proyectos Nucleares*



## Objetivos Estratégicos Institucionales

Teniendo en cuentas las funciones establecidas por la legislación vigente y las nuevas exigencias técnicas producto de la reactivación de la actividad nuclear, la CNEA elaboró el Plan Estratégico de CNEA 2010-2019 a fin de orientar la ejecución de sus actividades adecuadamente priorizadas y contar con un marco de referencia para la ejecución de las mismas y el empleo de los recursos económicos que se le asignen y de los humanos de que disponga. Como todo plan de esta naturaleza, el Plan Estratégico de CNEA es dinámico y demanda revisiones y ajustes periódicos en función del nivel de logro de los objetivos que se alcancen y de las eventuales variantes que, en el contexto político, económico-financiero y tecnológico, puedan producirse durante su vigencia. La primera actualización se realizó en los años 2014 y 2015, poniéndose en vigencia en este último el Plan Estratégico de CNEA 2015-2025.

El Plan Estratégico de CNEA 2015-2025 asume como misión de la Institución:

“Asesorar al Poder Ejecutivo en la definición de la política nuclear, llevar a cabo investigaciones y desarrollos tecnológicos, ingeniería y servicios en el área, dentro del marco de los usos pacíficos de la energía nuclear”.

Asimismo, establece como visión para la Institución:

“Consolidar la posición de CNEA como organismo de referencia del desarrollo nuclear argentino, siendo la entidad sobre la que se respalde toda la actividad nuclear del país, y fortalecer la posición de Argentina en el mundo como líder en los usos pacíficos de la energía nuclear”.

Además, parte de la premisa de que todas las actividades deben desarrollarse enmarcadas en los usos pacíficos de la energía nuclear, en forma planificada, siguiendo los lineamientos fijados por las políticas de calidad y ambiente de la Institución, de acuerdo a las normativas de seguridad y protección radiológica establecidas por la Autoridad Regulatoria Nuclear y cumpliendo con toda la legislación vigente y con los compromisos internacionales asumidos por el país.

El Plan Estratégico establece, para cada tema de competencia de la CNEA, los objetivos estratégicos a alcanzar y los proyectos a desarrollar en procura de ellos, así como los objetivos estratégicos para los grandes proyectos nucleares.

## Exploración y producción de uranio

**Objetivo Estratégico I:** Incrementar las reservas de uranio en el país y asegurar la provisión de concentrado de uranio con producción de mineral nacional para cubrir los requerimientos de los reactores de potencia e investigación existentes y a construir.

**Proyectos principales:**

- Reactivar la extracción de mineral de uranio en el Yacimiento Sierra Pintada (San Rafael – Mendoza) y la producción de concentrado de uranio.
- Gestionar los residuos en disposición transitoria en el Complejo Minero Fabril San Rafael.
- Poner en producción al Yacimiento Cerro Solo.
- Cumplimentar la exploración en los cuatro yacimientos que acompañan a Cerro Solo en el Distrito Uranífero Pichiñán.
- Continuar con la exploración detallada en los prospectos uraníferos de Alipan I, La Rioja y Mina Franca, Catamarca.
- Avanzar en la prospección y exploración en las 32 áreas de cateo concedidas a CNEA en Salta, Catamarca, La Rioja, Mendoza, Río Negro, Neuquén, Chubut y Santa Cruz.

## Combustibles nucleares

**Objetivo Estratégico I:** Fortalecer e intensificar la capacidad de investigación y desarrollo de los elementos combustibles para futuras centrales nucleares de potencia y futuros reactores experimentales y de producción de radioisótopos.

**Objetivo Estratégico 2:** Ser el soporte tecnológico y de ingeniería para la fabricación de elementos combustibles de reactores nucleares.

**Objetivo Estratégico 3:** Garantizar el suministro al país, y eventual exportación, de elementos combustibles para los reactores experimentales y de blancos de irradiación para la producción de radioisótopos.

**Proyectos principales:**

- Desarrollo del Proyecto de una Planta Industrial para Elementos Combustibles de Reactores de Investigación.
- Desarrollo de combustibles para reactores de agua presurizada tipo PWR.

## Enriquecimiento de uranio

**Objetivo Estratégico I:** Consolidar la tecnología de difusión gaseosa y continuar desarrollando otras tecnologías de enriquecimiento, afianzando la posición internacional del país y logrando la independencia en la definición de estrategias.

**Objetivo Estratégico 2:** Posicionar a Argentina como proveedora de servicios de enriquecimiento, observando los compromisos de no proliferación asumidos por la República.

**Objetivo Estratégico 3:** Definir la tecnología de enriquecimiento de uranio y las características principales para una planta de producción a escala industrial.

**Proyectos principales:**

- Mantener las capacidades de la planta de enriquecimiento del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.
- Desarrollo de tecnologías de enriquecimiento de uranio por láser y ultra centrifugación.

## Centrales nucleares

**Objetivo Estratégico I:** Asesorar al P.E.N. en lo referente a la expansión de la generación nucleoelectrónica en Argentina, analizando las tecnologías existentes y los desarrollos futuros de centrales nucleares y sus ciclos



Sierra Cuadrada - Afloramientos uraníferos en Salamanca Provincia del Chubut



Elemento combustible tipo CANDU para la Central Nuclear Embalse

de combustible, procurando continuo avance en los diseños y tecnologías nacionales y generando líneas de investigación y desarrollo asociadas.

**Objetivo Estratégico 2:** Consolidar la autonomía tecnológica de CNEA en el campo de los reactores nucleares de potencia, posicionándose como la organización de soporte tecnológico de las centrales nucleares instaladas en el país y contribuyendo a la sustentabilidad de la operación durante todo su ciclo de vida.

**Objetivo Estratégico 3:** Posicionar a Argentina en la vanguardia del diseño de reactores nucleares de potencia innovativos, construyendo y poniendo en marcha el prototipo de diseño nacional de la central nuclear CAREM 25.

**Objetivo Estratégico 4:** Consolidar el diseño de centrales nucleares de mediana y baja potencia para el mercado nacional e internacional, desarrollando la ingeniería de nuevos módulos basados en el concepto CAREM.

**Proyectos principales:**

- Contribuir al programa de prolongación de la vida útil de la Central Nuclear Embalse y los programas de vigilancia de las centrales nucleares en general.
- Participar como socio estratégico en la construcción y puesta en marcha de la Central Nuclear Atucha III.
- Realizar las evaluaciones técnicas de las alternativas referentes a futuras centrales nucleares.
- Participar en foros internacionales vinculados con las centrales nucleares del futuro.



Proyecto Central Nuclear argentina CAREM - Recipiente de presión

**Gestión de combustibles gastados y residuos radiactivos**

**Objetivo estratégico 1:** Continuar con el cumplimiento de las obligaciones asumidas en relación con la gestión segura de los combustibles gastados y de los residuos radiactivos derivados exclusivamente de la actividad nuclear y sus aplicaciones efectuadas en el territorio de la Nación Argentina, a través del Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos en forma sostenible.

**Proyectos principales:**

- Mejora de las instalaciones existentes en el Área de Gestión Ezeiza.
- Mantener en forma segura los combustibles gastados de reactores experimentales y producción de radioisótopos.
- Diseño de los futuros repositorios.

**Aplicaciones de la tecnología nuclear a la salud**

**Objetivo Estratégico 1:** Contribuir a la mejora de la salud pública actuando CNEA como referente en investigación, desarrollo e innovación en la producción de radioisótopos y radiofármacos, medicina nuclear y radioterapia, aportando a las actividades asistenciales mediante la promoción y el uso de nuevas tecnologías sobre medicina nuclear y radioterapia.

**Objetivo Estratégico 2:** Proveer radioisótopos y radiofármacos al sistema de salud nacional y fortalecer el rol exportador de CNEA de productos y tecnologías asociadas.

**Objetivo Estratégico 3:** Crear, gestionar y actualizar centros de medicina nuclear y radioterapia de alta complejidad distribuidos en el país e integrados en una red nacional, que permitan poner al alcance de la población tecnologías de última generación para el diagnóstico, tratamiento y prevención de diversas enfermedades.

**Proyectos principales:**

- Plan Nacional de Medicina Nuclear (PNMN).
- Reequipamiento de los Centros de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas e Instituto de Oncología Ángel Roffo.
- Proyecto de Terapia por Captura Neutrónica en Boro.
- Desarrollo de nuevos radioisótopos y radiofármacos.
- Aceleradores para terapia del cáncer.



Tomógrafo por Emisión de Positrones combinado con Tomógrafo Helicoidal (SPET/CT) - Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas Gral. San Martín - Buenos Aires

**Reactores experimentales y de producción de radioisótopos**

**Objetivo Estratégico 1:** Fortalecer y mejorar el diseño, operación y utilización de los reactores experimentales y de producción de radioisótopos existentes en el país, ampliando el servicio de irradiación para la producción, las aplicaciones en investigación y desarrollo, la formación de los recursos humanos y la provisión de servicios.

**Objetivo Estratégico 2:** Fortalecer y desarrollar capacidades de gestión y licenciamiento asociadas al diseño, construcción y utilización de reactores experimentales, consolidando a la Argentina como líder mundial en el tema.

**Objetivo Estratégico 3:** Diseñar, construir y poner en marcha el reactor experimental y de producción de radioisótopos RA-10, a fin asegurar el suministro local de radioisótopos, contribuir a satisfacer la demanda internacional y fortalecer las capacidades de investigación y desarrollo del país.

**Proyectos principales:**

- Nuevo reactor de investigación y producción multipropósito RA-10.
- Ampliación de las capacidades de producción de radioisótopos.
- Nueva Planta de Fisión.



Reactor de investigación y docencia RA-6 Centro Atómico Bariloche

**Aplicaciones de la tecnología nuclear a la industria y el agro**

**Objetivo Estratégico 1:** Contribuir al desarrollo sustentable agropecuario e industrial en el ámbito nacional; generando, adaptando y transfiriendo tecnologías nucleares y asociadas que incrementen la competitividad y la productividad de los diversos sectores involucrados.

**Objetivo Estratégico 2:** Mantener y acrecentar las capacidades de competencia de CNEA en el campo de la metrología de radioisótopos y de la dosimetría de las radiaciones ionizantes siendo éste el organismo de referencia nacional.

**Proyecto principal:** Planta de Irradiación por Aceleración de Electrones (PIPAE).



Planta de Irradiación Semi Industrial Centro Atómico Ezeiza Provincia de Buenos Aires



Lineas de investigación del acelerador TANDAR - Centro Atómico Constituyentes Provincia de Buenos Aires



Instituto Balseiro - San Carlos de Bariloche - Provincia de Río Negro



Proyecto CAREM  
Cimientos del edificio del reactor



Reactor de investigación multipropósito RA-10 (en construcción) - Instalación de la pileta - Centro Atómico Ezeiza Provincia de Buenos Aires

## Investigación y desarrollo

**Objetivo Estratégico 1:** Fortalecer y acrecentar la investigación y desarrollo en ciencias básicas y aplicadas para contribuir a resolver los desafíos del sector nuclear.

**Objetivo estratégico 2:** Consolidar a CNEA como centro referencia nacional e internacional en investigación básica, aplicada y tecnología del área nuclear.

## Innovación tecnológica y transferencia de tecnología

**Objetivo Estratégico 1:** Posibilitar la transferencia al sector privado de los conocimientos y desarrollos generados en CNEA como consecuencia de los proyectos nucleares.

## Las personas, sus conocimientos y su formación académica

**Objetivo Estratégico 1:** Efectuar una gestión estratégica de los recursos humanos que contemple la planificación, el desarrollo y la retención del capital humano.

**Objetivo Estratégico 2:** Asegurar el desarrollo, la preservación y la transferencia de conocimientos y experiencias, contribuyendo a la sostenibilidad de la actividad nuclear.

**Objetivo Estratégico 3:** Afianzar las actividades de educación y capacitación de los institutos académicos y otros centros de formación de CNEA, atendiendo a las necesidades y prioridades para el desarrollo de la actividad nuclear.

## Relaciones con la comunidad

**Objetivo Estratégico 1:** Instalar a CNEA en la sociedad argentina como órgano emisor y consultor de información confiable con respecto a la ciencia y la tecnología nuclear, a través de una estructura de comunicación eficaz y eficiente.

**Objetivo Estratégico 2:** Brindar a la sociedad los elementos de juicio necesarios sobre la actividad nuclear, destacando su permanente contribución al bienestar y desarrollo del país mediante una política de transparencia y puertas abiertas.

## Relaciones nacionales e internacionales

**Objetivo estratégico 1:** Optimizar la vinculación institucional en los niveles nacional, provincial y municipal.

**Objetivo estratégico 2:** Promover y defender los intereses nacionales del sector nuclear ante los foros internacionales.

**Objetivo estratégico 3:** Establecer asociaciones estratégicas a nivel internacional fortaleciendo la posición de Argentina como referente en los usos pacíficos de la energía nuclear.

## Grandes Proyectos Nucleares

### Central nuclear argentina CAREM

**Objetivo Estratégico 1:** Fortalecer y generar capacidades de gestión y técnicas para concretar proyectos de reactores de baja y mediana potencia.

**Objetivo Específico 1.1:** Generar y consolidar un grupo de trabajo con capacidad de gestión de proyectos nucleares complejos.

**Objetivo Específico 1.2:** Generar nuevos grupos de ingeniería y consolidar los existentes para desarrollar el proyecto en tiempo y forma.

**Objetivo Específico 1.3:** Generar y consolidar grupos de inspección y control de obra para concretar el proyecto.

**Objetivo Estratégico 2:** Consolidar el diseño de pequeñas y medianas centrales nucleares y asegurar la construcción, puesta en marcha, licenciamiento y operación de los prototipos.

**Objetivo Específico 2.1:** Concluir el prototipo de la central CAREM25 y verificar la tecnología.

**Objetivo Específico 2.2:** Consolidar la ingeniería en módulos de mayor potencia del concepto CAREM, principalmente para su desarrollo planeado en la provincia de Formosa.

**Objetivo Estratégico 3:** Contribuir al desarrollo tecnológico de la industria nacional para la actividad nuclear, mediante asistencia tecnológica y desarrollo de proveedores.

### Reactor nuclear argentino multipropósito RA-10

**Objetivo Estratégico 1:** Incrementar la producción de radioisótopos para asegurar el abastecimiento a nivel nacional y contribuir a las necesidades futuras de la región y potencialmente al mercado mundial.

**Objetivo Específico 1.1:** Contar con una instalación operable, ajustada a los requerimientos de diseño en el tiempo y con los costos previstos.

**Objetivo Específico 1.2:** Generar y consolidar un plantel de operación calificado y los grupos técnicos para respaldar el funcionamiento y la seguridad de la instalación.

**Objetivo Específico 1.3:** Contar con grupos de trabajo desarrollados e instalaciones adecuadas asociados a las aplicaciones previstas.

**Objetivo Específico 1.4:** Concretar el proyecto contando con todas las capacidades disponibles en la Institución promoviendo la articulación orgánica entre todos los sectores involucrados.

**Objetivo Específico 1.5:** Desarrollar nuevas capacidades en áreas de vacancia, fortaleciendo los grupos de trabajo para incrementar su potencial a fin de contribuir a nuevos proyectos, como parte de una nueva cultura organizacional.

**Objetivo Estratégico 2:** Consolidar las capacidades relacionadas con la producción de combustible nuclear proveyendo instalaciones para la irradiación de materiales y combustibles.

**Objetivo Estratégico 3:** Ofrecer al sistema científico y tecnológico nuevas capacidades básicas en técnicas neutrónicas.

## **CICLO DE COMBUSTIBLE**

### **Área temática Exploración de materias primas**

- Investigación de la favorabilidad geológica–uranífera del territorio nacional.
- Desarrollo de prospectos uraníferos.
- Exploración de recursos uraníferos.

### **Área temática Producción de materias primas**

### **Área temática Restitución ambiental de la minería del uranio**

### **Área temática Combustibles nucleares**

- Desarrollo de combustibles para reactores de potencia:
- Desarrollo de combustibles para reactores de investigación
- Estudio de combustibles gastados y recuperación de materiales nucleares

### **Área temática Enriquecimiento de uranio**

- Enriquecimiento por difusión gaseosa
- Enriquecimiento por láser
- Enriquecimiento por centrifugación

## CICLO DE COMBUSTIBLE

### Área Temática Exploración de Materias Primas

**Misión:** “Efectuar la prospección, exploración y evaluación de recursos minerales de uso nuclear”.

**Objetivo Estratégico 1:** Incrementar los Recursos Razonablemente Asegurados que garanticen el abastecimiento de uranio nacional para las centrales nucleares en operación, construcción y planificadas. **Objetivo específico 1.1:** Realizar los proyectos de exploración-evaluación en los yacimientos de uranio hasta completar la etapa de prefactibilidad.

**Objetivo específico 1.2:** Cuantificar los Recursos Razonablemente Asegurados.

**Objetivo Estratégico 2:** Incrementar los Recursos Inferidos en las áreas de exploración.

**Objetivo específico 2.1:** Realizar programas de exploración en las áreas favorables tendientes a definir nuevos Recursos Inferidos.

**Objetivo específico 2.2:** Dar cumplimiento a lo previsto en el Artículo 217 del Código de Minería en el desarrollo de áreas mineras.

**Objetivo específico 2.3:** Cuantificar los Recursos Inferidos de los depósitos minerales en exploración.

**Objetivo Estratégico 3:** Incrementar el conocimiento sobre el potencial geológico del país y definir áreas de prospección de minerales de interés nuclear.

**Objetivo específico 3.1:** Generar mapas geológicos de favorabilidad uranífera para delimitar nuevas áreas de cateo.

**Objetivo específico 3.2:** Prospeccionar y explorar áreas de cateo.

**Objetivo específico 3.3:** Estimar los Recursos Uraníferos Especulativos y Pronosticados.

**Objetivo específico 3.3:** Generar un registro de las ocurrencias de torio en el país.

**Objetivo Estratégico 3:** Establecer un sistema de comunicación transparente y participativo con la comunidad en concordancia con la política de comunicación de CNEA.

Las actividades desarrolladas en la CNEA en 2018 con el objeto de asegurar los recursos de uranio necesarios para cubrir los requerimientos nacionales en un marco de desarrollo sustentable fueron las siguientes:

- Investigación de la favorabilidad geológica–uranífera del Territorio Nacional.
- Desarrollo de prospectos uraníferos.
- Exploración de recursos uraníferos.
- Preservación del ambiente.
- Relaciones con la comunidad.
- Cooperación técnica

### Investigación de la favorabilidad geológica–uranífera del Territorio Nacional

El objetivo es lograr un mayor conocimiento de los recursos uraníferos potenciales del país y encontrar las áreas geológicamente favorables para la concentración de los minerales de interés. La tarea descrita se desarrolla aplicando la metodología de “Sistemas Minerales”, la cual consiste en el procesamiento de las distintas capas de información dentro de un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG), para la generación de mapas temáticos, con el objetivo de obtener resultados visibles de manera clara y simple. Conforme al conocimiento actual de la geología del país, se pueden considerar cinco Sistemas Minerales: 1) Uranio en rocas sedimentarias, 2) Uranio en rocas intrusivas, 3) Uranio superficial, 4) Uranio en rocas volcánicas, y 5) Uranio en rocas metamórficas.

Durante 2018 el trabajo contempló la búsqueda, interpretación y carga de información en diferentes bases de datos dentro de un entorno SIG y su posterior procesamiento con el método FuzzyLogic. Como resultado se obtuvieron 3 mapas en los que se lograron definir sectores con mayor favorabilidad geológica–uranífera y un mapa de la región Cuyo con el avance de las capas digitalizadas.

- Mapa del sistema uranio superficial en la provincia de Río Negro utilizando las capas de litología para roca fuente, capa de red de drenaje, mineralogía con presencia de uranio y vanadio, y la digitalización de los bajos dentro del área seleccionada a través de las curvas de nivel.
- Mapa de “ranking” de cuencas sedimentarias aplicado en la Patagonia. A fin de hacer extensivo el mapa al territorio nacional, se completan los datos necesarios previéndose finalizar el trabajo en 2019.
- Mapa de favorabilidad uranífera para rocas intrusivas de La Rioja en escala regional, a partir de datos de las capas de geoquímica y litología.
- Mapa de la Región Cuyo con la digitalización de información preexistente y el aporte de nueva información a las bases de datos.

### Desarrollo de prospectos uraníferos

Las actividades realizadas en las etapas de investigación y desarrollo de los prospectos uraníferos (áreas de cateo) reconocidas en el país han permitido gestionar ante las autoridades mineras provinciales las solicitudes de derechos legales de 15 Manifestaciones de Descubrimiento (MD). En estas áreas, estudios de mayor detalle con la inversión económica correspondiente, permitirán definir nuevos yacimientos de uranio. A continuación, se mencionan las acciones desarrolladas por región y la fuente de financiamiento asociada (BAPIN).

## Actividades y logros en 2018

**Región Noroeste****Bapin “Prospección y Exploración Uranífera del NOA”, Act. Int. N° 64.**

En Catamarca se realizaron y presentaron informes correspondientes a la “exploración de superficie en el Sector Central de Mina Franca”. Asimismo, se realizaron trámites legales/administrativos ante la Dirección Provincial de Gestión Ambiental Minera (DIPGAM) de Catamarca, entregándose documentación técnica en relación con la propiedad minera. Se resalta que al presente no se cuenta con la aprobación del IIA de Mina Franca por parte de las autoridades de la DIPGAM. Esta situación impide la continuidad operativa del proyecto, condicionando el avance futuro de la investigación sistemática/subprofunda (trincheras y perforaciones en los sectores medio y central).

**Bapin “Proyecto Recuperación Yacimiento Don Otto, Salta, Act. Int. N° 79**

Tareas circunscriptas al Servicio de Custodia/Mantenimiento, y a recuperación de datos meteorológicos (estación Mina Don Otto), elaboración y procesamiento.

- Muestreo (módulo agua y sedimento) correspondiente al monitoreo ambiental 2018 del Distrito Minero Tonco-Amblayo. También se recolectaron muestras para análisis bacteriológico y físico-químico del agua destinada a uso doméstico en el Campamento Don Otto.
- Presentación ante Juzgado de Minas de la Provincia de Salta de la Actualización Bianual del Informe de Impacto Ambiental y Social período 2016-2018 de la Mina Don Otto.
- Realización de trámites administrativos/legales para la recuperación de propiedades mineras colindantes con la Mina Don Otto, a efectos de salvaguardar los pasivos mineros en el marco de la estrategia ambiental. Al fin mencionado, se encuentra en gestión la adquisición de la mina vacante Amblayo-Celina 6.

**Región Cuyo****Bapin “Cuenca Neuquina-Atlántica y Cuencas Cuyanas”, Act. N° 376****Área de Catriel, Provincia de Río Negro**

El Área de Catriel, si bien corresponde geográfica y administrativamente a la Región Patagonia, geológicamente se vincula con la Cuenca Neuquina. En razón de lo expuesto, se trabajó conjuntamente en la planificación y programación de trabajos a realizar en una Manifestación de Descubrimiento (MD) y un Área de Cateo solicitados.

- Realización del análisis estructural de las áreas objeto de estudio interpretando imágenes satelitales, información de subsuelo e informe estructural de la zona adyacente denominado “El hemigraben invertido del yacimiento 25 de Mayo – Medanito S.E. (Cuenca Neuquina, Argentina)”.
- Elaboración del informe “Prospección Geoquímica y Emanometría del área Tres Nidos, Colonia Catriel (Pcia de Río Negro) – 2018”.
- Procesamiento de los datos de uranio obtenidos en el Laboratorio Geoquímico de muestras de superficie y subsuelo.
- Elaboración del informe “Estimación de Recursos Proyecto Catriel 2017”. La estimación realizada en base a información radimétrica arrojó una cifra de 8.600 tnU en la categoría Recursos Especulativos, tonelaje que fue incrementado en un 45 % con la información química.
- Producción del informe “Estudio petrográfico de muestras del Proyecto Catriel, área Tres Nidos, Río Negro”.
- Continuación del trabajo en la descripción detallada de testigos de perforaciones y estudios de electrofacies para interpretar en perfiles de correlación de las diferentes facies mineralizadas.
- Presentación en el encuentro ICES 13, Malargüe, el trabajo “Geo-Microbiología para Prospección por Uranio en Areniscas y su Asociación Mineralógica en la Cuenca Neuquina”.
- Elaboración del Informe de Labor Legal de la manifestación de descubrimiento Mari – Área Catriel.

**Área Las Mahuidas, provincia de La Pampa**

- Realización de gestiones administrativas ante la Autoridad de Aplicación requeridas para la iniciación de trabajos de exploración en la MD “El Carancho 1” y se dejó sin efecto la pertenencia “La Curva 1”.
- Completamiento de la mensura de la MD “Carancho 1”.

**Área Centro – Noroeste de Neuquén**

- Realización de dos campañas de reconocimiento a la provincia de Neuquén con el objetivo de interiorizar a geólogos “junior” sobre la estratigrafía y posibilidades geológico-uraníferas de la cuenca.
- Visitas a las áreas Los Chihuidos y Las Cárcelas como así también a áreas nuevas correspondientes a la Fm. Rayoso y el Gr. Neuquén, definiendo un área favorable correspondiente a la Fm. Huinul, en el sector denominado Dorso de los Chihuidos.
- Reuniones técnicas con el Subsecretario de Hidrocarburos, Energía y Minería de la provincia de Neuquén y el Director de Minería de esa provincia, a fin de continuar trámites para la eventual firma de un convenio marco y acuerdo específico para el desarrollo de tareas de prospección y exploración, así como el acceso a información de pozos de petróleo.

**Áreas de Cuenca del Grupo Paganzo (Prov. de San Juan)**

- Búsqueda, recopilación y lectura bibliográfica de documentos, informes y publicaciones de la historia geológica de la cuenca del Grupo Paganzo para el estudio de factibilidad geológico-uranífera del neopaleozoico.
- Análisis de la información de perforaciones petroleras para seleccionar áreas a prospectar mediante magnetometría y radimetría en la Precordillera y Sierras Pampeanas de la provincia de San Juan.

**Región Centro****Bapin “Evaluación de Recursos Uraníferos en la provincia de La Rioja”, Act. Int. N° 382**

Bloque San Rafael - Área en estudio  
Provincia de Mendoza



Yacimiento uranífero Mina Franca  
Provincia de Catamarca



Distrito uranífero Sierra de Pichiñán  
Yacimiento uranífero Cerro Solo  
Provincia del Chubut

### Sierra de Velasco – Cateo Lucero

- En esta unidad morfo-estructural, en consideración de las numerosas áreas mineralizadas y además propiedades mineras en estudio, se realizaron dos comisiones geológicas para muestreo geoquímico de rocas graníticas y metamórficas; y ajustar la cartografía geológica - estructural en el extremo centro-norte de la serranía de La Punta, poniendo especial énfasis en el área comprendida por el cateo Lucero.
- Elaboración de los informes Internos CNEA: “Cateo Lucero: Análisis con EDS y WDS en minerales de uranio y asociados” y “Cateo Lucero: Mineralogía de pegmatitas y venilleo de cuarzo”.
- Análisis de muestras de roca molidas correspondientes al Cateo Lucero, mediante el método de Fluorescencia de Rayos X (XRFWD) en el laboratorio de XRF del CAC. La técnica demostró ser óptima, rápida, económica y precisa para la determinación de elementos de interés (U, Th, W, Bi, Fe, Au, Cu, Mo, Nb, Ta, etc).

### Sierra Maz – Cateo Maggi.

En la unidad geológica “Sierra de Maz y Espinal” de edad neo-paleozoica, se reconocieron dos complejos alcalinos y carbonatitas ricas en U y Tierras Raras, hecho que le da a la región un especial potencial económico. Las actividades de prospección y exploración durante 2018 fueron efectuadas por tres comisiones de campo, con el objetivo de efectuar un relevamiento de datos del ambiente físico, muestreo geoquímico de rocas ígneas y carbonatitas y para realizar observaciones geológicas-ambientales preliminares para la elaboración del Informe de Impacto Ambiental del cateo. Con los datos relevados en campaña se elaboraron los Informes Internos CNEA: “Informe petrográfico de Sierra de Maz - Hallazgo de Uranotorianita en anfibolitas y Uranopirocloro en carbonatitas de la Sierra de Maz” y “Cateo Maggi (Sierra de Maz)”.

### Región Patagonia

#### Bapin “Cerro Solo”, Act. Int. N° 60

#### Provincia de Chubut

Las actividades desarrolladas en relación al Bapin Cerro Solo se resumen en:

- Elaboración del Informe “Descripción de Trincheras, Sondeos y Trabajos de Superficie en la Manifestación de Descubrimiento El Cruce”.
- Realización del “Informe Técnico Manifestación de Descubrimiento Sierra Cuadrada”.
- Recopilación de documentación referente a la Manifestación de Descubrimiento El Cruce, para ser presentada en la Dirección General de Minas y Geología, en cumplimiento del Plan de Inversión Minera.
- Ejecución del Informe “Fundamentos para su abandono, Manifestación de Descubrimiento Mirasol Chico”.
- En el marco del Proyecto de prospección “Uranio en caliche” se revisaron las fichas de anomalías y se compiló bibliografía de “Cerro Tacho y Gran Laguna Salada”.
- Elaboración del Informe de Radimetría de Superficie, área Pichahueso y La Salteada. Descripción de perfiles geológicos de detalle.
- Revisión del borrador de Hoja Geológica 4369-30 Bajo de Chiquichán, Escala 1:100000 del SEGEMAR.
- Solicitud de Información Dominial y Antecedentes Catastrales de los lotes correspondientes a la Manifestación de Descubrimiento El Cruce (Exp: 15628/09 de la DGM y G).

#### Provincia de Río Negro

- Gestión del Área de Cateo Eugenio: se está a la espera del título de otorgamiento por parte de la Secretaría de Minería, Fiscalía de Estado, para la obtención de Otorgamiento.
- Ubicación en catastro minero Cateo “KAIA” para la publicación de edictos en el Boletín Oficial de la provincia.

## Exploración de recursos uraníferos

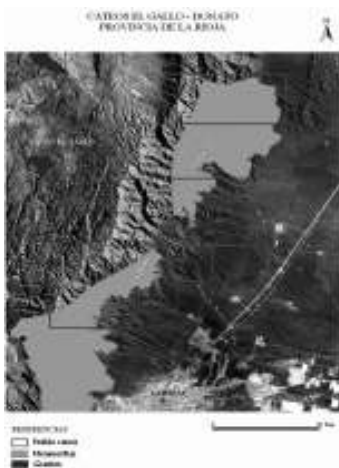
### Actividades y logros en 2018

#### Región Patagonia

#### Distrito Uranífero Cerro Solo (DUCS), provincia del Chubut

#### Estudios y Actividades de Exploración en el Yacimiento Cerro Solo (YCS)

- Adecuación de gráficos para ser incorporados en el Informe Geológico “Síntesis de la geología del Yacimiento Cerro Solo”.
- Realización de determinaciones químicas de 69 muestras de un sondeo testigado piloto para la estimación del Potencial Ácido de Roca.
- Compilación de datos del Sector La Volanta y creación de “shapes” en los Software ArcGis y RockWorks 16 para interpretación de los mismos.
- Recuperación de información mediante escaneo de informes viejos referentes a: “Informe parcial de resultados de control geológico de la Obra 1/83 y ANEXOS”, “Informe de Paleocorrientes en formación Los Adobes”, “Paleocorrientes en el Chubutiano de los Yacimientos Pichiñán y Los Adobes de 1972” y “Sectores de exploración-evaluación Yacimiento Cerro Solo 2012”, “Informe actualizado sobre los resultados obtenidos de perforaciones de exploración realizadas en el sector año 1996” y sus correspondientes anexos.
- Digitalizan de registros Gamma de sondeos perforados en obras de los años 90 y más antiguas en áreas de interés uranífero del DUCS. Avance del 30%.
- Elaboración del informe “Estudio geofísico en el sector La Volanta, Yacimiento Cerro Solo, provincia de Chubut”.



Cateos uraníferos El Gallo y Donato  
Provincia de La Rioja

**Sector Graben**

- Interpretación de la litología, niveles mineralizados y realización mediante perfiles de correlación estratigráfico con sondeos ejecutados en el Sector Graben. Se procesaron 51 muestras de niveles mineralizados para determinaciones químicas.
- Realización del cálculo del potencial ácido a 62 determinaciones químicas de muestras de roca. Grafica de resultados finales y estimación del promedio ponderado del potencial de generación de acidez para los miembros Bardas Coloradas y Arroyo del Pajarito.

**Yacimiento El Molino**

- Carga de datos de pozos, perfiles geofísicos, niveles mineralizados, litologías, estratigrafía y datos hidrológicos en la aplicación RockWare con el propósito de modelar en 3D el yacimiento y construir perfiles y secciones geológicas.

**Base de datos y manejo de información**

- Generación de base de datos con la información geológica de perforaciones del Yacimiento Cerro Solo y el DUCS. El resultado final permitirá generar mapas de distribución de sondeos y realizar consultas sobre la ubicación en biblioteca de la información archivada.
- Simultáneamente se trabajó en la adecuación de los resultados históricos de las determinaciones químicas de muestras de rocas para su posterior incorporación a la base de datos.

**Evaluación de Recursos de Uranio****Yacimiento Cerro Solo**

- Relevamiento de información relativa a niveles mineralizados a fin de actualizar la información geológica-económica del Sector Graben.

**Yacimientos del DUCS**

- Se optó por registrar los Recursos de Uranio medidos en los yacimientos del Distrito como Recursos Inferidos aclarando que el nivel de certidumbre está relacionado al tamaño de la malla de perforaciones: 500 x 500 m.
- Revisión: Reestimación de recursos en Sectores de Sierras de Pichiñán: Arroyo Perdido, El Ganso, Puesto Alvear, Sanguinetti, El Molino, El portezuelo, IX-3.
- Revisión: Reestimación de recursos en sector El Graben incorporando datos de las últimas perforaciones.

**Varios**

- Actualización de los recursos uraníferos del país tanto "in situ" como recuperables. Se incorporan factores de ajuste que contemplan criterios de explotación y líneas de tratamientos. El criterio que se está aplicando es extrapolar los antecedentes existentes en los ex-centros de producción de la Argentina.
- Diseño de "software" de cálculo de ley de mineral de uranio partiendo del perfilaje, para lograr la estandarización del cálculo de ley de mineral de uranio. El "software" permite la selección de diferentes criterios y parámetros en función del tipo de roca, espesor y tipo de mineralización, hecho que permitiría su aplicación en cualquier tipo de yacimiento. El "software" se ejecutaría desde una página web la cual, en un futuro, podrá cargarse en la intranet de la CNEA con el fin de facilitar su acceso a las personas autorizadas. Si se logra esto último, se realizará la carga de calibraciones y perfilajes y la carga de cálculos de ley.
- Continuación del proyecto: "Diseño de una Sonda Neutrónica Pasiva". Será de gran utilidad para determinar con mayor certeza la presencia de minerales de uranio en casos de desequilibrio radiactivo. Se revisaron diferentes alternativas al diseño de la electrónica interna de la sonda y del "software" que se utilizará en el perfilaje. Se decidió contratar a una empresa del rubro la cual cumplió con las especificaciones estudiadas.

**Preservación del ambiente****Actividades y logros en 2018****Regional Patagonia****Provincia de Chubut**

- Elaboración y presentación de la Actualización 2018 del Informe de Impacto Ambiental Manifestación de Descubrimiento Sierra Cuadrada.
- Preparación de Actualización 2018 del Informe de Impacto Ambiental Manifestación de Descubrimiento Sierra Cuadrada Sur.
- Coordinación de gestión de residuos sólidos urbanos generados en el predio de Regional Patagonia, recepción y control en Planta de Separación y Tratamiento (PST) de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU).
- Elaboración del Informe Actividades ambientales desarrolladas durante el 2018 y las proyectadas para el 2019 para ser presentada en la Reunión de Coordinación Institucional para la Memoria de Gestión Ambiental 2018.
- Preparación y compilación de información en respuesta a la solicitud realizada por la ONG "FARN", respecto a los Informes Ambientales realizados en las áreas del Distrito Uranífero Cerro Solo, El Cruce, Laguna Colorada, Sierra Cuadrada y Sierra Cuadrada Sur.

**Distrito Uranífero Cerro Solo (DUCS)****Estudios para la Línea de Base Socio Ambiental del Yacimiento Cerro Solo y zona de influencia**

Línea de Base Espectrométrica: Recepción del informe para realizar campaña de espectrometría terrestre que se postergó para 2019. Se está a la espera de la finalización de las líneas de base Radiológica, Geológica-Geomorfológica, Arqueológica y Particulado Atmosférico.

**Monitoreo en el Distrito Uranífero Cerro Solo (DUCS)****Caracterización Hidroquímica de Agua Subterránea y Sedimentos**

- Realización de la campaña anual de Monitoreo de Agua y Sedimentos en sondeos y pozos de pobladores del DUCS y área de la Cantera Los Adobes. Control en el marco del Monitoreo Ambiental de Agua Subterránea llevado a cabo en el DUCS.
- Recepción de resultados del “Muestreos de aguas y sedimentos de corriente” Manifestación de Descubrimiento Sierra Cuadrada y Sierra Cuadrada Sur. Muestreo, para ser incluidos en el IIA-Anexo II, de las respectivas áreas.
- Realización de dos campañas de medición del nivel estático del agua subterránea en perforaciones de los cinco yacimientos del DUCS.

**Meteorología en el Distrito Uranífero Cerro Solo**

Campañas de mantenimiento de las tres centrales meteorológicas en el DUCS y descarga de datos en campo.

**Provincia de Río Negro**

- Aprobación del Informe de Impacto Ambiental, Anexo I Cateo Eugenio por parte de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS).
- Renovación de la CNEA en el registro de Consultores Ambientales de la provincia de Río Negro.
- Renovación de la CNEA como generadora de Residuos Peligrosos en la provincia de Río Negro.

**Regional Centro****Faldeo Oriental Sierra de Velasco**

- Elaboración de la actualización del Informe de Impacto Ambiental de la MD de Alipán I, y elevación a consideración en la Secretaría de Minería de La Rioja.
- Realización de tres comisiones en la zona de Cantadero, en el marco del plan de relevamiento socio-ambiental en área de la MD Alipán I.
- Realización de comisiones para efectuar un relevamiento de datos del ambiente físico, biológicos y geológicos preliminares para la elaboración del Informe de Impacto Ambiental requerido por la autoridad provincial para el cateo Maggi.
- Aprobación de la DIA del cateo “Lucero” por parte de la Secretaría de Ambiente de la provincia de La Rioja.
- Realización entre el 1 y 29 de junio del curso “Modulo I del Plan de Gestión Ambiental de CNEA” dictado en modalidad virtual.
- Capacitación en “Uso de Imágenes Satelitales para el Ordenamiento Territorial en Regiones de Montaña”, organizado por la CONAE, el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y la Secretaría de Ambiente de La Rioja, en el marco del Comité de Montaña Argentino.
- Asistencia al “Congreso Interamericano Interdisciplinario de Gestión Ambiental”, llevado a cabo en la Universidad Nacional de La Rioja.
- Sitio Córdoba:

Actualización de la gestión ambiental del sitio Córdoba y participación del responsable ambiental en la reunión Auditoría Ambiental Anual.

**Regional Noroeste****Yacimiento Don Otto**

- Monitoreo ambiental (módulo agua y sedimento) en el Distrito Tonco-Amblayo sobre los cauces de la cuenca hídrica del valle del Tonco y Calchaquí. Complementariamente, se realizó el muestreo para análisis bacteriológico y físico-químico del agua para uso doméstico en el campamento de la mina.
- Recuperación de los datos meteorológicos (estación, mina Don Otto), elaboración y procesamiento.
- En noviembre de 2018, se presentó ante el Juzgado de Minas de la provincia de Salta la Actualización Bianual del Informe de Impacto Ambiental y Social periodo 2016-2018 de Mina Don Otto.

**Mina Franca (Catamarca)**

Presentación del trabajo: “Implementación de un sistema de información geográfica, en el marco de la línea de base ambiental, para el proyecto de uranio Mina Franca, Catamarca, Argentina”, en el “II Congreso Internacional de Tecnologías de la Información Geográfica”, desarrollado en la ciudad de Catamarca entre los días 3 y 5 de octubre.

**Regional Cuyo**

- Presentación ante la Municipalidad de Godoy Cruz de la memoria descriptiva del sitio Mendoza (incluye matrices y procedimientos de evacuación – mitigación).
- Categorización de los efluentes líquidos del Laboratorio de Geoquímica.
- Presentación ante la Autoridad de Aplicación Ambiental de Mendoza de las actualizaciones del Informe de Impacto Ambiental – Anexo 2, Etapa exploración, correspondiente a los cateos “Pampa del Diamante” y “Santa Elena”, “María Luz” y “Gregorio”, provincia de Mendoza.

**Varios**

En el marco de la elaboración de Procedimientos e Instructivos de trabajo fueron liberados los siguientes documentos:

- Procedimiento General (PG-EMP-003, Rev. 0. Diseño de programas de muestreo y metodología de muestreo de sedimentos para sitios con actividades mineras.
- Formulario (FO-EMP/SETPM-01 I, Rev. I Registro de campo para muestras de sedimentos.
- Formulario (FO-EMP/SETPM-01 7, Rev. I. Registro de cadena de custodia de muestras de sedimentos.

**Relaciones con la comunidad****Actividades y logros en 2018**

**Región Centro**

- A requerimiento de las autoridades mineras de la provincia de Córdoba se digitalizó la información geológica del yacimiento Rodolfo que fuera estudiado por la CNEA en los años 60 y comienzos de los 70.
- Cartografía geológica y radiometría del yacimiento Rodolfo y zona de influencia, en el marco del proyecto de la obra Alternativa A Ruta Nacional N° 38 Puente Costa Azul – La Cumbre, Sección Costa Azul – Cosquín, asistencia solicitada por las Secretarías de Ambiente y de Minería de la provincia de Córdoba.
- Reunión con autoridades eclesiásticas de La Rioja en el marco del estudio socio-ambiental del proyecto Alipan I.
- Reunión con el Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Rioja en el marco del estudio socio-ambiental del proyecto Alipan I y para analizar un posible convenio marco.
- Reunión con el superficiario de la MD Alipan I, Solcas SA, para consensuar un acuerdo económico por el uso de las tierras durante la exploración desarrollada desde 2009 al 2015.
- Visita informativa de estudiantes de la “Carrera de Derecho” de la Universidad Nacional de La Rioja a la ex mina Los Colorados y dictado del “Taller teórico/práctico sobre exploración de uranio y uso de la tecnología nuclear”, en coordinación con la Escuela de Geología de esa institución.
- Reunión con el Director de Minería de la provincia de Santiago del Estero para conocer el estado actual del catastro minero provincial y analizar la posibilidad de solicitar áreas de interés prospectivo.

**Región Cuyo**

- Reunión con el Intendente de Godoy Cruz tendiente a entablar relaciones de cooperación. Se iniciaron los borradores de un convenio marco y se obtuvo la exención impositiva ante el municipio de Godoy Cruz.
- Colaboración en la gestión de rezagos aduaneros en Mendoza.
- Reunión con el Subsecretario de Hidrocarburos, Energía y Minería, y el Director de Minería de la provincia de Neuquén para analizar la posibilidad de entablar relaciones de cooperación, presentando los borradores propuestos de Convenio Marco y Acuerdo Específico.
- Participación en la organización del “XII” Congreso Argentino de Geología Económica”, a realizarse en Mendoza en 2019. Participación en la Comisión Organizadora local y confección del afiche oficial del Congreso.

**Región Patagonia****Provincia de Chubut**

- Notificación a superficiarios del Distrito Uranífero Cerro Solo (DUCS) de la realización de campañas para relevamiento piezométrico, descarga de datos y mantenimiento de centrales meteorológicas y también con motivo de la realización del Programa Anual de Monitoreo Ambiental de Agua y Sedimentos.
- Gestiones inherentes al pago a superficiarios de la indemnización por trabajos de exploración en el Yacimiento Cerro Solo y al estado de la tramitación de escrituras de los terrenos de Gastre en la Escribanía de Gobierno de la provincia del Chubut y en el Instituto de Tierras y Colonización.
- Participación en reunión organizada por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva con el fin de presentar los trabajos y/o servicios que se pueden ofrecer en la provincia.
- Participación en reuniones informativas y de difusión de las actividades y capacidades de la CNEA con funcionarios de la Secretaría de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva, de la Dirección General de Minas y Geología, Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable y directivos del CENPAT-CONICET.

**Provincia de Río Negro**

- Elaboración de la Declaración Jurada de Buenas Prácticas para el cateo Eugenio, en el marco de la Responsabilidad Social y según lo establecido en el Capítulo VIII del Código de Minería de Río Negro.
- Notificación a superficiarios de la campaña de Geofísica a realizar en las áreas objeto de estudio en Catriel, detallando el personal interviniente y el listado de vehículos autorizados para circular en la zona.

**Cooperación técnica**

A través de la Cooperación Técnica con el OIEA a nivel nacional, regional e interregional, se desarrollaron y fortalecieron los recursos humanos en el ciclo minero del uranio y se adquirieron capacidades -incluyendo la provisión de equipos relevantes- de apoyo a la exploración, la evaluación de recursos, la minería y el procesamiento de materias primas nucleares. Se participó en Proyectos Coordinados de Investigación del OIEA a través de Contratos de Investigación sobre Uranio en Fosfatos y Metalogénesis de Depósitos de Uranio Tipo Granito, lo que permitió aumentar el grado de conocimiento de los recursos de uranio convencional y no convencional.

Asimismo, se coadyuvó a mantener la presencia internacional y el liderazgo de la CNEA brindando asesoramiento y capacitación a países de la región en materia del ciclo minero del uranio a través del Programa de Cooperación Técnica del OIEA.

- Proyecto de cooperación técnica interregional del OIEA “Deploying Technology and Management of Sustainable Uranium Extraction Projects (INT 2/019)”
- Proyecto de cooperación técnica interregional “Supporting Capacity Building in Member States for Uranium Production and Management of NORM (INT2018010)”.
- Proyecto coordinado de investigación del OIEA “Uranium - Thorium fuelled HTGRs Applications for Energy Neutral Sustainable Comprehensive Extraction and Mineral Products Development (TI 1006)” – Contrato de investigación “Assessment of the Uranium Potential of Phosphate Rocks and Testing Low-Grade Phosphate Ores Extraction in Argentina”.

- Proyecto coordinado de investigación del OIEA “Geochemical and Mineralogical Characterization of Uranium and Thorium Deposits (T2006)” – Contrato de Investigación “Metallogenesis of Granite – Related Uranium Deposits in Argentina”.
- Proyecto de cooperación técnica CNEA-OIEA “Improving and Strengthening Human Resources in the Areas of Environment, Mining, Nuclear Reactors, Nuclear Fuel, Human Health and Agriculture (Manpower - ARG 0/015)”.
- Proyecto regional de cooperación técnica del OIEA en el marco del Programa ARCAL “Improving Analytical Quality Through Quality Assurance Training, Proficiency Testing and Certification of Matrix Reference Materials Using Nuclear Analytical and Related Techniques in the Latin American Nuclear Analytical Technique Network (ARCAL XC VII)”.
- Proyecto IAEA-UNECE “Redesigning the Uranium Resource Pathway - Application of the United Nations Framework Classification for Resources (UNFC) for Planning and Implementing Uranium Projects”.
- Proyecto OIEA “Milestones Approach to the Uranium Production Cycle”.
- Proyecto OIEA “Safety of Uranium Production Using the In Situ Leaching Method”.
- Proyecto “OECD/NEA-IAEA Uranium Group”.
- Bases de datos del OIEA. Se actualizaron datos de la Argentina y países de la Región Latinoamericana en la UDEPO y la THDEPO (Bases de datos del OIEA de la distribución mundial de depósitos de uranio y torio)
- Participación en el “International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM2018)”, en la Sede del OIEA, Viena, Austria, del 25 al 29 de junio. Exposición oral, presentación de tres “posters”, participación en 8 trabajos y coordinación de tres sesiones.
- Participación en el “15th Quadrennial Symposium of the International Association on the Genesis of Ore Deposits (IAGOD). Ore Deposits: providing resources for present & future generations”, Salta, 28 al 31 de agosto.
- Participación en la “Argentina Mining 2018 - XII Convención Internacional sobre Oportunidades de Negocios en Exploración, Geología y Minería”, Salta, 5 al 7 de setiembre: presentación de la ponencia “Recursos de Uranio y Perspectivas para el Suministro Nuclear en la Argentina”.

#### Publicaciones

Profesionales del área realizaron 15 publicaciones.

### Área Temática Producción de Materias Primas

**Misión:** “Atender a la producción nacional de uranio y agua pesada que aseguren el abastecimiento de las centrales nucleares”.

**Objetivo Estratégico 1:** Asegurar la producción nacional de uranio para abastecer a las centrales nucleares nacionales.

Objetivo específico 1.1: Concretar la reingeniería del Complejo Minero Fabril San Rafael.

Objetivo específico 1.2: Reiniciar la producción en el Complejo Minero Fabril San Rafael, promoviendo las acciones necesarias y verificando la correcta aplicación de la tecnología.

**Objetivo Estratégico 2:** Desarrollar métodos de extracción minera y procesamiento de los minerales, de acuerdo a las características de cada yacimiento y otros procedimientos, para la producción de concentrados de uranio.

Objetivo específico 2.1: Definición de la factibilidad de extracción y producción para Cerro Solo y nuevos yacimientos.

Objetivo específico 2.2: Establecer la tecnología de producción para Cerro Solo y nuevos yacimientos.

**Objetivo Estratégico 3:** Controlar la correcta aplicación y la preservación de las tecnologías en ENSI y DIOXITEK para asegurar el aprovisionamiento de dióxido de uranio y agua pesada a las centrales nucleares.

Objetivo específico 3.1: Realizar el control tecnológico y de operación de ENSI para la producción de agua pesada. Objetivo específico 3.2: Realizar el control tecnológico, de operación y de “stocks” de la producción de dióxido de uranio.

Las actividades desarrolladas por la CNEA tienen con el objetivo reactivar la minería del uranio en la Argentina, suspendida en la década de los noventa por razones de costos comparativos desfavorables con respecto a los del mercado internacional.

#### Actividades y logros en 2018

Las actividades desarrolladas en 2018 se centraron primordialmente en el Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), provincia de Mendoza, en el cual se desarrollaron las siguientes tareas:

- En lo relacionado con la reconstrucción de las instalaciones del Área de Gestión:
  - Avances en la construcción de dique DN-5, continuando con los trabajos de movimientos de suelos para la construcción de los muros perimetrales y nivelación con grava clasificada de pisos y muros.
  - Adquisición de caños, bridas y accesorios para efectuar la conexión entre los diques DN-5 y DN8-9.
  - Comienzo de la verificación de la estanqueidad de los agitadores de la planta de neutralización y de todo el sistema eléctrico para los futuros trabajos de remediación.
  - Instalación del compresor que asistirá al DAST en la gestión de los residuos sólidos.
- Manifestación General de Impacto Ambiental:
  - Realización de una encuesta de opinión entre los habitantes de la ciudad de San Rafael y alrededores, con la temática “Remediación del CMFSR”.



Complejo Minero Fabril San Rafael  
Provincia de Mendoza

- En el proceso enmarcado en la Ley de Ambiente de la provincia de Mendoza, para la obtención de la Declaración de Impacto Ambiental que permita iniciar la gestión del Agua de Cantera y los Residuos Sólidos, se obtuvo un Dictamen Técnico favorable por parte del organismo dictaminante (Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la UNCuyo), fueron formulados los dictámenes sectoriales y se fijó fecha para la realización de la Audiencia Pública.
- Presentación a las autoridades ambientales de la provincia de Mendoza de un proyecto de gestión del denominado “dique pulmón viejo” actualmente en desuso.
- Envío de información complementaria a la ARN relacionada con la gestión de los pasivos ambientales Agua de Cantera y Residuos Sólidos.
- Laboratorio Analítico Ambiental del CMFSR:
  - Luego de concretada la Auditoría por parte del OAA se mantuvo la Acreditación del mismo.
  - Mejora del equipamiento del Laboratorio del CMFSR adquiriendo una lavadora por ultrasonido, un sistema de digestión por microondas y productos químicos varios.
  - Comienzo de la implementación de la actualización de la norma ISO/IEC 17025:2017.
- Adquisición de dosímetros electrónicos personales para el control de la protección radiológica del personal.
- Continuación del monitoreo ambiental y radiológico en el CMFSR y su área de influencia.
- Comienzo de los trabajos en el Proyecto de Isotopía Hidrológica tendiente a la caracterización de la red hidrológica en el área del CMFSR que cuenta con financiación del OIEA.
- Obtención de la renovación de la inscripción como Generador de Residuos Peligrosos y del correspondiente Certificado Ambiental Anual.
- Concreción de una campaña de preparación de muestras provenientes de los testigos obtenidos de las perforaciones realizadas en el yacimiento Cerro Solo, que serán sometidas a ensayos de caracterización.



Producción de concentrado de uranio  
Lixiviación en pilas

## Área Temática Restitución Ambiental de la Minería del Uranio

**Misión:** “Efectuar la restitución ambiental de los sitios donde se han realizado actividades minero-fabriles de uranio de acuerdo a las normas vigentes y en el marco de la política ambiental de CNEA, involucrando e informando a la comunidad”.

**Objetivo Estratégico 1:** Finalizar la restitución de los sitios donde se desarrolló actividad minero-fábril del uranio, ejecutar los planes de monitoreo y desarrollar los planes de post-cierre.

Objetivo específico 1.1: Finalizar la remediación ambiental del sitio Malargüe.

Objetivo específico 1.2: Finalizar la remediación ambiental de los sitios Los Gigantes y Córdoba.

Objetivo específico 1.3: Finalizar la gestión de los pasivos ambientales de los sitios Huemul, La Estela, Los Colorados, Pichián y Tonco.

**Objetivo Estratégico 2:** Establecer un sistema de comunicación transparente y participativo con la comunidad en concordancia con la política de comunicación de CNEA.

Objetivo específico 2.1: Implementar un sistema de comunicación e información en el sitio Malargüe.

Objetivo específico 2.2: Implementar un sistema de comunicación e información para los sitios Córdoba y Los Gigantes.

Objetivo específico 2.3: Implementar un sistema de comunicación e información para el Programa de Restitución Ambiental de la Minería del Uranio (PRAMU).

**Objetivo Estratégico 3:** Realizar las actividades de restitución en el marco de la política de calidad de CNEA, implementando un sistema de gestión de calidad en los laboratorios de la institución relacionados con dichas actividades.

Objetivo específico 3.1: Fortalecer y consolidar el sistema de calidad en la gestión del Programa de Restitución Ambiental de la Minería del Uranio.

Objetivo específico 3.2: Fortalecer y consolidar el sistema de calidad en los laboratorios ubicados en Ezeiza, Mendoza y Constituyentes.

**Objetivo Estratégico 4:** Implementar los mecanismos para la gestión ambiental de actividades minero fabriles en conjunto con organismos nacionales, provinciales y municipales relacionados con las actividades del PRAMU.

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 principal la restitución ambiental de aquellos sitios donde se desarrollaron actividades relacionadas con esa minería, asegurando la protección del ambiente, la salud y otros derechos de las generaciones futuras, haciendo uso racional de los recursos. El PRAMU 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 deben llevar a cabo 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 los estudios necesarios para la ingeniería de restitución ambiental de los Sitios Córdoba y Los Gigantes, Tonco (Salta), Pichián (Chubut), La Estela (San Luis), Los Colorados (La Rioja) y Huemul (Mendoza).

### Actividades y logros en 2018

En el año 2018 las acciones del proyecto apuntaron, principalmente, a iniciar las actividades de monitoreo post clausura de la obra de restitución en el ex Complejo Minero Fabril Malargüe, y presentar a los



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



Proyecto de restitución ambiental (PRAMU)  
Estériles de canteras marginales  
Ex - Yacimiento Minero Los Gigantes  
Provincia de Córdoba

organismos nacionales y provinciales la ingeniería para el proyecto de gestión del ex Complejo Minero Fabril Los Gigantes. Además, se realizaron estudios de caracterización ambiental para la gestión de los pasivos ambientales de la minería de uranio de los otros cinco Sitios y se continuó con la difusión del PRAMU en diferentes ámbitos.

Asimismo, se desarrollaron las siguientes actividades en los sitios que a continuación se indican:

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

Se iniciaron, a partir de la culminación de la obra de remediación ambiental, las actividades de monitoreo post clausura. Adicionalmente a los trabajos que se efectuaron, hubo en el Sitio custodia técnica y administrativa durante los días laborales y de seguridad de prevención en forma permanente.

El PRAMU implementó un programa de monitoreo ambiental post clausura que contempla la medición, análisis y seguimiento de las variables ambientales en aire, agua, suelo y parámetros radiológicos a escala local y regional (hasta 60 km) del Sitio Malargüe, entre los que se destacan:

- Muestreo local trimestral de agua subterránea y superficial.
- Muestreo regional semestral de agua subterránea y superficial.
- Mediciones semanales de niveles piezométricos en pozos que rodean el sistema de confinamiento y caudal que evacua el drenaje subterráneo.
- Mediciones semestrales de concentración de radón en viviendas/oficinas dentro y fuera del Sitio.
- Mediciones semestrales de emanación de radón dentro del Sitio y área perimetral externa.
- Mediciones bimestrales de tasa de dosis equivalente ambiental en el Sitio y alrededores.

Producto de las actividades realizadas con la Municipalidad de Malargüe se logró que la misma haya zonificado el Sitio donde el PRAMU realizó las actividades de remediación como “área verde” en su Plan Estratégico al 2020.

CNEA se encuentra en proceso de cesión a la Municipalidad de Malargüe del espacio público denominado Parque El Mirador – Sitio Malargüe. El parque se encuentra abierto al público por la Municipalidad de Malargüe, quien se encarga de su administración como “área verde”.

#### **Sitio Los Gigantes:**

- Presentación a las autoridades provinciales de Córdoba (Dirección de Minería, Ambiente y Recursos Hídricos) y nacionales (ARN) del Plan de Cierre del Yacimiento Schlagintweit.
- Custodia y mantenimiento del Sitio.
- 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.
- Muestreo trimestral de agua de 14 piezómetros y medición mensual del nivel freático en los mismos.
- Registro diario de datos meteorológicos.
- Monitoreo radiológico semestral de radón y progenie.
- Determinación semestral de irradiación externa.

#### **Sitio Córdoba:**

- Continuación del desarrollo de diferentes alternativas de remediación para el Sitio “El Chichón”.
- Continuación de la instalación del equipamiento para las determinaciones analíticas de muestras de aguas y sólidos de los sitios que el PRAMU debe gestionar en el Laboratorio Ambiental Físico-Químico y Radiológico.
- Muestreo 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.

#### **Sitio Huemul:**

- Realización de monitoreo ambiental y radiológico semestral, controles ambientales y caracterización de los residuos existentes.

#### **Sistema de información y gestión ambiental**

Continuación del proceso de implementación del “Diseño, desarrollo, provisión e instalación del “software” correspondiente al Sistema de Información y Gestión Ambiental (SIGA)”, con el objetivo de extender las acciones de implementación del sistema SIGA en la estructura de la CNEA, y el diseño, desarrollo e implementación de herramienta de “Business Intelligence” (BI). El SIGA incluye el seguimiento específico por sitio que facilita la administración y el uso de la información técnica y datos ambientales.

Como parte del fortalecimiento institucional de la CNEA, se continuó la adquisición de equipos para el fortalecimiento de los laboratorios especializados en monitoreo radiológico y ambiental de la Institución.

## **Área Temática Combustibles Nucleares**

**Misión:** “Estudiar, planificar y ejecutar las actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico, diseño, operación de instalaciones, prestación de servicios y participación en proyectos relacionadas con combustibles y materiales nucleares, y asesorar a la presidencia de CNEA”.

**Objetivo Estratégico 1:** Mantener y acrecentar la autonomía tecnológica para el desarrollo, el diseño, la ingeniería y la fabricación de los elementos combustibles para las centrales nucleares argentinas, actuales y futuras.

Objetivo específico 1.1: Desarrollar los elementos combustibles para las centrales CAREM.

Objetivo específico 1.2: Optimizar el diseño de los elementos combustibles para las centrales nucleares PHWR argentinas.

Objetivo específico 1.3: Desarrollar el conocimiento, la ingeniería y la tecnología para la aplicación de ciclos de combustible avanzados en las centrales nucleares argentinas.

Objetivo específico 1.4: Avanzar en el desarrollo de la ingeniería y la tecnología de fabricación de elementos combustibles para las centrales nucleares PWR.

Objetivo específico 1.5: Preservar y consolidar la tecnología de fabricación de elementos combustibles de óxidos mixtos con plutonio incorporando el desarrollo de combustibles mixtos con otros elementos.

Objetivo específico 1.6: Avanzar en el desarrollo de los elementos combustibles de Generación IV.

Objetivo específico 1.7: Desarrollar nuevos procesos de obtención de dióxido de uranio y sus precursores.

Objetivo específico 1.8: Desarrollar metodologías para la caracterización estructural e hidrodinámica y la evaluación de los elementos combustibles.

Objetivo específico 1.9: Desarrollar los procesos de obtención y fabricación de tubos, vainas y componentes estructurales de aleaciones base circonio para centrales nucleares PHWR y PWR.

Objetivo específico 1.10: Proveer el soporte tecnológico a las empresas nacionales del sector vinculadas a la fabricación de elementos combustibles (CONUAR S.A. y DIOXITEK S.A.).

**Objetivo Estratégico 2:** Mantener y acrecentar la autonomía tecnológica para el desarrollo, el diseño, la ingeniería y fabricación de los elementos combustibles y blancos de irradiación para los reactores experimentales y de producción de radioisótopos, actuales y futuros.

Objetivo específico 2.1: Continuar con la fabricación, recuperación y purificación de materiales y componentes nucleares.

Objetivo específico 2.2: Desarrollar y fabricar elementos combustibles y blancos de irradiación de alta y muy alta densidad, que responda a las necesidades de suministro nacional e internacional.

Objetivo específico 2.3: Desarrollar y optimizar procesos de obtención, recuperación y purificación de materiales y componentes nucleares.

Objetivo específico 2.4: Diseñar y desarrollar nuevos elementos combustibles, en particular los del RA-10.

Objetivo específico 2.5: Desarrollar nuevas metodologías y procesos para la fabricación, ensayos e inspecciones de elementos combustibles.

**Objetivo Estratégico 3:** Consolidar el dominio de la tecnología de reprocesamiento de elementos combustibles irradiados.

Objetivo específico 3.1: Consolidar la capacidad de recuperación de material fisiónable.

Objetivo específico 3.2: Optimizar la tecnología de separación de material fisil para la fabricación de elementos combustibles MOX.

## Desarrollo de combustibles para reactores de potencia

### Actividades y logros en 2018

- Finalización en la construcción de sistemas mecánicos del horno experimental para fusión en vacío en la PPAE del CAE.
- Participación en programas y proyectos internacionales:
  - Programa de investigación coordinado del OIEA “Coordinated Research Programme on Fuel Modelling in Accident Conditions (FUMAC)”, para intercomparar códigos de simulación de comportamiento de combustibles en condiciones de accidente. Presentación del informe final de resultados.
  - “Expert Group on Reactor Fuel Performance”, patrocinado por la Agencia de Energía Nuclear (NEA): Presentación de resultados recientes de simulaciones realizadas con la última versión del código DIONISIO en el marco del programa de intercomparación de códigos sobre interacción mecánica entre pastilla y vaina.



Prototipo de combustible para el reactor CAREM

## Desarrollo de combustibles para reactores de investigación

La CNEA ha desarrollado a 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 (EE.CC.) 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 E.E.C.C. En fecha tan temprana como 1958 concretó la primera transferencia comercial de tecnología nuclear que consistió en la venta del “know-how” desarrollado para la fabricación de EE.CC. para reactores de investigación a la firma Degussa-Leybold AG de Alemania. Además, la CNEA diseñó y fabricó los EE.CC. para los reactores de investigación peruanos RP-0 y RP-10, construidos 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 EE.CC. 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), ambas sitas en el CAC. 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 EE.CC. para el reactor productor de radioisótopos RA-3.



Planta de Fabricación de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación (ECRI) Centro Atómico Constituyentes



Elemento combustible de alta densidad para el reactor de investigación construido para Australia OPAL

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 RA-3 del CAE y habiendo suscrito 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.

Actualmente se están llevando adelante distintas líneas de desarrollo de combustibles con el objetivo de evaluar su posible utilización en reactores de investigación y producción de radioisótopos.

En ese marco, se ha estado trabajando en el desarrollo de combustibles para reactores de investigación de tipo monolíticos, empleando una aleación de uranio molibdeno, con recubrimiento de Zry-4. Como parte de este trabajo, se presentó y publicó en el 39 RERTR-2018 (Reducción de Enriquecimiento para reactores de Investigación y Prueba), el trabajo “Estudio estadístico del proceso de fabricación de miniplacas de U-Mo-Zry4”, fruto de los parámetros estudiados en el proceso de fabricación de miniplacas. Se busca con ello limitar el enriquecimiento de U en los materiales combustibles para reactores a fin de evitar la proliferación de armas nucleares, aumentando las densidades de los mismos y maximizando su uso.

#### Actividades y logros en 2018

- Provisión de 735 blancos de irradiación para la producción de radioisótopos por fisión para el reactor Opal de Australia en el marco del Pedido de Trabajo N°43, Acuerdo de Suministro 05/16.
- Despacho y finalización de la provisión del 22 EE.CC. normales y 7 EE.CC. de control para el reactor RP-10 de Perú, en el marco de suministro firmado por INVAP con el Instituto Peruano de Energía Nuclear y el OIEA.
- Fabricación de 1.250 blancos de irradiación para la producción de radioisótopos por fisión para el reactor RA-3.



Laboratorio de Ensayos Pos Irradiación (LAPEP) - Pileta de corte de elementos combustibles gastados Centro Atómico Ezeiza

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

La CNEA desde su inicio, ha investigado y desarrollado procesos químicos orientados al tratamiento de materiales nucleares de la etapa inicial y final del ciclo del combustible nuclear. Existen instalaciones, situadas en el CAE, con amplia experiencia en estudios de post irradiación de elementos combustibles y en procesos químicos para la recuperación, reducción de enriquecimiento, purificación y producción de materiales nucleares (irradiados y no irradiados), aptos para ser utilizados en la producción de EE.CC. y blancos de irradiación. Desde 1990, el Laboratorio Triple Altura recupera uranio de cualquier enriquecimiento no irradiado. En el 2000 se inauguró la instalación multipropósito Laboratorio Facilidad Radioquímica, apta para realizar experiencias con materiales irradiados, así como para el análisis radioquímico de muestras radiactivas. En el 2006 se terminó el Laboratorio de Desarrollo y Ensayos Radioquímicos, para las tareas realizadas en las celdas calientes y el desarrollo de procesos radioquímicos y técnicas para la determinación radioquímica de muestras radiactivas, incluyendo los asociados al reprocesamiento de combustibles gastados y a la caracterización de residuos. Además, el Laboratorio de Química Analítica en Medios Activos cuenta con un espectrómetro de masas con fuente de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) con recinto alfa estanco asociado, para las mediciones de elementos traza y sus isótopos en matrices activas.

#### Actividades y logros en 2018

- Comienzo de la recuperación, purificación y procesamiento de uranio irradiado enriquecido al 19,75 % en el isótopo U-235, proveniente de la producción de Mo-99 desde el año 2002 hasta la fecha. Esta actividad es innovadora a nivel mundial ya que es la primera experiencia de recuperación de este tipo de materiales irradiados. La actividad fue desarrollada en el Laboratorio Facilidad Radioquímica (LFR) y el Laboratorio de Uranio Enriquecido (LUE) del CAE.
- Participación en el “3er Simposio Internacional sobre Minimización de Uranio de Alto Enriquecimiento (HEU)”, organizado por La Autoridad Noruega de Protección Radiológica, ejerciendo la presidencia del Grupo de Trabajo y el Panel sobre “Remoción y Disposición”.
- Organización en cooperación con el OIEA de una “Reunión Internacional sobre Manejo de Uranio Irradiado Proveniente de la Producción de Mo-99” que tuvo lugar en noviembre en la Sede Central de la CNEA.
- Facilidad de Almacenamiento de Combustibles irradiados de Reactores de Investigación (FACIRI): recepción de 70 EE.CC. gastados tipo MTR mediante la diagramación de varias campañas de recepción a lo largo del año, provenientes de la Pileta de Decaimiento del Reactor RA-3 y del Depósito DCMFEI.
- Inicio del Proyecto de Cooperación Técnica del OIEA (ARG2015), bienio 2018-2019, para el fortalecimiento de la capacidad de estudio de materiales irradiados, a desarrollarse en las CELdas CALientes (CELCA) del CAE.



Facilidad de Almacenamiento de Combustibles Irradiados de Reactores de Investigación (FACIRI) Centro Atómico Ezeiza Almacenamiento de un elemento combustible irradiado en la canasta

#### Área Temática Enriquecimiento de Uranio

**Misión:** “Consolidar la posición del país en la tecnología de enriquecimiento del uranio para lograr su independencia en la formulación de estrategias energéticas”.

**Objetivo Estratégico I:** Consolidar la tecnología de enriquecimiento de uranio por difusión gaseosa.

Objetivo específico 1.1: Operar el –“Mock-up”.

Objetivo específico 1.2: Mantener y optimizar la planta electroquímica de producción de flúor.

Objetivo específico 1.3: Recuperar la capacidad operativa de la actual planta de producción de hexafluoruro de uranio como insumo estratégico.

**Objetivo Estratégico 2:** Desarrollar tecnologías de enriquecimiento de uranio por láser.

Objetivo específico 2.1: Completar la infraestructura para el desarrollo del proceso de separación isotópica por láser.

Objetivo específico 2.2: Investigar los métodos de separación isotópica por láser a escala laboratorio.

Objetivo específico 2.3: Demostrar la factibilidad técnico-operacional de los métodos estudiados y definir cuál se va a emplear.

Objetivo específico 2.4: Desarrollar los métodos de separación isotópica por láser en una instalación a escala piloto.

**Objetivo Estratégico 3:** Desarrollar la tecnología de enriquecimiento de uranio por ultracentrifugación.

Objetivo específico 3.1: Completar las instalaciones para el montaje del prototipo.

Objetivo específico 3.2: Desarrollar prototipos de ultra centrifugas críticas y supercríticas.

Objetivo específico 3.3: Acoplar prototipos de ultra centrifugas en cascada.

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 y los reactores experimentales y producción, actuales y futuros. Por tal razón la CNEA continuó durante 2018 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 que utiliza la tecnología de difusión gaseosa, cuyas actividades e instalaciones estaban paralizadas desde mediados de la década de los noventa. Por otra parte, continuó el desarrollo de las tecnologías de enriquecimiento de uranio por láser y por centrifugación.

## Enriquecimiento por difusión gaseosa

### Actividades y logros en 2018

En relación con el funcionamiento del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, en 2018 se llevaron a cabo las siguientes acciones en cada una de las áreas que se indican:

Planta Mock-Up:

- Instalación de las trampas frías para garantizar el vaciado de emergencia del "Mock-Up".
- Cambio de varias de las unidades de difusión, incremento del número de compresores destinados al vaciado de los sistemas, realización de las pruebas de vacío y cierre completo de los sistemas de proceso.
- Realización del arranque para comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas principales y auxiliares.
- Operación en forma continua durante 4 meses entre julio y noviembre.

Sistema de carga y descarga de hexafluoruro de uranio (SICADE):

- Realización de las ingenierías para adecuar e incrementar la capacidad de carga de la instalación y adquisición de los materiales para su implementación.
- Limpieza completa del sistema de descarga de gases a la atmósfera.
- Realización de todo el mantenimiento previo y posterior a la operación.
- Concreción de las nuevas conexiones del sistema de emergencia y comprobación de su correcto funcionamiento.
- Realización del arranque para comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas principales y auxiliares.

Mejoras en la infraestructura:

- Culminación de la construcción del Edificio de Vestuario y Oficinas habilitando su uso en forma completa lo que permitió adecuarse a las normas de trabajo en el aspecto de seguridad y comodidades al personal.
- Adquisición de equipamiento para los laboratorios de control de calidad, espectrometría y de desarrollo de materiales porosos, instalación y puesta en funcionamiento de los mismos.
- Culminación de la adecuación del depósito de uranio y e inicio de su proceso de licenciamiento.
- Adecuación del sistema de cámaras y filmaciones para seguridad física en acuerdo con la ARN.
- Inicio de la adecuación de los caminos de circulación de personal en concordancia con los requerimientos de la ART, para seguridad del personal.
- Dotación del segundo sistema de aseguramiento de energía eléctrica a sistemas de seguridad del "Mock Up".
- Realización e instalación de las facilidades para asistencia al proyecto de desarrollo de centrifugas para prueba de materiales y realización de varias series de ataque a muestras de los materiales enviadas desde el CAC.

Actividades Ambientales

- Continuación de las tareas de remediación ambiental en varias áreas del Complejo y realización de auditorías a fin de su evaluación.
- Avances en la ingeniería para llevar adelante la remediación del humedal natural autorizado por parte de la Secretaría de Ambiente Humano de la provincia de Río Negro.
- Continuación del muestreo permanente y sistemático del estado de las aguas del Río Pichileufu.
- Muestreos completos de flúor en aire en el predio del Complejo en cada una de las estaciones del año.



Planta Piloto de Enriquecimiento de Uranio  
Complejo Tecnológico Pilcaniyeu  
Provincia del Neuquén



Planta Piloto de Enriquecimiento de Uranio  
Complejo Tecnológico Pilcaniyeu

- Realización de muestreos de emisiones de uranio sin detectarse la presencia del mismo en el aire.
- Realización de muestreos de agua participativos y charlas informativas en Pilcaniyeu solicitados por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Humano, como consecuencia de la Audiencia Pública realizada en 1019.
- Realización de tareas de preparación y adecuación para el tratamiento definitivo de remanentes de ácido fluorhídrico a fin de evitar posibles derrames y situaciones accidentales.

#### Licenciamiento y salvaguardias

- Cierre por parte de la ARN, ABACC y OIEA del inventario de la campaña 2017, previo al inicio de la campaña experimental 2018.
- Realización de dos auditoría por parte de la ARN de la correcta implementación y funcionamiento del sistema de protección física.
- Solicitud de la licencia de operación de las siguientes instalaciones: "Mock-Up", SICADE y Depósito de Uranio.

#### Organización y recursos humanos:

- Disminución de la dotación de personal en torno a las 160 personas abocadas en forma directa al Proyecto.
- Continuación con la realización de simulacros de accidente tendientes a comprobar la eficiencia de los procedimientos establecidos y la capacitación del personal en aspecto de operación y mejora del manejo de situaciones del incidente.
- Dictado, con la asistencia de la Policía Federal, de cursos de aspectos sobre seguridad a todo el personal.

### Enriquecimiento por láser

#### Actividades y logros en 2018

En el marco del Proyecto Laboratorio Argentino de Separación Isotópica para Enriquecimiento por Laser (LASIE) se desarrollaron las siguientes actividades:

- Continuación de los ensayos de separación isotópica a escala de laboratorio con UF<sub>6</sub> irradiando con luz láser infrarroja de 16 micrones.
- En un fotorreactor experimental de tobera pulsada, con UF<sub>6</sub> diluido con un gas portador, se midió por primera vez la represión de condensación de "clusters", U 238-238, 235-238 y 235-235, lográndose, además, medir la absorción selectiva de la luz de 16 micrones @ 10 Hz. Esto último constituye la base del proceso de separación isotópica por láser (prueba experimental del concepto).
- Terminación de la validación en laboratorio de la eficiencia del láser conversor RAMAN nacional de 10  $\mu$ m a 16  $\mu$ m. Esto último, junto con la atenuación de "clusters", conforman dos de los hitos de Separación Isotópica Molecular por Laser (MLIS) más relevantes en pos del objetivo final del proyecto. Los resultados de los primeros experimentos arrojaron factores de eficiencia del proceso foto asistido ( $\alpha$ LUZ) y se pudo estimar un factor de enriquecimiento del proceso de  $\alpha$  mayor que 2 a la salida de la tobera.
- Continuación de los trabajos experimentales y simulación aerodinámica en microtoberas y toberas continuas.
- Diseño y fabricación de las primeras super-estructuras nano para el desarrollo de un láser de cascada cuántica de 16 micrones.

### Enriquecimiento por centrifugación gaseosa

#### Actividades y logros en 2018

- Culminación del montaje y puesta en marcha del sistema de extracción de emergencia y el sistema de torres de enfriamiento de la Instalación.
- Finalización del acuerdo específico N°2 para el desarrollo de un impulsor de alta velocidad con cojinete axial integrado en conjunto con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones.
- Inicio de la construcción de una nueva máquina de hilar, basada en las mejoras realizadas al primer prototipo.
- Realización de modificaciones importantes a la autoclave de curado de materiales compuestos, para uniformizar el perfil de temperaturas del mismo y su control.
- Instalación y puesta en marcha del Brazo Faro, instrumento de altísima precisión para el montaje mecánico de piezas y componentes de los dispositivos que componen los prototipos de centrifugas.
- Adquisición e instalación de un puente grúa de motricidad fina para el montaje de componentes de precisión y ensamble de prototipos en la Sala de Ensamble del LEP.

## REACTORES NUCLEARES

### **Área temática Reactores experimentales y de producción de radioisótopos**

- Reactores de investigación y producción
- Nuevo reactor experimental multipropósito RA-10

### **Área temática Reactores de potencia**

- Central nuclear argentina CAREM
- Asistencia técnica a centrales nucleares
- Gestión y extensión de vida a reactores nucleares
- Reactores avanzados

## REACTORES NUCLEARES

### Área Temática Reactores Experimentales y de Producción de Radioisótopos

**Misión:** "Mantener e incrementar las capacidades en torno a los reactores experimentales y de producción de radioisótopos, tendientes a la utilización amplia de técnicas nucleares, desarrollando la actividad en forma segura, confiable y sustentable".

**Objetivo Estratégico 1:** Promover y contribuir a la realización de los diseños, construcción, licenciamiento, puesta en marcha y operación de los futuros reactores experimentales y de producción de radioisótopos.

**Objetivo Estratégico 2:** Garantizar el servicio de irradiación para la producción de radioisótopos. Objetivo específico 2.1: Optimizar el funcionamiento planificado y eficiente del RA-3 para la producción de radioisótopos.

**Objetivo Estratégico 3:** Fortalecer y mejorar el diseño, operación y utilización de los reactores experimentales y de producción de radioisótopos existentes en el país.

Objetivo específico 3.1: Garantizar la operación de los reactores experimentales y de producción de radioisótopos. Objetivo específico 3.2: Adecuar y modernizar las instalaciones existentes.

Objetivo específico 3.3: Fortalecer la capacidad para el licenciamiento de los reactores experimentales y de producción de radioisótopos.

Objetivo específico 3.4: Implementar los programas de gestión de vida de los reactores experimentales y de producción de radioisótopos.

Objetivo específico 3.5: Fortalecer los vínculos entre las instalaciones del país y de otros países de Iberoamérica en el ámbito de los reactores experimentales y de producción de radioisótopos.

**Objetivo Estratégico 4:** Acrecentar la capacidad de investigación, desarrollo e innovación en ciencia y tecnología mediante la utilización de los reactores experimentales y de producción de radioisótopos.

Objetivo específico 4.1: Incrementar las aplicaciones existentes y desarrollar nuevas aplicaciones en el campo de la medicina, la agricultura, la industria y en ciencia y tecnología.

Objetivo específico 4.2: Incrementar las aplicaciones existentes y desarrollar nuevas aplicaciones en el campo específico de la tecnología nuclear.

**Objetivo Estratégico 5:** Contribuir al sostenimiento y desarrollo de la generación nucleoelectrónica.

Objetivo específico 5.1: Proveer opciones de capacitación y entrenamiento de grupos de operación y mantenimiento que participen activamente durante la puesta en marcha, operación y mantenimiento de los reactores de potencia.

Objetivo específico 5.2: Contribuir a formar recursos humanos capacitados para participar en el diseño, operación, gestión de vida y construcción de reactores de potencia.

Objetivo específico 5.3: Ensayar y realizar calibraciones de instrumentación para centrales nucleares.

### Reactores de investigación y producción

El propósito general de las actividades de la CNEA 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	-1 W	Universidad Nacional de Córdoba	Educativo y de difusión de la actividad nuclear
RA-4	-1 W	Universidad Nacional de Rosario	Educativo y de difusión de la actividad nuclear

### Reactor de investigación y producción RA-3

El reactor RA-3 está situado en el CAE y dedicado principalmente a la producción de radioisótopos.

**Actividades y logros en 2018****Relacionados con la operación del reactor**

Horas Totales de Operación de Reactor

Durante 2018 el reactor fue operado un total de 3.391 horas y 32 minutos.

Producción de Radioisótopos:

Con fines principalmente de producción de radioisótopos, se operaron 46 períodos semanales con un total de 3.355 horas 27 minutos a una potencia promedio de 9 MW, en las que se realizó la irradiación de:

- 552 mini placas de uranio enriquecido al 20% para producción de Mo-99 e I-131
- 113 blancos de forma convencional: para producción (23), análisis por activación (63), física/otros usuarios (27)
- 28 mini cápsulas para Ir-192
- 12 mini-cápsulas para Lu-177

La actividad dio lugar a la provisión de los siguientes radioisótopos de uso principalmente en diagnóstico:

- Mo-99: 11.355,30 Ci
- I-131: 1.169.734 mCi
- Cr-51: 6 mCi
- Sm-153: 200 mCi
- Ir-192: 2800 Ci

Para desarrollos en radiofarmacia:

- Radioisótopo Lu- 177 de alta actividad específica ~150 mCi (12 minicápsulas)

Con fines de estudios geológicos:

Irradiación en columna térmica de 5 muestras para termo cronología de rocas por trazas de fisión (3 de apatitas y 2 de zircones) con fines de prospectiva de petróleo.

Otras experiencias e irradiaciones durante los períodos de producción:

En la FCCT (Facilidad Central de Columna Térmica) se realizaron 45 experiencias (184 irradiaciones durante aproximadamente 77 horas de irradiación a potencia de trabajo), para los siguientes grupos y líneas de trabajo:

- Bioquímica nuclear, patología de la radiación y radio-microbiología en el marco del Proyecto BNCT de la CNEA.
- Instrumentación y dosimetría.
- Instituto Dan Beninson. En el marco de colaboración en experiencias para docencia.

Operaciones y experiencias de reactor adicionales a los períodos de irradiación:

- Física de Reactores:

Mediciones reglamentarias de parámetros de núcleo y calibración de cámaras en potencia, medición de flujos neutrónicos, etc.: 8 experiencias a potencia > 400kW (7 hs de irradiación) y 5 experiencias a potencia < 400 KW (15 hs de irradiación).

- Prompt Gamma:

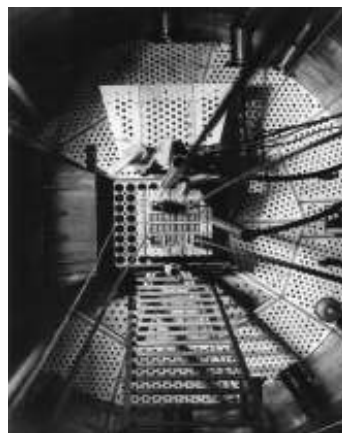
Mediciones de caracterización y ajustes en la facilidad de PGNAA: 10 experiencias a potencia > 400kW (23 hs de irradiación).

- Neutrografía:

Determinación de tintas en Gadolinio, y neutrografía por método indirecto para docencia del Instituto Dan Beninson: 3 experiencias a 400 kW (7 hs de irradiación).

**Relacionados con la infraestructura**

- Modificaciones y mejoras al Sistema de Ventilación de Recinto del RA-3:  
Modificación y aislación térmica de conductos y de cabina de sistema de inyección de aire a recinto de reactor, con reemplazo de ventilador y control por variación de frecuencia.
- Modificaciones y mejoras en facilidad de Prompt Gamma:  
Fabricación y montaje de conos de plomo en el entorno del detector- modificaciones en colimador interno (remaquinado anillos de Pb y Bi y agregado de carbonato de litio) – alineación definitiva de tren externo (colimador/ cámara muestra /stopper).



Reactor de investigación y producción RA-3 Interior del tanque del reactor Centro Atómico Ezeiza

**Reactor de investigación RA-6**

El reactor RA-6 está situado en el CAB y dedicado principalmente a la experimentación y formación de recursos humanos.

**Actividades y logros en 2018**

Durante el 2018 se realizaron un total de 1.834 horas con reactor operativo, distribuidas entre los siguientes usos y aplicaciones: Terapia por Captura Neutrónica en Boro (BNCT), neutrografía, análisis de activación neutrónica, enseñanza y capacitación, calibraciones para protección radiológica del CAB y ensayos de instrumentación nuclear para INVAP S.E.

**Terapia por Captura Neutrónica en Boro (BNCT):** solicitó aproximadamente 248 hs. de reactor operativo anuales, incluyendo calibraciones, caracterización del haz y tratamientos. Se continuó con tratamiento terapéutico en pacientes animales con tumores de cabeza y cuello. Dosimetría detallada de aumentadores dosis Beta en fantoma de ratones. Optimización de haz epitérmico (orientado a lesiones de profundidad media). Caracterización de dosímetros de Alanina/Alanina+formiato de litio. Desarrollo de dispositivo prototipo de filtros móviles.

**Neutrografía:** solicitó aproximadamente 136 hs. de reactor operativo anuales, incluyendo calibraciones, caracterización y pruebas. Se hicieron prácticas para la materia Haces de Neutrones del Instituto Balseiro. Se realizó una intercomparación de tomografías y neutrografías sobre muestras patrón enviadas por el OIEA.



Reactor de investigación RA-6  
Centro Atómico Bariloche

**Análisis de activación neutrónica:** El Laboratorio de Análisis de Activación Neutrónica (LAAN) solicitó aproximadamente 427 hs. de irradiación anuales, siendo el usuario que mayor demanda de irradiaciones hace al RA-6. Se realizaron análisis por activación neutrónica instrumental, que permiten la determinación simultánea de unos 35 elementos en materiales geológicos y biológicos; trazadores radioactivos para investigar diversos procesos en sistemas naturales; y espectrometría gamma de alta resolución y bajo fondo para la determinación de la actividad de radioisótopos en muestras ambientales.

**Formación de recursos humanos:** Se solicitaron aproximadamente 188 hs. de reactor operativo anuales. Las cátedras de la “Carrera de Ingeniería Nuclear” del Instituto Balseiro: Laboratorio de Ingeniería, Física de Reactores, Protección Radiológica y Mediciones Nucleares, utilizaron el RA-6 para algunas actividades prácticas, propias del trabajo en un reactor experimental. Las carreras “Especialización en Aplicaciones de la Tecnología Nuclear” y “Especialización en Seguridad Nuclear” también utilizaron los servicios del RA-6 para llevar a cabo experimentos en el reactor y visitas formativas. Los cursos para docentes secundarios y terciarios “Las radiaciones en la vida cotidiana” e “Introducción a las radiaciones naturales” realizaron mediciones de las tasas de dosis en diferentes ambientes (dentro y fuera del RA-6) y activación de muestras para la determinación del periodo de desintegración radioactiva.

**Proyecto RA-6 en red:** Solicitó aproximadamente 53 hs. de reactor operativo anuales. El objetivo del proyecto es desarrollar una herramienta de educación y/o entrenamiento a distancia que contribuya a la formación de recursos humanos en el área de la ingeniería nuclear basada en el acceso remoto al RA-6 a través de Internet. Durante 2018 se concretó el tercer ciclo de seis transmisiones a tres Universidades simultáneamente (Ecuador, Colombia y Cuba) según lo estipulado en el acuerdo con el OIEA.

**Protección Radiológica del CAB:** Solicitó aproximadamente 647 hs. de reactor anuales. Este grupo presta servicios en el área de dosimetría personal para instalaciones relevantes de ese Centro y hospitales de la ciudad y zona. Presta también servicios de calibración de equipos y detectores de radiación a la CNEA y a usuarios externos. A tal fin requiere el uso del Hall de RA-6 en condición de reactor parado.

**Ensayos de Instrumentación Nuclear para INVAP S.E.:** Solicitó aproximadamente 84 hs. de reactor operativo anuales. Consisten en arranques y subidas de potencia para pruebas en los detectores Campbell del Segundo Sistema de Protección del reactor CAREM.

**Nuevos proyectos:** En 2018 se encontraron en desarrollo dos nuevas facilidades experimentales: el análisis por rayos gama instantáneos de activación neutrónica (PGNAA) y el difractor de neutrones. El PGNAA es una técnica de análisis isotópico y elemental no destructiva. La difracción de neutrones es una de las técnicas más utilizadas y útiles para el análisis de la estructura de materiales. Solicitaron aproximadamente 20 hs. de reactor operativo anuales para pruebas y caracterizaciones.

**Tours y Visitas guiadas:** Como instalación relevante del CAB, el RA-6 recibe periódicamente un caudal de visitantes de distinta procedencia con intereses diversos acerca de las facilidades del reactor. A los fines de dinamizar y optimizar la recepción de visitantes se cuenta con un amplio espacio en el último piso del edificio auxiliar del RA-6 acondicionado como Sala de Visitas y Exposición Permanente. Allí se encuentra una ventana vidriada de 5 metros de extensión, desde la que se ofrece una vista panorámica de todo el Hall del Reactor. De esta manera, los visitantes pueden disfrutar intensamente la experiencia de visitar un reactor nuclear en funcionamiento, a pesar de no ingresar a la zona controlada.



Reactor de investigación RA-1  
Boca del tanque  
Centro Atómico Constituyentes

### Reactor de investigación RA-1

El reactor RA-1 está situado en el CAC y dedicado principalmente a investigación y entrenamiento.

### Actividades y logros en 2018

#### Operación del Reactor RA-1

La cantidad de horas de operación durante 2018 ascendió a 674:30 hs. Los usuarios fueron el proyecto interdepartamental “Evaluación del envejecimiento de la aislación de poliéster-éter-cetona (PEEK) de cables empleados para transmisión de señales y otros polímeros para cables de potencia”; el acelerador Tandem; el Laboratorio de Espectrometría de Masas, Física Experimental de Reactores; Daños por Radiación y el proyecto BNCT,

Crítico (hs)	659:30
Subcrítico (hs)	15
Cantidad de arranques	97
Cantidad de SCRAM	11

#### Asistencia Técnica

Se brindó asistencia técnica para:

- Proyecto cambio de la instrumentación nuclear y convencional del Reactor RA-0.
- Puesta en marcha y capacitación del personal del Reactor RA-4.
- Prueba de estanqueidad y presión de la contención de la Central Nuclear Embalse.

#### Capacitación y formación de recursos humanos

Instituto Dan Beninson:

- “Técnicatura en Aplicaciones Nucleares”
- “Ingeniería en Aplicaciones Nucleares”
- “Especialización en Reactores y Centrales Nucleares y su Ciclo Combustible”

Reactor RA-4:

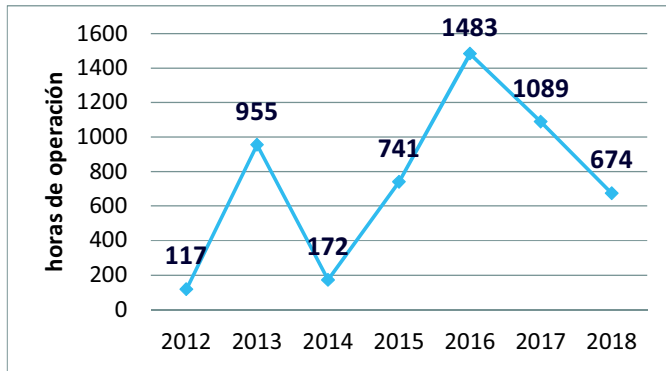
- Licenciamiento de personal

Proyecto Reactor RA-10:

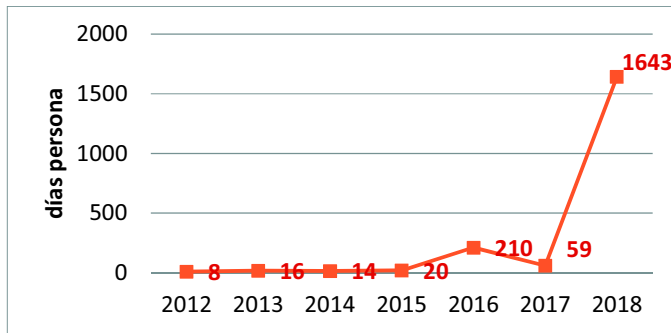
- Capacitación del personal técnico en distintas funciones.
  - Capacitación para obtención de Licencia Individual Clase 3 (1° grupo)

- Capacitación para obtención de Licencia Individual Clase 3 (2° grupo)
- Capacitación y entrenamiento en operación de reactores (1° grupo)

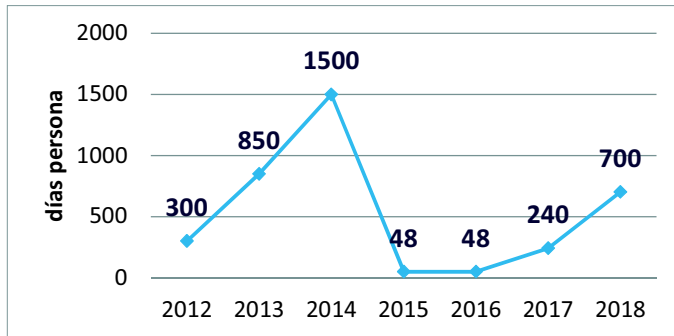
**Horas de operación reactor**



**Días persona dedicados a la capacitación de recursos humanos externos**



**Días persona afectadas a proyectos externos al reactor**



**Reactor de investigación RA-8**

El reactor RA-8, situado en el CTP, fue construido como facilidad crítica para el ensayo de los elementos combustibles del reactor CAREM y se encuentra actualmente en reserva. En noviembre de 2012 se trasladaron todas sus barras combustibles al reactor RA-6, quedando almacenadas en esa instalación en forma temporaria.



Reactor de investigación RA-8  
Facilidad crítica para reactor CAREM  
Centro Tecnológico Pilcaniyeu

**Reactor de investigación RA-0**

El reactor RA-0 se encuentra ubicado en el ámbito académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba y está dedicado a tareas educativas y de difusión de la actividad nuclear.

**Actividades y logros en 2018**

**Reactor**

- Se reemplazó un canal de arranque y se agregó otro (conectando ambos al SEAD).
- Se agregó un canal de marcha lineal (con conexión al SEAD y cambio de década automático).



Núcleo del Reactor de investigación RA-0  
Universidad Nacional de Córdoba

- El Laboratorio de Baja Tensión de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la UNC concluyó el diseño de la nueva instalación eléctrica.
- El Departamento de Estructuras de la dicha Facultad realizó la verificación estructural de la obra civil.
- La Secretaría Técnica de la misma concluyó el diseño preliminar del nuevo blindaje.
- Se operó el reactor para probar sistemas de instrumentación, para realizar laboratorios de Física de Reactores y para simular la aproximación a crítico de la CNE, entre otros fines.

#### Capacitación y divulgación

- Se dictó el curso “Metodología y Aplicación de los Radionucleídos” que fue reconocido para la carrera “Doctorado en Ingeniería” de la UNC.
- Se dictó para personal de la CNA II el curso “Capacitación Complementaria Inicial – Nivel II” en modalidad semipresencial. El mismo incluyó clases teórico prácticas, prácticas de Física de Reactores en el Simulador de Alcance Total de la central y la realización de Laboratorios de Física de Reactores en el RA-0 en forma remota.
- Personal del RA-0 participó como docente en el curso de “e-learning” que se dictó en la ciudad de Montevideo, Uruguay, organizado por el OIEA.
- Realización de tesis de grado en el RA-0 por parte de estudiantes de Ingeniería Electrónica. También se realizaron prácticas profesionales supervisadas de estudiantes de Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Computación.
- Realización de prácticas profesionales de estudiantes de nivel medio de colegios técnicos de la ciudad de Córdoba.
- Dictado el curso “Reactores Nucleares” para personal del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) y estudiantes de Física del último año de universidades de dicho país, organizado por la CNEA, la UNC y el IPEN en el marco del proyecto de cooperación regional del OIEA RLA0057. Se dictó en modalidad semipresencial, utilizando como soporte el Aula Virtual de LANENT, con clases a distancia y presenciales, y realizando laboratorios de Física de Reactores en el RP-10 (presenciales) y en el RA-0 (a distancia).
- Realización por personal de la CNE de aproximaciones a crítico en el RA-0 con el fin de poner a punto y validar el procedimiento de aproximación a crítico.

#### Desarrollo e investigación

- Desarrollo de un simulador de detector de radiaciones para prácticas de laboratorio.
- Obtención de un subsidio de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNC para el proyecto: “Sistemas para Enseñanza Remota de las Tecnologías Nucleares”.
- Presentación de trabajos en los siguientes congresos:
  - “XVII Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE)”.
  - “IV Congreso Argentino de Ingeniería” – “X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería”.
  - “III Congreso Argentino de Educación y Psicopedagogía (III° CAEP 2018)” de la Universidad Abierta Interamericana.
  - “III Conferencia Regional de Educación Superior de América Latina y el Caribe (CRES 2018)”.
  - “XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)”.
- Participación en la puesta a crítico de la CNE. Se desarrolló un sistema de acoplamiento óptico al escalímetro de un canal de arranque, lo que permitió tomar datos de uno de dichos canales, que una vez digitalizados se almacenaron y se calculó el tiempo de duplicación, siguiendo el mismo método utilizado por el personal de la CNE, pero en forma automática.

#### Reuniones

- Participación en la Reunión Técnica del OIEA “Role of Research Reactors in Human Capacity Building in Support of Nuclear Technology”. En ella se expusieron ante referentes de reactores de investigación de todo el mundo, las actividades de formación de recursos humanos ejecutadas por los reactores de investigación de la Argentina. Adicionalmente se hizo una demostración de las facilidades de “hardware” y “software” disponibles en el RA-0 para la capacitación a distancia.
- Exposición de trabajos en la “XLV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear”.
- Exposición de trabajos en el “Congreso Argentino de Ingeniería (CADi)”, desarrollado en la Ciudad de Córdoba.

### Reactor de investigación RA- 4

El reactor RA-4 se encuentra ubicado en el ámbito académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario y está dedicado a tareas educativas y de difusión de la actividad nuclear.

#### Actividades y logros en 2018

Las principales actividades desarrolladas en 2018 en el RA-4 fueron las siguientes:

- Puesta en valor de laboratorio de mediciones y armado de cadenas de medición.
- Cambio de cables y luminarias y modernización de los tableros eléctricos.
- Desarrollo e implementación de nuevo “software” para analizador multicanal.
- Caracterización y reparación de pre-amplificador del canal de arranque del reactor.
- Implementación de un sistema electrónico de separación galvánica diseñado íntegramente por el personal que permitirá llevar adelante los proyectos de investigación vigentes.
- Operación del reactor en el marco de distintos proyectos de investigación para la obtención de datos y para entrenamiento para la obtención de autorizaciones específicas por la ARN.
- Obtención de la Licencia de Operación del reactor por tres años, que incluye una revisión integral de seguridad, y de Autorizaciones Específicas para 2 Jefes de Reactor, 3 de operadores y 3 de oficiales de radio protección.

- Asesoramiento en protección radiológica a la empresa IZUCO en el marco de la instalación de una Nave “Scanner” en el puerto de Rosario.
- Capacitación de personal del reactor en Radio física Sanitaria y equipos de Rayos X y participación en prácticas de capacitación, formación y entrenamiento en el reactor RA-3 con el fin de replicar dichas prácticas localmente.
- Continuación del dictado de cursos y seminarios y realización de talleres sobre temática nuclear.
- Continuación de la realización de prácticas y entrenamientos en el reactor.
- Continuación del programa de visitas a la instalación de alumnos de niveles medio y universitario.
- Participación en las reuniones anuales de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear y de la Asociación de Física Argentina, y en el Seminario “Energía nuclear, pasado presente y futuro” en el marco del ciclo de energías de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rosario.



Reactor de investigación RA-4  
Universidad Nacional de Rosario

### Nuevo reactor experimental multipropósito RA-10

El propósito de este proyecto es el diseño, construcción, licenciamiento, puesta en marcha y operación de un nuevo reactor multipropósito, de investigación y producción de radioisótopos, el reactor RA-10, a fin de:

- Aumentar la producción de radioisótopos en escala comercial para el abastecimiento del mercado local y regional y parte del internacional a través del incremento en la producción de molibdeno-99 y la generación de nuevos radioisótopos.
- Desarrollar ensayos de nuevos combustibles y materiales nucleares a través de la implementación de facilidades para la irradiación de miniplacas y combustibles para reactores experimentales del tipo MTR, combustibles de reactores de potencia, materiales estructurales para estudios de daño por radiación y corrosión, y materiales constitutivos del recipiente de presión de reactores de potencia para estudio de su fragilización.
- Desarrollar aplicaciones tecnológicas y abordar temas vinculados con la investigación básica en los campos de la ingeniería nuclear, la ciencia y tecnología de materiales, la física de la materia condensada, la química y la biología, a través de técnicas neutrónicas basadas en el uso de neutrones térmicos y fríos.

El logro de las metas indicadas demanda no sólo el desarrollo del reactor sino también de un plan de desarrollo de aplicaciones con miras a generar, a futuro, el pleno uso de las instalaciones previstas.



Reactor de investigación multipropósito RA-10 (en construcción)  
Instalación de la pileta  
Centro Atómico Ezeiza

### Actividades y logros en 2018

Durante 2018 se registraron avances significativos para el proyecto tanto en términos de obra como de formación de personal. Principalmente se desarrollaron frentes de obra civil en todos los edificios del complejo, logrando llevar el edificio de reactor desde la cota -6,00 mts a principio de año y hasta los + 4,00 mts al cierre del mismo. El edificio de guías de neutrones inició el período con labores previas a la platea de fundación y finalizó el año en nivel +4,00 mts, al igual que el edificio auxiliar, el cual avanzó desde la fundación misma hasta el nivel +8,00 mts. En cuanto al edificio de servicios se destaca que es el último en iniciarse y se realizó en el período 2018, desde la excavación y preparación del suelo hasta los cañeros o ductos subterráneos y la impermeabilización de suelo, previo a la colada del hormigón de la platea de fundación. Finalmente, el edificio de capacitación de operadores fue finalizado durante 2018, equipado con mobiliario e informatizado y posteriormente entregado para su uso. En líneas generales la obra civil tuvo avances en todos los frentes de obra, particularmente en lo que a hormigón y mampostería se refiere. Se registró un avance anual de la obra civil cercano al 22%, acumulando un total de 62% a finales del período.

Por otro lado, el avance en obra del convenio para el Suministro, Instalación y Ensayos Preoperacionales de Estructuras, Sistemas y Componentes para el Reactor Multipropósito Argentino RA-10, tuvo sus hitos más significativos en el montaje (posicionamiento definitivo) de la pileta del reactor y del tanque de decaimiento del sistema primario de refrigeración. Durante el transcurso del año se proveyeron e instalaron todos los componentes y cañerías embebidos en losas, tabiques y “block” del reactor, de forma tal de asegurar el correcto desarrollo de la obra civil. El avance anual en este sentido fue del 4,7%, logrando un acumulado total para el acuerdo mencionado de 41,2%.

Tuvo continuidad el “Plan de Capacitación del Plantel de Operación del Reactor RA-10”, el cual fue instrumentado por el Instituto Dan Beninson. El grupo de técnicos (Nivel III) realizó prácticas complementarias supervisadas en instalaciones del reactor RA-3 y capacitaciones teórico-prácticas en las instalaciones del reactor RA-1. Este grupo obtuvo las Licencias Individuales para las funciones genéricas de “Operador” y “Oficial de protección radiológica”, como así también, las licencias de Operador y Oficial de Protección Radiológica. Por otro lado, el plantel de operadores en formación (Niveles I y II) continuó con la etapa de Capacitación Específica B. De acuerdo a las actividades desarrolladas, se calcula un avance físico global acumulado para el proyecto, al cierre del 2018, del 55,7%, lo que implica un crecimiento anual del 7,2 %. Finalmente, en términos presupuestarios, el proyecto recibió un monto total de \$1.150M y logró una ejecución del 99,1%.

### Área Temática Reactores de Potencia

**Misión:** “Planificar, implementar y gestionar las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, diseño, ingenierías, puesta en marcha, servicios y formación de recursos humanos en el área de reactores nucleares de potencia, asistiendo a las autoridades de CNEA en los temas de incumbencia”.

**Objetivo Estratégico 1:** Promover y contribuir a la realización de los diseños, construcción, licenciamiento, puesta en marcha y operación de futuras centrales nucleares de potencia.

**Objetivo Estratégico 2:** Ser la organización de soporte tecnológico (TSO) de las centrales nucleares, proveyendo asistencia tecnológica en diseño, licenciamiento, construcción, operación y desmantelamiento.

Objetivo específico 2.1: Mantener e incrementar la capacidad en investigación y desarrollo tecnológico y en áreas de ingeniería especializadas.

Objetivo específico 2.2: Implementar capacidades de ingeniería para evaluar las nuevas tecnologías y propender a una participación relevante en los proyectos de las futuras centrales.

Objetivo específico 2.3: Actualizar en forma permanente la información tecnológica de las centrales nucleares en todas sus etapas y optimizar su uso.

Objetivo específico 2.4: Brindar soporte tecnológico a la Central Nuclear Embalse en su Plan de Extensión de Vida (PEV), a la IV y V central nuclear de potencia y a las futuras centrales nucleares a definir.

**Objetivo Estratégico 3:** Implementar un programa de seguimiento de nuevas tecnologías de reactores nucleares de Generación IV y sus ciclos de combustible para evaluar y generar líneas de investigación y desarrollo asociadas.

Objetivo específico 3.1: Profundizar los estudios y evaluaciones con el objeto de generar la línea de acción de Generación IV.

Objetivo específico 3.2: Promover la participación en proyectos internacionales a través de la colaboración en proyectos específicos.

**Objetivo Estratégico 4:** Asegurar la propiedad intelectual y poner en valor los desarrollos del área de reactores de potencia para los eventuales contratos de uso y de transferencia y/o asistencia tecnológica.

Objetivo específico 4.1: Promover y fiscalizar la cultura de propiedad intelectual de los desarrollos de CNEA.

Objetivo específico 4.2: Relevar las capacidades de investigación, desarrollo, innovación, ingeniería y facilidades e instalaciones experimentales de CNEA y poner en valor sus productos.

### Central Nuclear Argentina CAREM

El Proyecto CAREM tiene por objeto la construcción del prototipo del reactor nuclear de baja potencia CAREM 25 diseñado y desarrollado por la CNEA, que presenta dos aspectos característicos esenciales: sistemas pasivos de seguridad (que no dependen de alimentación eléctrica externa) e integración de todo el circuito primario, parte del circuito secundario y los mecanismos de control en un solo recipiente de presión autopresurizado, lo que elimina bombas y otros dispositivos, disminuyendo a la vez la cantidad y el tamaño de las cañerías del sistema. Entre las principales prestaciones que puede ofrecer el CAREM se pueden mencionar: abastecimiento eléctrico de polos industriales y otras instalaciones que requieren un alto consumo (por ejemplo, plantas de desalinización de agua de mar) o el abastecimiento de regiones aisladas o alejadas de los grandes centros urbanos. La Argentina se perfila como uno de los líderes en la construcción de pequeños reactores de potencia.

Las centrales CAREM se presentan como una alternativa óptima para generar electricidad destinada al consumo interno y también para ser exportada a otros países, ya que la simplicidad de su diseño facilita su construcción y montaje en fábrica, volviéndola ideal para países que dan sus primeros pasos en materia de generación nucleoelectrónica.

#### Actividades y logros en 2018

##### Infraestructura

Las novedades más relevantes en lo referido a las obras en desarrollo en el sitio de emplazamiento del CAREM 25 fueron:

- **Construcción del edificio del reactor:** Luego de la firma del contrato para la “Ejecución y Finalización de la Obra Civil del Edificio del Reactor CAREM25” con la empresa Techint (10 de julio de 2017), se dedicó la segunda mitad de ese año en reorganizar el sector del obrador y a ejecutar algunas de las tareas previstas, aunque supeditadas a la evolución de otros trabajos. Tras completarse durante el primer trimestre de 2018 el montaje en obra del módulo 3 del “liner” de la contención, se comenzó a trabajar fuertemente en el armado de encofrados y armaduras que permitieron, el 28 de septiembre, dar comienzo a una serie de vertidos de hormigón autocompactante, que incluyó el hormigonado de los tabiques interiores radiales y los tabiques circulares de los anillos exterior e interior y losas intermedias. Esta etapa finalizará con la losa del nivel “+/- 0.00 m” de la contención (tarea prevista para comienzos de 2019).

En forma paralela, la empresa contratista continuó avanzando durante el año en el sector administrativo del edificio y en otros frentes de la construcción.

- **“Liner” de la contención:** Entre fines de febrero y comienzos de marzo se completó el proceso de montaje del módulo 3, que fue instalado plancha por plancha directamente en la obra (en lugar de ser construido fuera de la obra y luego colocado completo en un sólo movimiento, como otros módulos). De esta manera, una vez completado su montaje se procedió al armado de armaduras y encofrados que permitieron, hacia fines de septiembre, comenzar el vertido de hormigón en los tabiques internos y externos de la contención.

Por otra parte, en relación a los siguientes componentes del “liner” de la contención, sobre el mes de octubre se completó la fabricación del módulo 8 (otro componente de gran porte: 19 m de diámetro por más de 8 m de altura, y un peso de más de 80 toneladas), que se estima será montado en obra entre marzo y abril de 2019.

- **Balance de planta (BOP):** Luego de que durante la segunda mitad de 2017 se avanzara con los primeros movimientos de suelo, el armado de obradores y la limpieza del terreno del BOP y las instalaciones vinculadas, en marzo de 2018 comenzó la construcción del edificio del turbogruppo. El primer paso consistió en el vertido de más de 170 m<sup>3</sup> de hormigón, consolidando la primera de las seis etapas de hormigonado que demandó la construcción de la fundación del turbogruppo. Los equipos principales de esta instalación (la turbina, el generador y el condensador), que habían superado exitosamente las pruebas de funcionamiento en fábrica a principios de año, arribaron al predio a fines de abril y quedaron a la espera de su posicionamiento dentro del edificio, concretado en



Proyecto CAREM - Cimientos del edificio del reactor



Proyecto CAREM – Colocación de un “liner” (revestimiento interno de acero del blindaje de contención)

noviembre, lo que permitió continuar con la construcción del edificio (que a fines de año alcanzaba un avance cercano al 50%).

**Otros avances**

- **Recipiente de presión (RPR):** Continuaron los trabajos de construcción del Recipiente de Presión en las instalaciones que la empresa Industrias Metalúrgicas Pescarmona S.A. (IMPESA) posee en la provincia de Mendoza, bajo la permanente supervisión del distintos sectores de CNEA. Entre las principales actividades realizadas durante 2018, se destacan:
  - Calificación del procedimiento “cladding” con inconel.
  - Fabricación de los escalones para soporte de cañerías internas.
  - Finalización de la vinculación de los forjaditos (penetraciones) al cuerpo del RPR.
  - Soldadura circunferencial del casquete de la tapa del RPR.
  - Puesta a punto de la maquinaria para realizar “cladding” en penetraciones.
- **Turbogruppo/BOP:** Con respecto a la Ingeniería del Balance de Planta, en febrero se realizó el HAZOP (Análisis Funcional de Operatividad) general de planta, y con ello el cierre de los P&ID y la documentación principal de ingeniería básica. También se realizaron los cierres de la maqueta, que para mediados de año alcanzó el 90%, lo que representó un avance muy importante en relación a la ingeniería de cañerías. También se logró un destacado avance en la ingeniería de detalle de las diferentes especialidades y de los principales proveedores (alcanzando un porcentaje cercano al 80%). Uno de los aspectos en los que más se avanzó en 2018 fue la compra y fabricación de los principales suministros, agregándose también diferentes pruebas de funcionamiento en origen. Desde que en marzo se realizaron las pruebas en fábrica de las bombas del terciario (en México), se sucedieron luego pruebas FAT del Sistema de Control del BOP (octubre, en Alemania); pruebas de varias de las bombas -como las de alimentación de agua desmineralizada, de enfriamiento convencional y de reposición de agua desmineralizada del secundario- (noviembre, en Vicente López, Buenos Aires); la prueba hidráulica del cuerpo principal y economizador de la caldera auxiliar (noviembre, en Uruguay); la prueba hidráulica del tanque desgasificador del circuito secundario (noviembre, en Quilmes, Buenos Aires); y pruebas de las bombas principales del circuito secundario del reactor (diciembre, en Mendoza). Se espera lograr durante 2019 el montaje en obra de todos estos equipos.
- **Sistema de Control y Monitoreo de Procesos (SCMP):** Luego de que en noviembre de 2017 arribaran al país para realizar las pruebas FAT, en junio fueron recibidos en el Predio CAREM los componentes del SCMP, luego de lo cual se comenzó a trabajar en la integración de los diferentes sistemas y en la actualización del “software”. Además, fue adquirido el Emulador del T3000 (la plataforma de implementación del SCMP), que permite generar en el simulador “full scop” el mismo ambiente que ve el operador en la Sala de Control.
- **Generadores de vapor (GV):** A fines de enero, la empresa FAE (subsidiaria de CONUAR) completó la producción de los 700 tubos de Inconel 690 necesarios para conformar las camisas concéntricas que formarán parte de los GV. En relación a su futura fabricación, el grupo de Ingeniería Mecánica del proyecto CAREM y equipos de trabajo de CONUAR continuaron preparando los procedimientos y el herramental necesario para la construcción de un “GV PRE SERIE” que servirá para validar el proceso productivo de la totalidad de los doce GV del CAREM 25.
- **Máquina de Recambio de Elementos Combustibles (MREC):** Durante 2018 se realizó el ensayo de la telepinza, mediante la cual se valida el diseño de sujeción para transporte de los elementos combustibles (EECC). Por otra parte, se planificaron las tareas del desarrollo de ingeniería de detalle del Puente de Inspección, que será el encargado del trasladar la capsula de transporte de EECC. Esta Ingeniería se desarrollará durante 2019.
- **Procesos:** Durante el primer semestre finalizaron los contratos principales de la ingeniería de detalle de los sistemas de procesos auxiliares y de distribución, lo que permitirá iniciar los procesos de compra de los equipos correspondientes a estos sistemas.
- **Combustibles:**
  - CONUAR completó durante 2018 la calificación del proceso de producción de las pastillas de uranio enriquecido diseñadas por la CNEA. En relación a los propios EE.CC., la empresa continúa con la fabricación de diversos componentes, tales como las vainas para las barras combustibles; cajones y boquillas; las arañas de los CBC; las grillas de los separadores elásticos; entre otros, que serán necesarios para armar los primeros subconjuntos de los EE.CC. y barras del sistema de control de reactividad.
  - Culminación de la puesta a punto de los procesos de fabricación de las pastillas combustibles de uranio natural y óxido gadolinio para los elementos combustibles del Reactor CAREM 25. Finalización de la reestructuración de la Planta de Fabricación y del acondicionamiento de equipos. Instalación de un horno de alta temperatura.
  - Presentación del informe “Estimación de la liberación de productos de fisión en barras combustibles para el reactor CAREM 25 mediante el código DIONISIO”. IN-CN-2002-03/18(2018) Rev. 0.
- **Sensor de Posición de Barras de Control del Reactor:** Se continuó trabajando en la ingeniería básica del sensor de posición del MSAC y MSER, en la ingeniería básica de la electrónica de medición del sensor del MSAC y en el desarrollo del plan de trabajo del sensor del MSAC para el CAPEM.



Proyecto CAREM  
Recipiente de presión



Proyecto CAREM - Detalle del prototipo de elemento combustible

**Recursos humanos**

Durante 2018 el Proyecto recibió el impacto de las particularidades suscitadas dentro del Estado Nacional. Esto produjo una reducción de la plantilla asociada a diferentes factores como los retiros voluntarios o la tendencia a trasladarse hacia el sector privado en busca de mejores condiciones salariales. Se suma a esto la restricción para incorporar personal ya sea por vía directa como a través de los contratos con universidades nacionales. Entonces, la cantidad de empleados directos del proyecto CAREM pasó de 295 en 2017 a 261



Proyecto CAREM - Generador de vapor

en 2018. Como aspecto positivo, cabe resaltar que se logró durante ese período formalizar la contratación de 67 agentes que se encontraban vinculados a través de la UNSAM.

En resumen, de los 261 integrantes del Área CAREM al 31 de agosto de 2018, 40 pertenecen a la Planta Permanente, 214 están contratados bajo la modalidad CPF y también hay 7 becarios de diferentes especialidades. Cabe resaltar que el Proyecto CAREM brinda trabajo en forma directa (esto es: considerando al personal del área CAREM; de otros sectores de la CNEA; de las empresas asociadas y contratistas, y sus subcontratistas; y de las empresas de servicios, mantenimiento, etc.) a cerca de 1.200 personas.

#### Principales contratos:

- **INDUSTRIAS METALÚRGICAS PESCARMONA S.A. (IMPESA):** Continúa vigente el contrato firmado a fines de 2013 para la construcción y el montaje del recipiente de presión del reactor CAREM (el mismo abarca: provisión del grupo de suministro RPR; ingeniería y ejecución de la soldadura en obra entre las placas tubo de los generadores de vapor y los plena del RPR; provisión correspondiente al grupo de suministro soporte del RPR; provisión correspondiente a las estructuras soporte de núcleo; comprobación en taller del correcto montaje del conjunto RPR-BARREL; traslado del conjunto de todos los componentes al sitio de obra; montaje del conjunto en el edificio; y provisión de los manuales de calidad y mantenimiento en idioma español.
- **TECHINT:** continúa vigente el contrato firmado el 10 de julio de 2017, que fuera consecuencia del proceso de Licitación Pública N°6/2016 “Ejecución y Finalización de la Obra Civil del Edificio del Reactor CAREM 25”, que estableció la empresa contratista que estaría a cargo de finalizar la construcción del edificio principal del prototipo. El contrato (que originalmente vencía hacia fines de 2019) fue prorrogado hasta principios de 2021.
- **CONUAR S.A.:** continúan vigentes los contratos para la fabricación de los elementos combustibles nucleares; de los conjuntos de barras de control; y de los distintos módulos y componentes del “liner” de acero que recubre la contención. Además, luego de que durante 2017 concluyera el contrato para el “Plan de ensayos y desarrollos de procesos de manufactura de los Generadores de Vapor” que cerró la primera etapa de la validación del proceso de producción de los GV, se avanza en la producción del primer prototipo del GV, el cual permitirá validar todo el proceso productivo y dar paso a la construcción de los 12 módulos. En este sentido, un paso importante fue la provisión por parte de la subsidiaria FAE de los más de 700 tubos de Alloy 690 de 35 metros de largo cada uno, con los que se construirán las camisas de tubos helicoidales que forman parte de los GV. Antes de fin de año, luego de un proceso de licitación, a CONUAR también fue adjudicada la fabricación de embobidos de las piletas inferiores y superiores, el canal de transferencias y otros componentes asociados, dentro del edificio del reactor. Este trabajo está en ejecución desde mediados de 2018 y se estima estará completo hacia fines de 2019. Se mantienen además algunos contratos menores con CONUAR para la provisión de pequeños componentes y piezas específicas.
- **TECNA:** Continúa vigente el contrato firmado para la provisión “bajo la modalidad llave en mano” del diseño, ingeniería, fabricación, suministro, transporte, construcción, montaje, puesta en marcha y ensayo hasta la habilitación comercial de todas las instalaciones, equipos y sistemas que conforman el balance de planta del reactor.
- **SIEMENS:** Continúa vigente el contrato para la provisión del Sistema de Control y Monitoreo de Procesos (SCMP) del reactor, luego de la entrega de los equipos que fue concretada a mediados de 2018.
- **INVAP S.E.:** Continúan vigentes contratos para fabricación, calificación y suministro del Sistema de Instrumentación Neutrónica del Segundo Sistema de Protección del reactor; para el suministro de instrumentación ‘incore’ para detectores autogenerizados; y para el desarrollo de ingeniería de detalle de procesos de los sistemas principales.

Otros contratos relevantes en desarrollo son: **Babcock Noell GMBH** (compuertas SAS); **Besna S.A.** (cálculos termohidráulicos); **Bureau Veritas Argentina S.A.** (contratación de personal para refuerzo de los grupos de inspección de obras, se mantiene vigente un servicio de consultoría geotécnica para el BOP y de ingeniería mecánica y de procesos); **MSF Tech S.A.** (servicios de ingeniería de robótica); **Secin S.A.** (diseño, fabricación y supervisión del montaje y puesta en marcha del puente grúa principal); **Delta 3 S.R.L.** (consultoría en temas de “piping”); **Fontán Balestra** (ingeniería y cálculos estructurales del edificio CAREM); **Fundación Universidad Nacional de Cuyo** (dos contratos: uno para la calificación sísmica de la cadena cinemática y el otro para el completamiento de la ingeniería civil de edificio del reactor); **Hochtief Solutions** (asistencia técnica y de ingeniería del “liner” de la contención); **Ingelsud** (estudio y revisión de ingeniería de detalle de instrumentación de procesos); **Hugo M. Levy** (revisión de ingenierías básica y de detalle del BOP); **Nuclearis** (ingeniería de detalle de los sistemas de procesos auxiliares); **Tecnatom** (elaboración de especificaciones técnicas de válvulas); y **Vortex Design Solutions S.R.L.** (consultoría de ingeniería mecánica y de cañerías).

### Asistencia técnica a centrales nucleares

#### Actividades y logros en 2018

En 2018 se llevaron a cabo las siguientes asistencias tecnológicas a las centrales nucleares, según el “Convenio entre la Fundación Balseiro y Nucleoeléctrica Argentina S.A” vigente:

#### Asistencias Técnicas a las Centrales Nucleares Atucha I y II y Embalse A la Central Nuclear Atucha I

- Continuación de la implementación de una campaña de medición de dosis en servicio en distintos recintos de la Central por medio de dosímetros de alanina (CP-AI-II-09/16).
- Última medición de los 8 sensores de corrosión instalados durante 2016 en el edificio de almacenamiento en seco de elementos combustibles quemados (ASECQ). De esta manera se completó y se cerró el contrato CP I-II 04-15, y se espera la aprobación de un próximo contrato para continuar con el monitoreo de los mismos.

- Finalización de la asistencia en Gestión de Envejecimiento en la revisión independiente, para su presentación ante la ARN, de los informes de Evaluación de Estado de Equipos y Componentes, y la adecuación de los mismos al proceso de extensión de vida de la central. Se realizó la revisión de 15 informes de Evaluación de Estado de Sistemas, Estructuras o "Commodities" elaborados por NA-SA (CP AI-II-04/17).
- Finalización de la asistencia técnica en el área de Gestión de Envejecimiento de cables a fin de evaluar el estado actual de los cables, realizar especificaciones técnicas para la compra de cables con requerimiento de calificación ambiental, y proponer una metodología para determinar el perfil envolvente para la calificación ambiental en ambiente severo de cables IE. Se realizaron distintas caracterizaciones de materiales de cables en el marco de la evaluación de estado de cables eléctricos y de I&C (CPAI-II 03-16).
- Continuación del proceso de calificación para cables de goma siliconada instalados en la Central para demostrar su capacidad de desempeño en condiciones de accidente nuclear. La tarea corresponde al plan de actividades presentado a la ARN para cumplir los requisitos de establecimiento del programa de calificación de equipos y para la renovación de licencia en el marco del proyecto de extensión de vida de la central. Se determinó la energía de activación de dos familias de cables y se están realizando los envejecimientos térmicos y por radiación acelerados para simular la operación normal para la vida útil esperada de la planta. Luego se someterán los cables a ensayos con vapor a presión para simular accidentes tipo LOCA (CPAI-II 03-17).
- Con el objetivo de complementar con los TLAAS requeridos para la extensión de vida, continuación de la asistencia técnica a NASA mediante cálculo de "stress analyses", análisis de fatiga, estratificación y fatiga ambiental de los sistemas TA (Sistema de control de volumen), TB (Sistema de inyección de boro), y TJ (Sistema de inyección de seguridad), RW (Sistema de purga de GV). Se relevaron los datos geométricos existentes y faltantes en los sistemas antes mencionados, necesarios para realizar los cálculos de "stress" y fatiga (CPAI-II 11-16).
- Continuación de la evaluación de cajas de conexión eléctrica instaladas para la calificación ambiental de las mismas. Relevamiento de las cajas instaladas en la ronda, a través de recorridas, con el objetivo de obtener todas las configuraciones posibles y realizar una configuración para ensayos de calificación abarcativa posible de lo instalado en planta. Elaboración de la especificación técnica para los ensayos de calificación e informes con los resultados obtenidos de pruebas en la cámara LOCA con las borneras sin caja y las recorridas mencionadas (CPAI-II 08/16).
- Diseño de un dispositivo para la extracción de muestras del canal refrigerante extraído de posición N-24 del reactor, el cual deberá funcionar de forma remota subacuática en Casa de Piletas I. Actualmente, se está construyendo el dispositivo (CPAI-II 01-17).
- Realización de la metrología de 5 canales de refrigeración, durante la parada programada 2018. La tarea incluyó las mediciones de longitud y diámetro interno, análisis de resultados y elaboración de informes técnicos (CPAI-II 03/18).
- Realización de los siguientes análisis de falla: acoples bombas RL, y caño medidor de nivel de generador de vapor. También se realizó un análisis de vibraciones de la bomba RRI ID001 (CPAI-II 09/16).
- Asistencia técnica para la ejecución del Proyecto de Almacenamiento de Combustibles Quemados (ASECQ).
- Asistencia técnica en ingeniería para el informe preliminar de seguridad del ASECQ.
- Desarrollo de ingeniería básica para dispositivos de maniobras operativas en carga de elementos combustibles quemados en piletas de maniobras de la CNA I – PILETAS I.
- Control y revisión de ingeniería básica del prototipo de Contenedor de Almacenamiento Temporal Externo a la CNA I y II y la próxima central en el Predio Atucha.
- Control y revisión de ingeniería de detalle de instrumentación y control para el contenedor de traslado y para el aljibe de transferencia de los EE.CC. quemados en el ASECQ.
- Seguimiento del montaje de obra en el ASECQ – Resolución de no Conformidades.



Central Nuclear Atucha I  
Núcleo del reactor

#### A la Central Nuclear Atucha II

- Continuación de la implementación de una campaña de medición de dosis en servicio en distintos recintos por medio de dosímetros de alanina (CP-AI-II-09/16).
- Finalización de la implementación de la estrategia de envejecimiento A, la definición de la estrategia de envejecimiento B, y la generación de la estrategia de gestión de envejecimiento A2 del programa de Gestión de Envejecimiento (PGE) y vigilancia de cables de la Central. Incluye el relevamiento de datos de temperatura y radiación de las muestras de vigilancia durante los primeros tres períodos de operación a plena potencia de la central, la definición de familias de cables, y la realización de ensayos de tracción y módulo de "indenter" para determinar la condición inicial de las familias incluidas en las estrategias A, A2 y B. Se entregó la evaluación de estado inicial de cables, contemplando todos los resultados obtenidos, y curso a seguir para completar la implementación y realizar el seguimiento del PGE de cables (CPAI-II-11-14).
- Realización del análisis de falla del acople de bombas diésel, tornillos de bombas PEC 20.
- Asistencia técnica para el control de funcionamiento rutinario de los ENCODERS de la máquina de carga.



Centrales Nucleares Atucha I y II  
Lima - Provincia de Buenos Aires

#### A la Central Nuclear Embalse

- Terminación de la asistencia técnica al proyecto de extensión de vida correspondiente al diseño e implementación de un programa de vigilancia de los cables de la central, en su segundo ciclo de operación. Se finalizó el diseño de los canastos porta muestras de cables, con la entrega de 126 planos constructivos. Se realizó la caracterización de materiales de cables tipo 501, que representan aproximadamente el 50% de los cables instalados en planta, con la correspondiente entrega de informe con los resultados (CP DPEV 001-16).



Central Nuclear Embalse – Extensión de vida – Nuevo generador de vapor

- *Elaboración del Manual de Gestión de Envejecimiento de la Central (MGE-CNE). Se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de las guías del OIEA, principalmente la SSG-48. La elaboración de este manual es un requisito obligatorio para el licenciamiento, según lo establecido en el Documento Marco de Licenciamiento correspondiente. En su carácter de documentación mandatoria el MGE posee varias instancias de revisión: el Comité Interno Asesor de Seguridad (CIAS) de la Central, el Comité de Revisión Técnica (CRT) de NASA y la propia ARN. Se prestó asistencia en todas estas instancias de revisión. Finalmente se presentó a la Central una propuesta de plan de implementación de los procesos y tareas descriptos en el MGE (CP-E-01-15).*
- *Puesta en marcha del emulador IBM 9300, incluyendo el entrenamiento de personal y la generación de “back-up” (CP AI-II 09/16).*
- *Participación en el proyecto de Extensión de Vida con la instalación de dos obradores con personal permanente, sirviendo de apoyo a los grupos de tareas de distintos sectores de la CNEA, particularmente a dos actividades troncales que fueron el diseño y provisión de un sistema adicional de detección de pérdida en el intercambiador del moderador y la realización de la prueba de presión y estanqueidad del edificio de contención.*
- *Caracterización de defectos presentes en Membranas JND de acero inoxidable removidas de la Central.*
- *Determinación de las propiedades mecánicas a la tracción y estimación del tamaño de grano de tubos vaina de Zry-4 que será empleado en el armado de las lanzas de medición de flujo neutrónico.*
- *Diseño de un nuevo separador rígido destinado a mejorar la redistribución de caudales en los diferentes subcanales de refrigeración en el marco de la Adenda 2 del Contrato firmado por NASA y CNEA por la provisión de la ingeniería de un elemento combustible alternativo.*

#### **Asistencia técnica al proyecto CAREM**

- *Continuación de las mediciones de los 8 sensores de corrosión instalados durante el 2016. En particular se hicieron dos campañas de medición (abril y agosto).*
- *Continuación de la asistencia técnica para el desarrollo de especificaciones técnicas para cables de potencia y comando no importantes para la seguridad, para el desarrollo de la especificación técnica de cables de potencia sin requerimiento para la calificación ambiental, y la revisión de especificación técnica de cables para el proyecto provista por INVAP S.A. (ATR-CAREM25E-2-C0003).*
- *Continuación de la asistencia técnica para evaluar la factibilidad de calificación del desarrollo de las penetraciones de I&C clase 1E sujetos a condiciones de accidente base de diseño (ATR-CAREM25I-14-A0190).*
- *Comienzo de la asistencia para la realización de los ensayos necesarios para determinar la factibilidad de la calificación del esquema de pintura N309 para su uso en inmersión en agua desmineralizada y aire, para verificar la factibilidad del uso como terminación superficial del “liner” de acero al carbono en recintos húmedos del reactor, asesoría técnica en revisión de documentación y elaboración de plan de ensayos correspondiente (ATR-CAREM25DO-1-M6500).*

#### **Asistencia técnica a la empresa CONUAR-FAE**

- *Ensayos de corrosión según norma ASTM A262 Práctica E sobre tubos de Incoloy 800 (SAT 656).*
- *Ensayos de corrosión potencio dinámico sobre tubos de Incoloy 800 con y sin formador de rendijas (SAT 657).*
- *Ensayos de Corrosión Bajo Tensión (CBT) sobre tubos Incoloy 800 curvados en U según norma ASTM G36 y con preparación de muestras en C según ASTM G38 (SAT 665).*
- *Ensayos de corrosión intergranular de tubos de incoloy 800 con distinta preparación de la superficie (decapado, pulido y cepillado) (SAT 666).*
- *Evaluación de resistencia a la corrosión intergranular en tubos de acero inoxidable AISI 304 con costura (SAT 669).*
- *Ensayos de Corrosión Bajo Tensión (CBT) sobre tubos Incoloy 800 curvados en U según norma ASTM G36 y con preparación de muestras en C según ASTM G38 con y sin granallado final (SAT 680).*
- *Ensayos de corrosión ASTM G48 sobre tubos Incoloy 800 con y sin granallado (SAT 681).*
- *Caracterización de la microestructura de tubos de Ti Gr.9 de distintos fabricantes (SAT 693).*
- *Laminación de treinta barras de cobre para la fabricación de las bobinas de posición del CAREM.*
- *En el laboratorio LMFAE del CAE, caracterización microestructural de tubos extrudados de Zr2.5%Nb de procedencia rusa y laminación experimental de dichos tubos para una eventual provisión por parte de CONUAR de tubos de presión tipo CANDU a la Central Bruce (Ontario, Canadá).*

#### **Actividades de investigación y desarrollo**

- *Estudio de efectos del envejecimiento térmico y por radiación en cables de goma siliconada para su uso en centrales nucleares de potencia.*
- *Ensayos de temples instrumentados sobre probetas de acero al carbono y de baja aleación y su correspondiente estudio metalográfico y simulación numérica de parámetros térmico-metalúrgico-mecánicos. Esta línea de investigación de presentó en la “Conferencia del Acero” en octubre del 2018 bajo el título de “Ensayos de temple sobre probetas de acero – análisis de transferencia de calor y microestructuras resultantes”.*

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

Las centrales nucleares de potencia, los reactores experimentales 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, de monitoreo y de procedimientos de mantenimiento y operación que minimicen los riesgos de fallas y reduzcan costos.

El objetivo de las actividades de la CNEA en este campo es contar con las capacidades nacionales necesarias para dar respuesta a los requerimientos futuros durante todas las etapas de la vida de la instalación: el diseño, la puesta en operación, la operación segura y confiable con alta disponibilidad, los análisis de extensión de vida y la salida de servicio. A tal fin elabora planes de gestión de vida para los principales componentes de las centrales nucleares de potencia y demás instalaciones nucleares e incrementa la asistencia técnica a las mismas a partir del desarrollo de metodologías para la gestión de vida y la prevención de fallas en servicio de sistemas, estructuras y componentes, mediante ensayos no destructivos y estudio de materiales y aleaciones, calificación ambiental de componentes, así como el diseño e implementación de equipos de instrumentación y control de uso nuclear para la gestión de la obsolescencia y su análisis de compatibilidad electromagnética para equipos que reemplacen los obsoletos por cambio de tecnología.

También se realizan “work shops” en el marco de proyectos con diferentes organismos internacionales en los que se intercambian experiencias en la temática y se dictan cursos. Actualmente las actividades de gestión de vida se extienden a diversos sectores de la Institución.

### Actividades y logros en 2018

#### Proyecto Central Nuclear Argentina CAREM

- Definición del uso de detectores de platino en el PSPR.
- Plan preliminar de escalada de potencia y calibración de las cadenas neutrónicas.
- Definición conjunta con el grupo de Mecánica del CAREM del “Mock-up” de calificación del conjunto detector cable del PSPR.
- Emisión en el sistema CAREM de planos de detalle del exterior de los contadores de fisión del PSPR, del SSPR y de los contados BF3 del PSPR.
- Evaluación de los prototipos de diversos módulos de I&C que se utilizarán en la cadena de medición “in-core”.
- Diseño, construcción y ensayo funcional en banco de pruebas de un sistema de contraste de medición de posicionado de mecanismos del CAPEM. El sistema fue calificado.
- Elaboración de propuesta preliminar de ensayos hidráulicos e hidrodinámicos sobre el prototipo del generador de vapor.
- Laminación en la laminadora HPTR8-15 de treinta barras de cobre para la fabricación de las bobinas de posición.
- Determinaciones del contenido de hidrógeno en “pellets” de uranio gadolinio en pastillas de combustible CAREM.
- Hidruración de probetas de Zry-4 correspondientes a lotes de tubos separadores, fabricados en el marco del proyecto.
- Evaluaciones de efectividad de diseño de la consola ante eventos externos de pérdida de HVAC: Modelo 3-Dcon Código FLUENT y modelo numérico unidimensional en tesis de CEATEN.
- Estudio del comportamiento de la transferencia de calor para distintos ángulos de inclinación de los tubos helicoides en el generador de vapor.
- Actualización y ampliación de las capacidades del código IREP (Programa para el Diseño de Reactores Integrados). Este código contiene el modelo del CAREM 480 y permite evaluar distintas variantes de diseño y calcular su impacto en el costo de la planta.
- Revisión de documentación y asistencia en inspección en la obra civil del CAREM en Lima. Más específicamente, todo lo relacionado a los ensayos no destructivos durante la fabricación y el montaje del “liner” de la contención.
- Revisión de documentación y asistencia en inspección durante la fabricación del recipiente a presión.
- Asistencia al grupo de diseño mecánico en lo relacionado a la inspeccionabilidad del reactor.
- Diseño, conceptualización y desarrollo de la inspección de pre servicio del RPR. Redacción de justificación técnica, especificación para la compra de equipos e integración de sistemas.
- Medición de parámetros relacionados con la corrosión de armaduras en hormigón en el edificio CAREM por medio de sensores de diseño propio e instalados oportunamente.
- Informes de revisión de documentación para liberación del Módulo 3, 8, 10 del “liner” del edificio del reactor.
- Inspección de fabricación del RPR (IMPSA) y “liner” de contención y generadores de vapor (CONUAR).
- Informe de revisión de documentación para liberar tubos del generador de vapor.
- Inspección a FAINSER – Conjunto “Cover lid” y tapa del CAREM 25.
- Inspección del “liner” del reactor.

#### Proyecto Nuevo reactor experimental multipropósito RA-10

- Gestión de detectores fabricados por un proveedor. Se descubrieron fallas en las cámaras de ionización y en las cámaras de ionización compensadas, de manera que deben ser entregarlas corregidas en 2019.
- Confección de documentación de ingeniería de detalle del Sistema de Instrumentación Nuclear para el primer sistema de protección en base a la realizada para el CAREM por INVAP, por similar al que se usará para el RA-10.
- Inicio de la construcción de los módulos de Sistema de Instrumentación Nuclear, luego de un ensayo satisfactorio de los prototipos.
- Definición de los ensayos específicos a realizar a los módulos de instrumentación nuclear (compatibilidad electromagnética, sísmicas y ambientales) y su grado de severidad.
- Validación del cumplimiento de las normas IEC61513, guía IAEA NP-T-1.13 y norma IEC 62566 con informe de cumplimiento.

- Planificación de la realización de memorias descriptivas, protocolos de ensayo y reglas de codificación de “firmware” para los módulos basados en FPGA.
- Elaboración integral de un plan de capacitación para licenciamiento del personal técnico del Proyecto en dependencias del reactor RA-1. Obtención de 31 Licencias Individuales Clase 3.
- Experiencias a personal técnico del Proyecto en las áreas operación, radioprotección y mantenimiento del RA-1.
- Capacitación y entrenamiento del personal de técnicos licenciados del Proyecto en la operación del Reactor RA-1.
- Formación de turnos de operación, recorridas previas al arranque, puesta en marcha y llegada a potencia en el reactor RA-1, mediciones de campos de radiación mixtos.
- Realización de simulacros con situaciones incidentales / accidentales al personal de técnicos licenciados del Proyecto en dependencias del reactor RA-1.

#### **Asistencia técnica a la empresa NASA**

(Ver Capítulo3 – Reactores Nucleares – Asistencia técnica a centrales nucleares).

#### **Otras actividades relacionadas con gestión de vida**

- Realización de la caracterización del Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética (LECEM).
- Inicio de la elaboración de la documentación de calidad, procedimientos, informes, y formularios de gestión del laboratorio LECEM.
- Puesta en marcha del uso de la documentación aprobada del laboratorio LECEM de calidad en la CNEA.
- Inicio de actividades productivas del LECEM para equipos producidos en la CNEA y de validación para equipos comprados por la CNEA.
- Actualización del GENRED, herramienta para generar geometrías para el código HUEMUL. Se desarrollaron las versiones 2 y 3 del código.
- Desarrollo de una herramienta para la visualización de bibliotecas de datos nucleares en formato WIMS.
- Generación de documentación sobre metodologías de trabajo en el desarrollo de “software”, incluida una guía para el flujo de trabajo con repositorios GIT durante el desarrollo de códigos de cálculo neutrónico y programas auxiliares.
- Actualización del código SECEF, incorporando a la fluencia de neutrones y la densidad de absorciones como variables para la generación de tablas de secciones eficaces.
- Realización de tareas de desarrollo, mantenimiento y corrección de errores en los códigos HUEMUL y PUMA.

### **Reactores avanzados**

Las actividades de la CNEA en este campo tienen por propósito desarrollar un programa de estudios de reactores nucleares avanzados de potencia y sus ciclos de combustible, generando y llevando a cabo líneas de investigación y desarrollo asociadas, y efectuando los estudios necesarios para definir las líneas de mayor interés para el país.

#### **Actividades y logros en 2018**

En 2018 las principales actividades fueron:

- Participación en las actividades del proyecto de investigación coordinado por el OIEA “Propiedades del Sodio y Operación Segura de Facilidades Experimentales en Apoyo del Desarrollo de Reactores Rápidos de Sodio de IVta Generación” (NAPRO). En particular, se participó en la revisión del documento final a presentar.
- Dos profesionales de la CNEA asistieron al curso titulado “Tecnología del sodio y operación de facilidades de sodio”, dictado por la Escuela de Sodio de la Comisión de Energía Atómica de Francia (CEA) en el Centro de Estudios Nucleares Cadarache, entre el 19 y el 28 de marzo.
- Diseño de una facilidad experimental de escala laboratorio (caja de guantes) y determinación de la instrumentación necesaria para manipular sodio líquido a temperaturas de entre 150 y 300 °C, en atmósfera inerte de helio. Se confeccionaron los pliegos de especificaciones técnicas y se inició el proceso de compra.
- El Comité Permanente Conjunto de Cooperación en Energía Nuclear entre la República Argentina y los Estados Unidos de América (JSCNEC), definió el tópico de “Reactores de Generación IV” como tema de interés para cooperación mutua. Sobre este tema se identificaron las siguientes áreas comunes de trabajo: modelado de materiales nucleares; ciclos Brayton de conversión de energía utilizando CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>; análisis de seguridad de reactores rápidos de sodio (SFR) y experimentos y prácticas con sodio líquido. Se establecieron contactos entre los referentes de cada área y se definieron las actividades futuras a encarar.
- Con el fin de efectuar cálculos numéricos sobre reactores rápidos de sodio, se consiguió disponer de los códigos TRACE, para cálculo termohidráulico y de seguridad, y SERPENT, para cálculo neutrónico. Asimismo, se gestionó la compra de dos computadoras de alta performance para cálculo numérico.
- Participación en la 51° Reunión Anual del “Technical Working Group on Fast Reactor - IAEA”, llevada a cabo en la ciudad de Hefei, China, del 21 al 25 de mayo. Durante la misma se efectuó una presentación sobre las actividades de la CNEA en el campo de los reactores rápidos.
- Estudios referidos a materiales para componentes de reactores avanzados o de IVta Generación: transformaciones de fase en el sistema hierro-cromo-carbono, difusión y atrapamiento de hidrógeno en aceros 9Cr, caracterización multidisciplinar de muestras de aceros ASTM A335 P92 y ASTM A335 P91 en ciclos térmicos seleccionados (austenizado, enfriamiento continuo, revenido, soldadura), y caracterización hiperfina de aceros ASTM A335 y P91.
- Estudios referidos a materiales para combustibles de reactores avanzados o de IVta Generación: formación de defectos en combustible a base de carburo de torio y evaluación de potenciales tipo “eam” de dióxidos de torio, uranio y plutonio.

## APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR

### Área temática *Aplicaciones de la tecnología nuclear a la salud, la industria y el agro*

#### **Aplicaciones a la salud**

- **Radioisótopos y radiofármacos**
  - Producción de radioisótopos y radiofármacos
  - Metrología de radioisótopos
  - Dosimetría de las radiaciones
  - Investigación aplicada
  - Proyecto Fuentes selladas de cesio-137
  - Técnicas analíticas nucleares
  - Radioquímica básica y datos nucleares
- **Medicina nuclear**
  - Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas José de San Martín
  - Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo
  - Fundación Escuela de Medicina Nuclear
  - Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear
  - Instituto de de Tecnologías Nucleares para la Salud
  - Centro de Medicina Nuclear y Molecular de Entre Ríos
  - Física Médica
  - Terapia por Captura Neutrónica en Boro
  - Protonterapia
  - Radiobiología
  - Proyecto Tomógrafo por emisión de positrones
  - Radioesterilización de tejidos humanos para injerto
  - Control del vector del dengue, chikungunya y zika mediante la Técnica del Insecto Estéril (TIE)

#### **Aplicaciones a la industria**

- Aplicaciones industriales
- Aplicaciones ambientales
- Irradiación de alimentos
- Planta de Irradiación Semi Industrial
- Planta de Irradiación por aceleración de electrones
- Desinfestación en bienes personales

#### **Aplicaciones al agro**

- Aplicaciones agrarias
- Aplicaciones pecuarias
- Aplicaciones en apicultura y sistemas agroalimentarios

## APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR

### Área Temática Aplicaciones de la Tecnología Nuclear a la Salud, la Industria y el Agro

**Misión:** Investigar, desarrollar y promover la producción y el uso de los radioisótopos y de las radiaciones en beneficio de la población, a través de sus aplicaciones en la salud, en la industria y en el sector agropecuario y ambiental, resguardando la propiedad intelectual y tecnológica de CNEA.

**Objetivo Estratégico 1:** Asegurar el abastecimiento de radioisótopos a nivel nacional y participar activamente a nivel regional, posicionando a Argentina como exportador de radioisótopos.

Objetivo específico 1.1: Sostener y optimizar la producción de radioisótopos con el reactor RA-3.

Objetivo específico 1.2: Disponer de capacidad de resguardo ("back up") e incremento y diversificación de la producción de radioisótopos, mediante la construcción de un nuevo reactor (RA-10) y de una nueva planta de fisión.

Objetivo específico 1.3: Optimizar y ampliar la capacidad de producción de radioisótopos existente y desarrollar nuevos radioisótopos, incorporando un ciclotrón multipartículas y otras instalaciones necesarias para ese fin.

Objetivo específico 1.4: Desarrollar el proyecto Alfa para producir radioisótopos emisores alfa y sus radiofármacos para ser empleados en terapia metabólica.

Objetivo específico 1.5: Posicionar a CNEA como exportadora de tecnología de producción de radioisótopos, generando la capacidad de gestión correspondiente.

**Objetivo Estratégico 2:** Consolidar la autonomía tecnológica en las aplicaciones de radioisótopos, radiofármacos y radiaciones ionizantes.

Objetivo específico 2.1: Acrecentar las capacidades de investigación, desarrollo, formación de recursos humanos, asistencia y divulgación en el uso de los radioisótopos y de las radiaciones ionizantes en el campo de la salud, la industria, el agro y el ambiente.

Objetivo específico 2.2: Impulsar la incorporación y operación de un acelerador de electrones e incrementar la capacidad de otras instalaciones industriales de irradiación.

Objetivo específico 2.3: Acrecentar las capacidades de investigación, desarrollo, docencia, asistencia y divulgación en técnicas analíticas nucleares, radioquímica básica y datos nucleares.

Objetivo específico 2.4: Sostener, diversificar y ampliar las capacidades de producción de animales de experimentación incluyendo un área de investigación, desarrollo y servicios.

Objetivo específico 2.5: Ampliar el alcance del uso de los reactores de investigación, aceleradores y fuentes de neutrones en el área de las aplicaciones en biología, salud, industria, agro, ambiente y técnicas analíticas nucleares.

Objetivo específico 2.6: Incrementar las capacidades de desarrollo de códigos de simulación numérica para resolución de problemas específicos y aplicaciones de tecnología nuclear.

Objetivo específico 2.7: Disponer de capacidad para la operación del Centro de Espectrometría de Masas con Acelerador (CEMA).

**Objetivo Estratégico 3:** Mantener y acrecentar las capacidades metrologógicas como organismo de referencia nacional, en el campo de los radioisótopos y las radiaciones ionizantes.

Objetivo específico 3.1: Mantener y acrecentar las capacidades del Centro Regional de Dosimetría de las Radiaciones Ionizantes y de las instalaciones de CNEA.

**Objetivo Estratégico 4:** Contribuir a la mejora de la salud pública a través de las aplicaciones nucleares y posicionar a CNEA como referente nacional y regional en cuanto a sus capacidades en radioquímica, radiobiología, medicina nuclear, radiofarmacia, física médica y radioterapia.

Objetivo específico 4.1: Consolidar el rol de CNEA en cuanto a la investigación clínica y aplicada, formación de recursos humanos y promoción de la medicina nuclear en los centros en los que participa, incluyendo la actividad asistencial necesaria para estos fines.

Objetivo Específico 4.2: Contribuir a mantener la disponibilidad de radiofármacos en el sistema de salud, en especial al sistema público.

Objetivo específico 4.3: Llevar a cabo convalidaciones clínicas, registro y promoción de nuevos radiofármacos de diagnóstico y terapia, así como la preparación de moléculas marcadas no disponibles en el mercado local.

Objetivo específico 4.4: Promover y participar en la creación de centros regionales de diagnóstico y tratamiento, así como de producción de radiofármacos, que faciliten y amplíen el acceso de la población a esas prácticas médicas.

Objetivo específico 4.5: Establecer una red estratégica entre los centros de medicina nuclear en los que participa CNEA.

Objetivo específico 4.6: Acrecentar las capacidades en física médica y consolidar el rol de CNEA como referente en esta disciplina a nivel nacional e internacional.

Objetivo específico 4.7: Realizar investigación, desarrollo y aplicaciones de la terapia por captura neutrónica en boro (BNCT) para el tratamiento del cáncer, y ampliar el alcance a otras patologías.

Objetivo específico 4.8: Impulsar la introducción de terapia para el cáncer con haces iónicos en nuestro país.  
 Objetivo específico 4.9: Promover la investigación básica y aplicada en radiobiología y dosimetría biológica.  
 Objetivo específico 4.10: Colaborar con el Programa de Protección Radiológica del Paciente respecto de la calibración de equipos de radioterapia y diagnóstico por imágenes (incluyendo rayos X) y de los aspectos normativos en conjunto con la Autoridad Regulatoria Nuclear y el Ministerio de Salud de la Nación. **Objetivo Estratégico 5:** Contribuir al desarrollo agropecuario nacional sustentable; generando, aplicando y transfiriendo tecnologías nucleares y asociadas que incrementen la competitividad y la producción del sector.

Objetivo específico 5.1: Desarrollar y promover la aplicación de técnicas nucleares y asociadas en la conservación de suelos, la nutrición vegetal, el control de plagas, el uso de agroquímicos y el desarrollo de manejos productivos que aseguren la sostenibilidad del sistema.

Objetivo específico 5.2: Desarrollar y promover la aplicación de técnicas nucleares y asociadas en producción, nutrición y sanidad animal y apícola.

**Objetivo Estratégico 6:** Contribuir a la vigilancia y sustentabilidad ambiental, generando, aplicando y transfiriendo tecnología nuclear y asociada para éstos fines.

Objetivo específico 6.1: Promover la aplicación de técnicas nucleares y asociadas en estudios sobre contaminación ambiental de origen agropecuario, urbano e industrial, y desarrollar metodologías de mitigación.

Objetivo específico 6.2: Desarrollar técnicas aplicables al tratamiento de efluentes y a la remediación de suelos contaminados.

**Objetivo Estratégico 7:** Asegurar la propiedad intelectual y poner en valor los desarrollos del Área de Aplicaciones de la Tecnología Nuclear para los eventuales contratos de uso y de transferencia, cooperación técnica y/o asistencia tecnológica.

## Radioisótopos y radiofármacos

La producción de radioisótopos es una de las actividades primordiales de la CNEA, quedando así establecido en el "Plan Estratégico 2015-2025".

Entre los objetivos estratégicos del Área de Aplicaciones de la Tecnología Nuclear a la salud, la industria y el agro se establece "asegurar el abastecimiento de radioisótopos y radiofármacos a nivel nacional y participar activamente a nivel regional, posicionando y consolidando a Argentina como exportador de radioisótopos"; se incluye además una contribución a la mejora actuando la CNEA como referente en investigación, desarrollo e innovación en producción de radioisótopos y radiofármacos, generando, adaptando y transfiriendo tecnologías nucleares, incrementando así la competitividad y la productividad de los sectores involucrados.

Para el logro de estos objetivos, la CNEA cuenta con el Reactor de Investigación y Producción RA-3, que produce la mayor parte de los radioisótopos que se emplean en el país y es el principal productor de radioisótopos en Latinoamérica. Cuenta, además, con un Ciclotrón de Producción, ambos situados en el CAE, y con instalaciones adecuadas para el procesamiento y purificación de los radioisótopos producidos como la Planta de Producción de Radioisótopos por Fisión (PPRF) y la Planta de Producción de Radioisótopos (PPR).

Los radioisótopos producidos por la CNEA son destinados fundamentalmente a su empleo en medicina nuclear, tanto en actividades de diagnóstico como de terapia. El molibdeno-99, junto al yodo-131, son los radioisótopos de mayor uso en medicina nuclear. La CNEA abastece la totalidad del mercado interno de estos isótopos, contando además con un remanente de producción que permite su exportación regular a países de la región como Brasil y Chile. En particular el molibdeno-99 es empleado en la manufactura de generadores de molibdeno-99/tecnecio-99m, siendo el tecnecio-99m empleado en alrededor del 80% de las prácticas de medicina nuclear en todo el mundo. Los generadores de tecnecio-99m son preparados por dos laboratorios privados nacionales, cubriendo las necesidades locales y exportando a Latinoamérica alrededor de un 15% del total producido. También se produce samario-153, cromo-51 y fósforo-32.

El Ciclotrón de Producción está dedicado a la producción del radiofármaco 18-flúor-desoxiglucosa, empleado en la técnica de diagnóstico por imágenes denominada PET (Tomografía por Emisión de Positrones), y se encuentra próxima a comenzar la producción de cobre-64 y galio-67. Todos los productos cumplen los requerimientos de calidad establecidos por la Administración Nacional de Medicamentos y Tecnología Médica (ANMAT).

En el área de nuevos radioisótopos la CNEA está ampliando la producción de radioisótopos y encarando para ello diversos proyectos de desarrollo; en el área de diagnóstico radioisótopos emisores de positrones para PET como el Ga-68, y Cu-64, y en el área de terapia en el desarrollo de la producción de radioisótopos emisores de partículas alfa actinio-225 y bismuto-213; todos producidos en ciclotrón. También se continúa el estudio para el desarrollo de la producción a escala industrial de lutecio-177 de alta actividad específica y, dadas las características del RA-3, se ha avanzado hacia el estudio de la vía indirecta vía Yb-176. El Lu-177 es un emisor beta negativo usado para terapia oncológica, el proyecto está estudiando producirlo en reactor. Todos estos radioisótopos son de uso médico.

La CNEA se encuentra trabajando fuertemente en el desarrollo de la producción de radioisótopos alfa, actinio-225 y bismuto-213 para lo cual se creó el Proyecto Alfa para que dichos radioisótopos estén disponibles en nuestro país y en la región. La combinación de la capacidad de depositar dosis radiológicas altísimas de



Reactor de producción de radioisótopos RA-3 - Centro Atómico Ezeiza



Ciclotrón de Producción de Radioisótopos  
Centro Atómico Ezeiza

los emisores alfa, junto con la especificidad y afinidad de los “carrier” actuales proporcionan radiofármacos terapéuticos que han permitido obtener resultados superiores a otras metodologías radiantes actuales. El Proyecto Alfa recibe además el soporte del OIEA a través de un proyecto de cooperación técnica para el bienio 2016-2019 y del Joint Research Center de la Unión Europea.

Se encuentra en ejecución un proyecto para la construcción de una nueva Planta de Producción de Radioisótopos por Fisión que permitirá incrementar el volumen actual de producción de radioisótopos, lo que resulta necesario ante la creciente demanda mundial de este tipo de productos y la escasez de oferta de los mismos - ya que unos pocos países en el mundo dominan esta tecnología - habiéndose finalizado la etapa de ingeniería, conceptual y estando avanzada la ingeniería básica del edificio y de las instalaciones de producción. En lo que hace a otro importante radioisótopo, el cobalto-60, del que la Argentina es uno de los principales productores a nivel mundial, en septiembre de 2002 la CNEA y la empresa DIOXITEK S.A. suscribieron un contrato a partir de la cual dicha empresa asumió plena responsabilidad sobre la producción y comercialización de cobalto-60, a granel y en forma de fuentes selladas para uso médico e industrial y sobre las tecnologías y servicios asociados. (Ver Capítulo 13 – Empresas Asociadas y Vinculadas a la CNEA – DIOXITEK S.A.).



Planta de Producción de Radioisótopos  
Celdas blindadas con telemanipuladores  
Centro Atómico Ezeiza

#### Actividades y logros en 2018

Durante 2018 se continuó con la producción de radioisótopos de uso médico. La CNEA mantuvo su rol de principal productor en Latinoamérica. Se continuó la provisión al mercado local, tanto a Centros de Medicina Nuclear vinculados a la CNEA como a empresas privadas, productoras nacionales de generadores de tecnecio-99m y diversos radiofármacos, cubriendo la totalidad de la demanda nacional y generando un saldo exportable de generadores que cubre parte de la demanda de la región. En particular, se continuó con la exportación de molibdeno-99 a Brasil, cubriendo un tercio de su demanda.

Se continuó con la transferencia, a través de INVAP, de la tecnología de producción de Mo-99 y otros radioisótopos al Laboratorio de Desarrollo de Radioisótopos y Radiofármacos de Argelia y al Board of Radiation and Isotope Technology de la India en el marco de sendos contratos comerciales.

#### Producción y comercialización de radioisótopos y radiofármacos en 2018

Radioisótopo/Radiofármaco	Actividad	Valorización
<b>molibdeno-99</b>	1.1318,8 Ci (1)	\$ 65.033.499,15
	936 Ci (exportación)	U\$S 313.092,00
<b>iodo-131 en solución</b>	708.020 mCi (2), (3)	\$ 8.710.303,86
	384.200 mCi (exportación)	U\$S 186.996,00
<b>iodo-131 en cápsulas</b>	54.660 mCi (4)	\$ 812.230,30
	28.500 mCi (exportación)	U\$S 33345,00
<b>samarium-153</b>	200 mCi (exportación)	U\$S 936
<b>cromo-51</b>	3 mCi	\$ 2.646,30
	3 mCi (exportación)	U\$S 201,24

(1) Incluye 126 Ci de Mo-99 despachados en forma gratuita para hospitales públicos.

(2) Incluye 4.674 mCi de I-131 en solución despachados en forma gratuita para hospitales públicos y 1.700 mCi de I-131 sin portador valorizado en \$ 24713,50.

(3) Incluye 67.711 mCi de I-131 importado durante el mantenimiento del Reactor RA-3 cuyo fraccionamiento fue valorizado en \$ 268.657,96.

(4) Incluye 1.650 mCi de I-131 en cápsulas despachados en forma gratuita para hospitales públicos,

En el año 2018 en el Ciclotrón se realizaron tareas de mantenimiento importantes que aún no han concluido, por ese motivo no hubo producción.

#### Radiofarmacia básica y aplicada

##### Actividades y logros en 2018

- Continuación de la evaluación de los nanoanticuerpos de camélidos antiEGFR radiomarcados con Lutecio-177, realizando ensayos en líneas celulares tumorales y llevándose a cabo la primera evaluación en animales.

- La Sección Radiofarmacia Hospitalaria del Hospital de Clínicas continuó con la formación de Técnicos Universitarios en Medicina Nuclear (CNEA-UBA) ampliando su currículo a 25 alumnos. Dos alumnos egresaron en la “Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares”.
- Durante el “Congreso de la Asociación Argentina de Biología y Medicina Nuclear 2018” se presentó el trabajo “Cálculo de incertidumbre de masa, actividad y actividad específica, y del factor de corrección por geometría para el Lu-177 de producción local” que fue seleccionado como mejor trabajo de investigación básica, obteniendo el Premio Dr. Jorge Varela.
- Evaluación y aprobación del proyecto de cooperación técnica con el OIEA “Nuevos radiofármacos basados en péptidos para diagnóstico de distintas patologías y terapia tumoral: desarrollo, etapa preclínica y preparación bajo buenas prácticas de radiofarmacia hospitalaria. Su impacto en las necesidades de la región” que incluye la cooperación entre 3 sectores de CNEA: la Sección Radiofarmacia Hospitalaria del Hospital de Clínicas, la División Radiofarmacia Básica y Aplicada del CAE e INTECNUS del CAB - Radiofarmacia Básica.

## Metrología de radioisótopos

### Actividades y logros en 2018

Las actividades desarrolladas en esta materia en 2018 fueron las siguientes:

#### Servicios tecnológicos

- Calibración de 86 activímetros entre fabricantes, usuarios y Centros de Medicina Nuclear de todo el país, para las escalas de  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{68}\text{Ga}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{177}\text{Lu}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ ,  $^{18}\text{F}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{99}\text{Mo}$ ,  $^{223}\text{Ra}$ ,  $^{51}\text{Cr}$  y  $^{32}\text{P}$ .
- Emisión de 1.232 certificados de no-contaminación radiactiva en muestras de alimentos para exportación, por espectrometría gamma de alta resolución y centelleo líquido.
- Preparación de 11 fuentes de Cs-137 para control de activímetros de uso en medicina nuclear.
- Continuación de los trabajos de redacción y revisión de documentación del sistema de gestión de calidad del laboratorio y participación en auditorías.
- Mudanza al nuevo edificio de Metrología del área de recepción de muestras para análisis de no-contaminación radiactiva y de gestión de la calidad.

#### Metrología aplicada

- Desarrollo y provisión de 91 fuentes y patrones radiactivos en diversas geometrías.
- Participación en ensayo de aptitud de medición de actividad organizado por el OIEA.
- Participación como proveedor de muestras a ensayar en el Programa N-TA-01 “Ensayo de Aptitud por comparación interlaboratorios en determinación de actividad de tritio en agua”.
- Emisión de 39 informes de análisis de radiactividad con un total de 206 muestras analizadas, entre ellas, aguas, suelos, sedimentos, frotis y otras, en su mayoría correspondientes a los planes de monitoreo radiológico ambiental de la CNEA.
- Estudio comparativo de curvas de eficiencia simuladas por Monte Carlo y curvas experimentales de un detector de GeHP para patrones en matriz suelo, analizando la influencia de diferentes métodos de preparación de los patrones.
- Continuación del desarrollo de nuevos contadores proporcionales para aplicaciones médicas relacionadas con la técnica BNCT.
- Mantenimiento de la acreditación ante el OAA en la calibración de patrones radiactivos a partir de soluciones propias o provistas por el cliente.

## Dosimetría de las radiaciones ionizantes

### Actividades y logros en 2018

- Afianzamiento del Laboratorio de Dosimetría de Referencia Secundaria, manteniendo la acreditación de sus competencias a través de la Norma ISO/IEC 17025: 2005 por el OAA, en sus 3 niveles:
  - Radioterapia: realización de 41 calibraciones de dosímetros para centros de radioterapia del país y países vecinos en cesio 137 en el nivel radioterapia, tanto en aire como en agua. Se realizaron verificaciones postales de dosis por termoluminiscencia (TLD) en el nivel radioterapia, evaluándose 46 centros de radioterapia cuyos equipos de irradiación totalizaron 86 haces de rayos X de altas energías. También se realizaron verificaciones de haces conformados con MLC para distintas formas y tamaños de campo. Participación en el curso regional en el National Physical Laboratory (NPL) sobre entrenamiento de entrenadores en el área de calibración de dosímetros para radioterapia empleando Laboratorios Secundarios de Calibración Dosimétrica, en el marco del proyecto de cooperación técnica regional del OIEA TN-RLA9085. Teddington, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, del 10 al 14 de diciembre.
  - Radioprotección: Realización de 167 servicios de calibración de instrumentos detectores de radiación en el nivel radioprotección en cesio 137 y cobalto 60. Se trabajó en la puesta en servicio del nuevo equipo irradiador de energías medias de rayos X Hopewell Designs para la calibración tanto en radioprotección como para radioterapia. Participación en el Primer Ejercicio de Comparación Inter-

- laboratorio de Latinoamérica y el Caribe de SSDL para determinación de dosis equivalente personal HP(10) en haces de cesio 137.
- Altas Dosis: Este Laboratorio fue el ejecutor de dos Ejercicios de Intercomparación de los Sistemas Dosimétricos de las Plantas de Irradiación de la Región Latinoamericana. Fue seleccionado por el OIEA por sus competencias y por los resultados satisfactorios obtenidos. Se planificó una segunda rueda. Se continuó con servicios de verificación de irradiadores de sangre y la dosimetría del irradiador modular IMCO de Mendoza.
  - Recepción de la visita de un experto del Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica de México para brindar asesoramiento en el establecimiento de un laboratorio de calibración de braquiterapia, en el marco del proyecto de cooperación técnica con el OIEA ARG9015 (27 al 31 de agosto).
  - Participación en un ensayo de aptitud de calibración de medidores de carga y corriente organizado por el INTI. Los resultados fueron favorables.
  - Continuación de la caracterización de los haces de rayos X para protección radiológica, radioterapia y mamografía.
  - Continuación del proceso de acondicionamiento y recarga del irradiador Gammacell 220 por parte de la empresa Dioxitek.
  - Participación en un taller sobre “Estimación de Incertidumbres para Medición de Radiaciones” patrocinado por el OIEA.

### Investigación aplicada

#### Actividades y logros en 2018

Las actividades desarrolladas en 2018 fueron las siguientes:

- Realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en operación del microscopio electrónico de barrido SEM-FIB de la firma Carl Zeiss instalado en un laboratorio de uso común del Nuevo Edificio de Materiales.
- Recepción de un titulador y un analizador de orientación cristalográfica para el Microscopio Inspect 500.
- En el marco del proyecto PME 2015-0094 titulado “Implementación de espectrometría de masas de alta resolución para el análisis químico-composicional multidimensional de materiales”, adquisición de un espectrómetro de masas de superficie TOF-SIMS que será instalado en laboratorios de uso común del Nuevo Edificio de Materiales.
- Participación activa en la formación de recursos humanos en el Instituto Balseiro.

#### Fisicoquímica de materiales

- Diseño de la etapa de almacenamiento de gases para planta de producción de radioisótopos Planta de Fisión del CAE. Construcción y prueba de recipientes de almacenamiento.
- Diseño, construcción e implementación de “software” y dispositivo para identificación de la posición de un vehículo y seguimiento en teléfono móvil (para coordinación del CAE).
- Construcción y prueba de concepto de un equipo para producción de hidrógeno mediante hidrólisis de aleaciones provenientes de desechos industriales.
- Identificación y evaluación de nuevas tecnologías de captura y transformación de CO<sub>2</sub> en el marco del Proyecto CO<sub>2</sub>MPRISE, (H2020- Marie Skłodowska - Curie RISE Action). Intercambio de profesionales entre la CNEA y los nodos europeos participantes.
- Avances en el desarrollo de una tecnología de fabricación de recubrimientos de alta conductividad térmica para aplicaciones espaciales (Contrato de transferencia entre la CNEA e INVAP).
- Puesta en marcha del nuevo microscopio electrónico de barrido Crossbeam 340b. Creación de un servicio para usuarios del CAB.
- Desarrollo de materiales mesoporosos con esqueleto de grapheno N-dopado y su decoración por nano partículas metálicas para el almacenamiento de hidrógeno.
- Estudio de materiales formadores de hidruro a temperaturas subcero para producción de avalanchas localizadas mediante la generación de explosiones en la montaña (solicitado por Catedral Alta Patagonia).
- Diseño, construcción y prueba de un equipo para caracterización de membranas base paladio (para Tecnalia, de España, y la Universidad Nacional del Litoral).
- Formación de recursos humanos, dictado de cursos específicos, y participación en actividades de divulgación de la CNEA.

#### Materiales metálicos y nanoestructurados

- Colaboración en el desarrollo de blancos de ciclotrón para el proyecto alfa.
- Determinaciones de hidrógeno en aleaciones para la empresa CONUAR S.A.
- Proyecto de caracterización de escorias de hornos de acero realizadas en horno Leppel.
- Continuación del estudio y caracterización de materiales resistentes a la radiación.
- Realización de tareas de investigación en materiales aptos para reactores de fusión.
- Continuación del desarrollando de la técnica de tomografía de electrones. Como consecuencia de este proceso se está en condiciones de realizar todo el procesamiento de los datos en el CAB.

- Continuación del estudio de materiales de utilidad para conformar el haz de neutrones utilizado en BNCT.
- Investigación y desarrollo en fusión nuclear controlada.

#### **Caracterización de materiales y óxidos no-estequiométricos**

- Renovación del Laboratorio de Microscopía Electrónica con la incorporación de nuevo equipamiento de reciente adquisición. En particular del equipo FEI Inspect S-50, que está operativo, y con formación de nuevos operadores de los diversos grupos.
- Realización de tareas de investigación para el desarrollo de electrolizadores de alta temperatura para producir H<sub>2</sub>/CO/CH<sub>4</sub> como almacenadores de energía.
- Estudio de la posibilidad de producción de películas aislantes eléctricas basadas en óxidos de zircaloy (ZrO<sub>2</sub>) para su aplicación en el dispositivo experimental de ensayo de elementos combustibles (“loop” de freón del CAB).
- Desarrollo de un proyecto de investigación sobre influencia de textura en la formación de óxidos sobre zircaloy.
- Desarrollo conceptual de un sistema modular de pilas de combustibles de alta temperatura, fácilmente adaptable a diferentes combustibles, para producción de energía eléctrica en regiones remotas (2do Premio IB50K). Firma de convenios de confidencialidad con Y-TEC (YPFTecnología) y el INTI.
- Diseño e implementación de instrumentación para grandes instalaciones (celdas mediciones in-operando para sincrotrón y colaboración con proyecto LAHN-RA-10).
- Tareas de investigación y desarrollo para bobinas superconductoras de MgB<sub>2</sub> (con aplicaciones para resonancia magnética de imágenes para medicina) en cooperación con la Planta Piloto de Fabricación de Aleaciones Especiales del CAE.

#### **Mecánica computacional**

- Simulación de pérdidas de carga en combustibles tipo CAREM y determinación de la confiabilidad de los modelos de simulación.
- Desarrollo de un código de cálculo para el análisis de transitorios de estructuras elásticas inmersas en un fluido, con el objetivo de evaluar vibraciones inducidas por vórtices en elementos combustibles y estructurales de reactores nucleares.
- Generación de impresiones 3D a partir de técnicas de segmentación de imágenes de TC (tomografía computada) utilizando PLA (ácido poliláctico) de grado médico con concentración de hidroxiapatita. Estudio del crecimiento celular en piezas impresas con procesos de “grafting” por irradiación.
- Realización de simulaciones numéricas de propagación de ondas sísmicas en medios porosos saturados. Los resultados pueden ayudar a mejorar la caracterización no invasiva de medios heterogéneos en general y en presencia de fracturas en particular.
- Realización de simulaciones computacionales para evaluar la transferencia de calor, pérdida de carga y estudio de las estructuras de flujo en canales de refrigeración para combustibles tipo MTR.
- Desarrollo de modelos para simular transferencia de calor con ebullición y cambio de fase en placas calefaccionadas.
- Determinación de longitudes de desarrollo térmico en estructuras periódicas utilizadas en intercambiadores de calor.
- Desarrollo de la plataforma Simanato (Simulador Anatómico). El “software” consiste en una plataforma de visualización 3D de la anatomía del cuerpo humano para la enseñanza y la investigación médica. Desarrollo de herramientas de “software” para el procesamiento de imágenes médicas. Se implementaron bibliotecas de código abierto para la visualización 3D interactiva de objetos de anatomía del cuerpo.

#### **Materiales nucleares**

- Continuación de las tareas de desarrollo de combustibles con venenos quemables a partir de la incorporación de nanopartículas de uranio-gadolinio U (Gd)O<sub>2</sub>.
- Realización de las primeras pruebas de gasificación con plasma de residuos simulados.
- Continuación de la tarea de desarrollo de microesferas para braquiterapia selectiva interna en colaboración con el Instituto Roffo.

#### **Servicios de ingeniería**

- Realización de prácticas profesionales de los alumnos de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Nuclear del Instituto Balseiro.
- Construcción de mecanismos complejos solicitados por el proyecto CAREM para el mecanismo de remoción de las tuercas de las tapas de inspección del generador de vapor.
- Construcción de piezas utilizando impresoras 3D para el montaje y automatización de válvulas de acero inoxidable aptas para uso con hidrógeno, dentro del proyecto de separación de hidrógeno en la Planta de Producción de Radioisótopos del CAE.
- Construcción de piezas a pedido para diversos laboratorios de la CNEA.

#### **Proyecto Fuentes selladas de cesio-137**

Su objetivo es lograr la construcción de fuentes selladas de cesio-137 para uso médico e industrial. En 2018 se decidió la cancelación del proyecto y su desmantelamiento.

### Técnicas analíticas nucleares

La técnica de Análisis por Activación Neutrónica es empleada para la caracterización química elemental de matrices diversas en áreas tales como: medio ambiente, arqueología y patrimonio cultural, geología, medicina, biología y nutrición, etc. El laboratorio está acreditado desde 2001 ante el OAA bajo norma ISO/IEC 17.025 (LE 24) y cuenta con el reconocimiento del OIEA por sus estándares de calidad.

### Actividades y logros en 2018

- Análisis de 730 muestras ambientales, biológicas, geológicas y arqueológicas, en colaboración con otros sectores de la CNEA, universidades e instituciones nacionales.
- Participación en dos ejercicios interlaboratorio OIEA, PTXRFIAEA-14 y PTNAAIAEA-15.
- Participación en:
  - Proyecto de cooperación técnica regional del OIEA RLA/0/058 “Utilización de técnicas nucleares en apoyo de la conservación y la preservación de los objetos de patrimonio cultural”.
  - Proyecto de cooperación técnica del OIEA en el marco del Programa ARCAL RLA7023 (ARCAL CLIV) “Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático”.
- Participación y presentaciones en congresos:
  - En el “VII Congreso Nacional de Arqueometría: Materialidad, arqueología y patrimonio. Amaicha del Valle, Tucumán, 17-20 abril, los trabajos:
    - ✓ “Caracterización química elemental utilizando AAN para la determinación de la procedencia de adoquines del barrio porteño de San José de Flores”.
    - ✓ “Análisis por activación neutrónica y Arqueometría: el rol del OIEA en la diseminación de esta aplicación a nivel latinoamericano”.
  - En las “VII Jornadas Arqueológicas Cuyanas”, Malargüe, Mendoza, 9-11 mayo, el trabajo:
    - ✓ “Análisis por Activación Neutrónica: su contribución a la resolución de algunos interrogantes arqueológicos”.
  - En la “1° Reunión Internacional “Intersecciones Ciencia, Arte y Patrimonio – ICAP 2018”, Buenos Aires, 28 mayo-2 junio, el trabajo:
    - ✓ “60 años de aplicación del Análisis por Activación Neutrónica en estudios arqueológicos”.
  - En el “Taller Metodología y aplicación, avances y nuevas técnicas para el análisis de cerámicas y pigmentos” Lina, Perú, 11-13 junio, el trabajo:
    - ✓ “Haciendo y desplegando colores a lo largo de 2000 años en el oeste de Tinogasta, Catamarca, Argentina”.
  - En el “13° Encuentro Internacional Ciencias de la Tierra (E-ICES 13)”, Malargüe, Mendoza, Argentina, 27-30 noviembre, los trabajos:
    - ✓ “Metales pesados en suelos del Complejo Minero Fabril de San Rafael, Mendoza”.
    - ✓ “Técnicas analíticas nucleares aplicadas en materiales arqueológicos. Análisis de procedencia de obsidiana arqueológica en el sur de Mendoza (Argentina)”.
- Participación en el proyecto de cooperación técnica regional del OIEA RLA/0/058 “Using Nuclear Techniques to Support Conservation and Preservation of Cultural Heritage Objects”, donde se elaboraron los informes:
  - “Project Progress Assessment Report (PPAR)”, 9 de febrero.
  - “Achievement Report” 1 de octubre.
- Docencia: participación en el dictado de:
  - “Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares”. Instituto Beninson–UNSAM.
  - “Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear”. Instituto Balseiro– Facultad de Ingeniería UBA.
  - “Curso Regional de Capacitación sobre validación de métodos y aseguramiento de la calidad en análisis de material particulado usando técnicas analíticas nucleares” patrocinado por el OIEA, Universidad Nacional de Costa Rica, San José, 18–26 octubre.

### Radioquímica básica y datos nucleares

Las actividades en este campo comprenden la realización de estudios de procesos radioquímicos y reacciones nucleares, y la determinación y evaluación de datos nucleares. Se abordan tanto el desarrollo de nuevos métodos de separaciones radioquímicas como la optimización de procesos existentes, fundamentalmente asociados a la producción de radioisótopos usados en medicina nuclear, o a la obtención de radiotrazadores. Se llevan a cabo estudios de reacciones nucleares, tanto en reactores nucleares como en ciclotrón, buscando las condiciones óptimas de irradiación. En el ámbito de los datos nucleares se han realizado determinaciones de secciones eficaces inducidas con neutrones e integrales de resonancia, análisis crítico de valores históricos y renormalización de datos existentes. Se participa activamente en diversos desarrollos para la producción

de radioisótopos y realiza diversas tareas de docencia especializada en radioquímica y espectrometría gamma.

### Actividades y logros en 2018

- Participación en el proyecto CNEA “Desarrollo y Producción de I-124, Cu-64 y sus radiofármacos”: Análisis de muestras por espectrometría gamma, caracterización del proceso de producción y estudios para la optimización de la energía de irradiación, análisis de rendimientos.
- Participación en el proyecto de cooperación técnica con el OIEA “Desarrollo y Producción de radioisótopos y radiofármacos emisores de partículas alfa, Bi-213 y Ac-225”.
- Participación en el ejercicio organizado por el “ICRM Low-level Measurement Techniques Working Group” sobre análisis de espectros gamma con baja estadística de conteo.
- Puesta a punto de la técnica para medición de Ra-226 en suelos.
- Participación en el dictado de las siguientes carreras y cursos:
  - Instituto Beninson– UNSM: “Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares”; “Ingeniería Nuclear con Orientación en Aplicaciones” (Radioquímica) y “Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos”.
  - Instituto Dan Beninson-Universidad Favaloro: Ingeniería Biomédica “Radiaciones y Radioprotección”.
- Publicación: “The production of no carrier added arsenic radioisotopes in nuclear reactors”.

### Medicina nuclear

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 enfermedades, convirtiéndose en una firme y constante promotora de la medicina nuclear en el país. Prueba de ello es el decisivo rol que ha desempeñado en la creación, desarrollo y apoyo a la operación del:

- Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas José de San Martín en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto Oncológico Ángel H. Roffo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Escuela de Medicina Nuclear en la ciudad de Mendoza en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Centro de Diagnóstico Nuclear en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Instituto de de Tecnologías Nucleares para la Salud de San Carlos de Bariloche.
- Centro de Medicina Nuclear y Molecular de Entre Ríos.

Con los dos primeros la CNEA mantiene una vinculación directa mientras que en el caso de los cuatro últimos la vinculación se materializa principalmente a través de la participación de la CNEA en las fundaciones que los administran: la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN), la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear (FCDN), la Fundación Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS) y la Fundación Centro de Medicina Nuclear y Molecular de Entre Ríos (CEMENER), respectivamente.

El Plan Estratégico de CNEA 2015-2025 establece como política institucional al respecto:

“Promover la replicación del modelo de gestión de fundación sin fines de lucro con el objeto de asegurar que cada vez más regiones del país tengan acceso a tecnología de avanzada en el campo de la medicina nuclear y oportunidades de capacitación y formación en las distintas disciplinas asociadas”. Esto permite la práctica de medicina de excelencia, brindando la posibilidad de acceder a servicios de vanguardia en el diagnóstico por imágenes y el tratamiento a través de la medicina nuclear y el desarrollo de actividades de investigación y docencia.

La CNEA ha creado una Red Informática de Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia con los centros de medicina nuclear nombrados, que es cada vez más extensa y compleja por la presencia de nuevas tecnologías y la incorporación de distintos perfiles profesionales. El norte fijado a la Red lleva implícitos la suma de nuevas entidades del orden público y privado del ámbito asistencial y universitario, generando nuevos horizontes, siem-pre con el propósito de contribuir a una buena medicina, con normas y protocolos claros y con la amplitud de acelerar la difusión del conocimiento a través de la actividad docente, del desarrollo y la investigación.

Además, la CNEA, en el marco del Plan Nacional de Medicina Nuclear (PNMN), coordina las acciones necesarias para la apertura de nuevos centros de medicina nuclear en varias provincias, participando de diversas maneras en su construcción, equipamiento, formación de recursos humanos, puesta en operación y, en algunos casos, integrando las fundaciones que los gestionarán y administrarán:

Centro de Medicina Nuclear Radioterapia en Río Gallegos, provincia de Santa Cruz.

Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia, provincia de Formosa (Fundación Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia Dr. Néstor Kirchner).

Centro Latinoamericano de Protonterapia en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Centro de Radioterapia del Hospital Interzonal de Agudos San José de Pergamino, provincia de Buenos Aires.

Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia en Santa Rosa, provincia de La Pampa (FUESMEN).

Centro de Aplicaciones Bionucleares de Comodoro Rivadavia (CABIN), provincia de Chubut.

Proyecto Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia en la provincia de Santiago del Estero.

Proyecto Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia en la provincia de Jujuy.

Proyecto Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia en la ciudad de Villa María, provincia de Córdoba.

Proyecto Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia en la provincia de San Juan.

La incorporación de estas nuevas instituciones a la Red de Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia de la CNEA representa una oportunidad inmejorable para contribuir significativamente a mejorar la equidad y calidad de la atención médica en todo el país y concretar un cambio positivo y duradero en beneficio de la sociedad.

### Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas José de San Martín



Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas Gral. San Martín  
Tomógrafo por Emisión de Positrones combinado con Tomógrafo Helicoidal (SPECT/CT)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

En 1958, por iniciativa conjunta de la CNEA y la UBA, se creó en el Hospital de Clínicas José de San Martín 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 UBA y la CNEA para el funcionamiento del Centro. Un año más tarde se equipó totalmente al Centro con instrumental de última generación. A partir de esa fecha se convirtió en un referente local e internacional de excelencia para la formación de recursos humanos en el tema, especialmente en el ámbito regional latinoamericano.

Las actividades principales del Centro son la asistencia, docencia e investigación en medicina nuclear y el diagnóstico por imágenes. El personal profesional y técnico del Centro pertenece en su mayoría a la CNEA al igual que el equipamiento.

En 2012 el Centro fue reinaugurado tras la instalación de un nuevo equipamiento de tomografía por emisión de fotón único conjugado con un tomógrafo computado helicoidal multicorte (equipo SPECT-CT), firmándose un nuevo Convenio CNEA-UBA para el funcionamiento de esta nueva etapa. El Laboratorio de Radiofarmacia Hospitalaria del Centro ha sido reequipado y modernizado en consonancia con el nuevo equipo SPECT/CT instalado, a fin de asegurar la disponibilidad de radiofármacos de última generación para un diagnóstico de excelencia o la terapia que requieran.

### Actividades y logros en 2018

#### Incorporación de nuevas tecnologías:

Modernización del equipo:

- Proyecto AR-PET: instalación de primer equipo de tomografía por emisión de positrones desarrollado íntegramente en la CNEA. En julio de 2018 se completó la instalación del equipo y con autorización de la ARN se realizaron las pruebas físicas de calibración con fantomas.
- Realización de las pruebas físicas de estructura y obra civil para la incorporación del equipo SPECT/CT GE DISCOVERY NM/CT 670 a ser instalado por la empresa INVAP.

#### Actividad asistencial:

- Realización de estudios de diagnóstico en medicina nuclear utilizando equipo Philips PRECEDENCE SPECT/CT de 400 pacientes.
- Realización de aproximadamente 300 consultas y tratamiento de pacientes con cáncer de tiroides utilizando I131.

#### Actividad docente:

- Participación en las videoconferencias semanales entre los centros de la RED PET de la CNEA asociado a Cibersalud como asistentes y como disertantes en diversos temas como protocolos de tomografía computada, educación médica, tratamiento del cáncer de tiroides, gestión de la calidad de laboratorio de radiofarmacia, etc.
- Participación activa como docentes y disertantes en las siguientes carreras:
  - “Carrera de Médico Universitario Especialista en Medicina Nuclear” y “Carrera Médico Especialista en Diagnóstico por Imágenes”. de la Facultad de Medicina de la UBA, siendo sede del primero.
  - “Carrera de Técnicos Universitarios en Medicina Nuclear” y “Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos” de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA y la CNEA.
  - “Tecnicatura en Aplicaciones Nucleares” y “Maestría en Física Médica” del Instituto Dan Beninson.
  - “Taller de Radiodiagnóstico y Radioprotección” para los alumnos del último año de la carrera de Médico de la Facultad de Medicina de la UBA.
  - “Curso Entrenamiento Asistido a Distancia para Tecnólogos en Instrumentos Híbridos PET-CT y SPECT-CT” del OIEA (dictado a distancia vía Internet) junto con el Instituto Dan Beninson.

Además, se realizó el entrenamiento y tutoría de médicos y técnicos en cumplimiento de lo establecido por la ARN para la obtención de permisos individuales.

### Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo (COMNIR)

El Centro Oncológico de Medicina Nuclear (COMNIR) que funciona en las instalaciones del Instituto Roffo, fue creado como resultado de un Convenio de Asistencia Técnica entre la CNEA y la UBA 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. Al estar inmersos en un hospital oncológico, los integrantes de este Centro tienen la posibilidad de interactuar con el resto de las especialidades, generando una modalidad de trabajo interdisciplinario que les permite adquirir una mirada global a la problemática oncológica y buscar soluciones en conjunto. Además, el COMNIR trabaja en forma conjunta con la CNEA en el desarrollo de nuevos radiofármacos para aplicación en oncología, tanto para usos diagnósticos como terapéuticos. Las actividades principales del COMNIR son la investigación, docencia y asistencia en el campo de la medicina nuclear y de la física médica aplicada a la oncología.

### Actividades y logros en 2018

#### Infraestructura y equipamiento

- Conclusión de las obras correspondientes a las aulas y al recinto donde se instaló el equipo de imágenes mamarias moleculares Discovery NM 750b. GE Health Care, dispositivo de doble cabezal con detectores semiconductores de estado sólido de cadmio zinc telurio para obtener imágenes con elevado poder resolutorio, identificando así pequeñas lesiones tumorales del parénquima mamario y otras localizaciones.

#### Actividades asistenciales

##### Estudios y tratamientos en pacientes oncológicos

- Realización de 2.254 estudios (Planar, SPECT-CT, en quirófano con sondas, mini gamma cámara Sentinella y SPECT 3D Declipse) y tratamientos con  $^{131}\text{I}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{153}\text{Sm}$  y  $^{223}\text{Ra}$ .
- Cálculo de estimaciones dosimétricas para tratamiento con  $^{131}\text{I}$ , bajo procedimientos operativos estándar (SOP) de la EANM (Método MIRD, uso de OLINDA/EXM) en colaboración con la ARN (dosimetría biológica).

El Servicio de Asistencia Social evalúa para categorizar socioeconómicamente a los pacientes y aplicar el arancel correspondiente. A pesar de ser un hospital de autogestión nunca deja de asistir a pacientes carentes de recursos económicos.

#### Investigación

Continuación de los proyectos de investigación en curso. En el marco de dichas líneas de investigación se participó, dictaron conferencias y presentaron trabajos en congresos nacionales e internacionales y se publicaron artículos en revistas internacionales. De esos trabajos resultaron premiados los siguientes:

- Medicina nuclear traslacional. Radiotrazador híbrido: fase clínica.
- Segmentación de lesiones en mammi pet mediante umbralización de otsu.
- Detección de ganglio centinela en cáncer de cuello uterino. Incorporación de la fluorescencia con verde de indocianina (ICG).
- Diseño y simulador de un fantoma cardíaco para prácticas de medicina nuclear.
- Marihuana y perfusión cerebral: estudio mediante SPECT.
- Microesferas terapéuticas, desarrollado junto con el CAB, declarado de interés nacional por el Honorable Senado de la Nación.

#### Actividades docentes

- Dictado de clases de grado y post grado del: Instituto Dan Beninson (CNEA-UNSAM) OIEA, ARN, Facultad de Ingeniería, de Ciencias Exactas, de Medicina y Farmacia y Bioquímica de la UBA, Facultad Favalaro, Asociación Argentina de Biología y Medicina Nuclear, Instituto de Biología y Medicina Experimental-CONICET, y Sociedad Argentina de Dermatología y de Patología.
- Dirección de beca (estudio preclínico "Uso terapéutico en Oncología de microesferas de vidrio sólidas con Itrio 90 y porosas para radio y quimioembolización) y dos tesis doctorales ("Marcación Radioisotópica y caracterización del efecto biológico de microesferas terapéuticas" y "Diseño y producción de microesferas de alcohol polivinílico para embolización y quimioembolización").

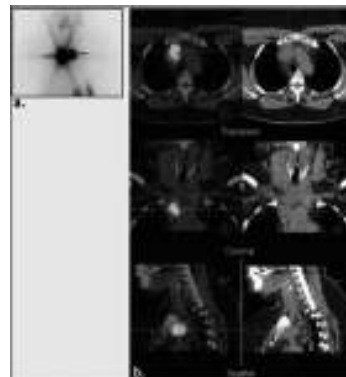
#### Otras actividades

- Colaboración en la elaboración de las "Pautas en Oncología. Diagnóstico, tratamiento y seguimiento del cáncer". Instituto de Oncología Ángel H Roffo. ISBN950-942-1-18-9.

### Fundación Escuela de Medicina Nuclear FUESMEN

La Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN), ubicada en la ciudad de Mendoza, surgió a partir de una iniciativa de la CNEA de poner en marcha en 1986 una escuela de postgrado en medicina nuclear y radioisótopos aprobada por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1741/86, iniciativa que 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, siendo aprobado su Estatuto constitutivo por Decreto Provincial N° 3602/91.

La 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. Cuenta con recursos tecnológicos de primera línea y gracias a la formación diferencial de sus recursos humanos, la



Imágenes tomográficas SPECT/CT



Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN)  
Ciudad de Mendoza

investigación y el desarrollo, se ha posicionado como una institución innovadora en el medio. Practica medicina de excelencia, brindando la posibilidad de acceder a servicios de vanguardia en el diagnóstico por imágenes y el tratamiento a través de la medicina nuclear.

#### Actividades y logros en 2018

Continuidad de la participación en la puesta en marcha del “CEMENER” en Oro Verde, Entre Ríos y de “INTECNUS” en Bariloche; recepción y colaboración en la puesta en marcha del equipamiento del Centro de Medicina Nuclear Radioterapia de Río Gallegos, provincia de Santa Cruz y acompañamiento en la formalización del traspaso del mismo a la provincia; y colaboración en la planificación del Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia que la provincia de San Juan desarrolla en su capital.

#### Infraestructura:

- Edificación en un terreno de 1.000 mts<sup>2</sup> de un nuevo edificio con moderno diseño arquitectónico acorde a las necesidades de la medicina moderna, donde se instalará la nueva sede de la Delegación Maipú. Consta de tres niveles con una superficie aproximada de 2.000 m<sup>2</sup> donde se completó la obra en seco y se adquirieron los equipos, se prevé la culminación de la obra civil e instalaciones para el tercer trimestre de 2019.
- Finalización de las obras destinadas a la Delegación FUESMEN Valle de UCO con una superficie total de 800 m<sup>2</sup> e inicio de la instalación de equipamiento para comenzar a operar en el 1er semestre 2019.
- Instalación y puesta en marcha para la Delegación San Rafael de un Densitómetro Lunar y un RMN de 1.5T de GE.
- Instalación y puesta en marcha en la sede central de un TC de 128 cortes.
- Instalación y puesta en marcha de una Cámara Gama SPECT-CT Siemens Symbia Intevo Excel, para los estudios SPECT-CT basados en el uso de radiofármacos sintetizados a partir de isótopos emisores gamma como el Tc99m, el Ga67, el In111 y el I131, que mejoran la detectabilidad de lesiones en comparación con los estudios convencionales, permitiendo la realización estudios mensuales.
- Adquisición de un resonador Philips Ingenia de alto campo 1.5 Tesla con destino a las Sede Central para reemplazar al Philips Achieva 1.5T.
- Adquisición de un equipo Varian Halcyon para radioterapia tomográfica.
- Iniciación de las obras para la adecuación de los espacios para la instalación de Braquiterapia de alta tasa y el Varian Halcyon.
- Inicio de la actualización completa del edificio principal de FUESMEN, en primera instancia reordenando y ampliando visualmente las salas de espera e integrándoles las instalaciones sanitarias para pacientes.

#### Actividad asistencial:

La prestación realizada durante el año 2018 mostró un crecimiento del 11% con respecto al año anterior. Motivo de dicho aumento fue la fuerte inversión en tecnología médica realizada en últimos 10 años, la gestión de nuevos convenios, y la gestión operativa y eficiente de los recursos.

Es de destacar en este sentido el crecimiento de los servicios de Medicina Nuclear con la incorporación de nuevo equipamiento en Cámara Gamma que implicó un incremento del 12% con respecto al año anterior, así como también el incremento de prestaciones de PET debido a la ampliación en la producción de FDG lográndose un incremento del 15 % en las prestaciones, mejorando no solo la calidad de atención sino el tiempo de espera en el otorgamiento del turno y pudiendo satisfacer no solo la demanda de pacientes de la provincia sino también de las provincias del oeste del país y de Chile.

En el área de Diagnóstico por Imágenes hubo un incremento de más de 9.000 prestaciones que implican un incremento del 18% con respecto al año anterior. Este crecimiento tuvo su mayor impacto en la Delegación de San Rafael donde se incorporó el resonador 1.5T SIGNA CREATOR PLUS, alcanzándose la estabilidad operativa del equipo en el transcurso del 2018. Además, se ampliaron los horarios de atención tratando de satisfacer la demanda del extenso sur mendocino y las provincias cercanas.

Es de destacar el crecimiento que han tenido aquellos servicios que tienen un componente clínico como cardiología, ecografía, ginecología, neurología. Dicho incremento ha permitido lograr un abordaje integral de los pacientes, desafío que implica la generación de trabajo interdisciplinario para profundizar la investigación, la docencia y la conformación de protocolos médicos que permiten un abordaje temprano de las patologías. Este esfuerzo redundo en una medicina de excelencia puesta a disposición de los mendocinos.

En este sentido se destaca la apertura del Servicio neuroFUESMEN para diagnóstico y tratamiento de las patologías relacionadas con las neurociencias, especialmente de las enfermedades de alto impacto en la salud, lo social y lo económico, como son las enfermedades neurodegenerativas, neuropsiquiátricas, las epilepsias, el dolor y tumores del sistema nervioso. Con un enfoque interdisciplinario que tiene por objeto la investigación e innovación, la docencia, la formación de recursos humanos y la difusión del conocimiento de las neurociencias en todos sus aspectos promoviendo también el crecimiento de servicios relacionados al mismo como es PET, Resonancia, Cámara Gamma, etc.

La expansión geográfica de la FUESMEN permitió un crecimiento muy importante en zonas con un destacable crecimiento demográfico. Un ejemplo de esto es el caso de la Delegación de Maipú que aumentó en un 55% las prestaciones realizadas con respecto al año anterior. La construcción del nuevo edificio ayudará a potenciar este importante incremento.



Tomógrafo por emisión de positrones (PET)  
Fundación Escuela de Medicina Nuclear

La delegación de San Rafael tuvo un incremento cercano al 38%, uno de los motivos más importantes de dicho crecimiento fueron la incorporación del resonador y la ampliación de la atención horaria, así como también la incorporación de nuevos profesionales.

**Actividades docentes**

En 2018 se continuó con la Maestría en Física Médica de la UNCuyo que se desarrolla desde 2003, en el Instituto Balseiro y la FUESMEN, egresando 13 alumnos. También se continuó con la formación médica de postgrado, prosiguiéndose 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 Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico, y con las residencias en Oncología Clínica y Oncología en Radioterapia junto con el Ministerio de Salud provincial y el Centro Oncológico de Integración Regional (COIR).

Para complementar la formación de residentes, por quinto año consecutivo se participó en una serie de teleconferencias mensuales con la asistencia de residentes y profesionales de las áreas de Diagnóstico por Imágenes y Medicina Nuclear y la concurrencia de alrededor de 8 centros más de Latinoamérica, organizadas por la Universidad de Luisiana, Estados Unidos. Se participó, además, obteniendo premio, de las presentaciones de primavera de la residencia en Diagnóstico por Imágenes de dicha universidad.

“Fellow” de Imágenes Cardiovasculares: en mayo iniciaron su segundo y último año las participantes de este programa para médicos con residencia en Cardiología Clínica completa. Su objeto es formar cardiólogos con orientación en imágenes cardíacas.

Rotaciones y prácticas: profesionales de distintos hospitales de la provincia realizaron rotaciones por la FUESMEN. Alumnos de la Escuela de Técnicos Asistenciales en Salud de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNCuyo, “Carrera de Diagnóstico por Imágenes”, realizaron rotaciones por los servicios de la FUESMEN.

**Cursos de grado y posgrado:**

Continuando con la colaboración a la formación de grado, alumnos de la “Carrera de Medicina” de la UNCuyo cursaron en la FUESMEN parte de la cátedra de “Diagnóstico por Imagen” al igual que los alumnos de la “Carrera de Kinesiología” de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Mendoza. Con el aval de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNCuyo, la FUESMEN dictó el “Curso de Imagenología por Resonancia Magnética: Consola, Instrumentación e Investigación”, dirigido a médicos, técnicos y estudiantes de Medicina y Ciencias Exactas y Naturales.

Con la organización conjunta con la Facultad de Medicina de la UNCuyo, la FUESMEN dictó la segunda edición del “Curso de Imagenología por TAC” con el objeto de introducir a las técnicas modernas utilizadas en CTx, dando cuenta de su importancia en el diagnóstico por imágenes. También se dictó una nueva edición del “Curso Básico de Radiofísica Sanitaria” con 70 asistentes, habilitante para ejercer la Responsabilidad de Uso de Equipos Generadores de Rayos X, destinado a médicos, odontólogos, veterinarios, ingenieros, técnicos y estudiantes.

**Acciones comunitarias y de comunicación:**

En 2018 se continuaron las acciones de promoción de conductas saludables tendientes a la prevención de enfermedades y la detección precoz de las mismas. Entre otras se destacan:

- Campaña de Lucha Contra el Cáncer de Mama, que se celebró en octubre, durante la cual la FUESMEN ofreció mamografías al 50% de su valor a pacientes sin cobertura médica, se distribuyó material educativo y se realizó la entrega del típico listón rosa, símbolo de la campaña a nivel mundial.
- Con motivo de celebrarse en el mundo el 16 de noviembre el Día Mundial de la EPOC por iniciativa de la Organización Mundial de la Salud, el Servicio de Medicina Respiratoria de la FUESMEN realizó un aporte a la comunidad acercando sus profesionales y sus métodos diagnósticos. Cabe destacar la realización de espirometrías y la entrega de folletos educativos sobre EPOC y tabaquismo.

**Conferencias, participación en congresos y publicaciones:**

Profesionales médicos de la FUESMEN dictaron conferencias, participaron en numerosos congresos y reuniones científicas nacionales e internacionales, y presentaron y/o publicaron trabajos y/o artículos en eventos y/o revistas nacionales e internacionales.



Equipo de cobaltoterapia Teradi 800  
Fundación Escuela de Medicina Nuclear



Diagnóstico mediante PET  
Fundación Escuela de Medicina Nuclear

**Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear FDCN**

A partir de 2003, la CNEA y la 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), acordando para ello la creación de la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear (FCDN). El 14 de diciembre de 2004, por Resolución IGJ N° 1583, la Inspección de Personas Jurídicas la autorizó a funcionar con carácter de persona jurídica. Su equipamiento confiere al Centro gran autonomía y un alto índice de productividad, y con él se pueden realizar servicios asistenciales de alta complejidad y diagnosticar enfermedades oncológicas, cardiológicas y neurológicas, permitiendo así mismo 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 requieran otros centros de PET del conglomerado



Centro de Diagnóstico Nuclear  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

bonaerense. Sus actividades principales son la asistencia, la investigación y la docencia en diagnóstico por imágenes.

#### Actividades y logros en 2018

En 2018 la FCDN concretó varias iniciativas alineadas con los objetivos estatutarios y la visión estratégica delineada por su Consejo de Administración. Se caracterizó, asimismo, por la necesidad de promover el crecimiento de los nuevos servicios puestos en funcionamiento, como el Centro Diagnóstico de la Mujer (CDM), la Tomografía Computada (TC) Multicorte de 256 cortes (iCT256) especialmente diseñada para aplicaciones cardiovasculares, el Servicio de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de 3 Teslas, el más avanzado del país en su tipo, y los 3 equipos PET/CT con los que cuenta la institución.

Fue así como, por un lado, se trabajó decididamente en incrementar la cantidad de pacientes a través de la concreción de nuevos convenios y la ampliación de los existentes, teniendo presentes los principios de responsabilidad social, sustentabilidad y equidad que rigen el desenvolvimiento de la FCDN, y se buscó asimismo ampliar el reconocimiento de la presencia de la FCDN y sus nuevos servicios en la comunidad por medio de acciones de difusión. Por otro lado, dado el contexto macroeconómico del país durante el año en cuestión, se hizo hincapié en distintas medidas con el fin de bajar costos de operación, evaluar formas de pago, procurar alternativas para los insumos explorando nuevos proveedores y reforzando las gestiones de cobranza con los financiadores. Una de las premisas establecidas fue cuidar sus recursos humanos y la calidad de las prestaciones brindadas a los pacientes, sin poner en riesgo el necesario equilibrio financiero, indispensable para la sustentabilidad de la institución a largo plazo.

Luego de la firma de un acuerdo con el Instituto Cardiovascular Lezica (ICVL), se realizaron las obras correspondientes, se concretó la instalación del equipamiento SPECT y, finalmente, se comenzó la atención de pacientes en este nuevo servicio gestionado por la FCDN, en el ámbito específico de un centro clínico, dedicado a brindar prestaciones propias de los primeros niveles de atención cardiológica, con el fin de promover el contacto entre cardiólogos y especialistas en imágenes, en procura del mejor diagnóstico para los pacientes. Las mejores expectativas están en el crecimiento sostenido de este servicio, como así también en la posibilidad de aprovechar juntamente con el ICVL las inmejorables características tecnológicas de otras prácticas avanzadas, como la RMN, la TC multicorte y el PET/CT, que se realizan en la Sede Central y en la elaboración y presentación de propuestas de formación de recursos humanos y de proyectos de investigación en el campo de la cardiología.

En esta misma línea de apertura hacia los primeros niveles de atención, durante el año 2018 se realizaron todos los preparativos para la apertura del consultorio de ginecología asociado al CDM, para brindar una atención integrada a las pacientes que lo requieran, promoviendo la interacción entre las disciplinas clínicas y las especialidades del diagnóstico por imágenes.

Una de las iniciativas más importantes de 2018, estuvo constituida por el denominado Centro Oncológico Pergamino (COP), un proyecto que en el marco del Plan Nacional de Medicina Nuclear fue encargado a la CNEA y construido y equipado por INVAP. El COP cuenta con áreas de Radioterapia, Braquiterapia y Hospital de Día oncológico, en un predio vecino al Hospital Interzonal de Agudos "San José". Luego de varias reuniones y análisis de alternativas, se propuso que la FCDN asumiera la responsabilidad de la operación del mismo, con acuerdo de las autoridades nacionales, provinciales y municipales y de la Fundación Leandra Barros, entidad que en su momento motorizó el pedido que dio lugar a la construcción del COP. Es un proyecto de enorme relevancia desde el punto de vista estratégico para la institución, ya que tiene un impacto social muy significativo en la región, dando un paso decidido hacia las aplicaciones de radioterapia, que permitirá sumar experiencia y estar en igualdad de condiciones con las demás fundaciones que conforman la Red de Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia.

Uno de los motivos principales que dio lugar a la existencia de FCDN tiene que ver con la producción y distribución de radiofármacos, especialmente aquellos destinados a ser utilizados en Tomografía por Emisión de Positrones (PET). Durante 2018 se avanzó en la adquisición e instalación de un segundo ciclotrón, considerando que las finanzas dependen, en medida significativa, de un equipo con antigüedad y un grado de uso importante, creciente desde 2007. Por otra parte, asimismo, se puso en evidencia especialmente en los últimos años el incremento de la demanda de radiofármacos para PET y se prevé que se sumará aquella generada por los Centros PET/CT que se incorporan a la red, especialmente los de Comodoro Rivadavia, Río Gallegos, Oro Verde y Bariloche, entre otros.

Durante 2018, la FCDN brindó colaboración con los nuevos centros que conforman el Plan Nacional de Medicina Nuclear (PNMN), constituido bajo la tutela de la CNEA. Especialmente se trabajó con el Centro de Medicina Nuclear y Molecular de Entre Ríos (CEMENER) y con el Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS) de Bariloche; y se participó en gestiones para lograr avances en el Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de Formosa; el Centro Oncológico de Pergamino y el Proyecto del Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de la provincia de Salta.

Otra decisión estratégica de gran relevancia fue la de renovar los sistemas administrativo-contables y de atención de pacientes de la FCDN, para lo cual se realizó una extensa evaluación de alternativas y se comenzó con la implementación respectiva. Este elemento resulta cada vez más indispensable para realizar una gestión eficiente y transparente y estar a la altura de los avances de la ciencia médica asociados al



Centro de Diagnóstico Nuclear  
Tomógrafo por Emisión de Positrones  
combinado con Tomógrafo Helicoidal  
(PET/CT)

aprovechamiento y explotación de los datos generados, como así también para brindar nuevos y mejores servicios a los pacientes.

### **Infraestructura**

Adquisición y puesta en funcionamiento de un generador de  $Ge68-Ga68$  para producción de diferentes radiofármacos marcados con  $Ga68$ .

### **Actividad asistencial:**

Un avance de gran relevancia es el que tiene que ver con la realización de estudios PET usando el radiofármaco  $Ga68-PSMA$ , a partir de la emisión de la autorización de la ARN, luego de extensas gestiones ante dicho ente y ante la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). La FCDN será la única institución del país en poder realizar este tipo de estudios que se espera reemplacen o complementen los que actualmente se realizan con  $Cl11$ -Colina a pacientes con cáncer de próstata. Es el resultado del compromiso institucional con la innovación en la producción de radiofármacos para PET.

Como fruto de muchos años de gestiones con el Gobierno de la CABA, se logró un acuerdo para que los pacientes atendidos en cualquiera de los hospitales de la jurisdicción puedan acceder a realizarse estudios PET/CT en alguna de las sedes de la FCDN. Cabe mencionar que previamente a este convenio no tenían los médicos a cargo de la evaluación de la enfermedad de estas personas, primordialmente enfermos oncológicos, la posibilidad de hacer un pedido por un estudio PET, ya que la CABA no cuenta con esta tecnología en ninguno de sus efectores.

Algunos de los logros de la institución en materia asistencial en 2018 fueron los siguientes:

- Se atendieron 5.473 pacientes en el Servicio PET/CT, lo que representa un incremento del 31% en comparación con el año anterior. Del total mencionado, el 20% realizaron su estudio en la filial de la Academia Nacional de Medicina.
- El 63% de los pacientes atendidos para realizar PET/CT fueron derivados de hospitales y organismos públicos de diversas jurisdicciones municipales, provinciales o nacionales, o accedieron a un estudio financiado por la Fundación en el marco de un protocolo de investigación clínica realizado juntamente con el Instituto Roffo. Un porcentaje similar se realizó en el servicio de SPECT/CT. Mientras que en las áreas de RMN y TC los porcentajes por este tipo de pacientes fueron aproximadamente de entre 23% y 26%.
- Se brindaron servicios asistenciales que representaron ahorros a la comunidad por \$8.911.000.
- Se realizaron 231 estudios por derivación del Instituto Roffo. Los mismos fueron principalmente PET/CT, pero también Resonancia Magnética Nuclear, Ecografía y Mamografía, cuyos costos fueron cubiertos por la FCDN en el marco de un protocolo de investigación clínica conjunto o por la situación de carencia del paciente, constituyendo un monto aproximado de \$2.431.000.-. Este monto forma parte del valor global mencionado en el punto previo.
- El servicio de Resonancia Magnética Nuclear exhibió un comportamiento similar en términos interanuales en la cantidad de pacientes atendidos respecto a 2017. Si bien el incremento fue moderado en cantidad de pacientes, la complejidad de los estudios fue significativamente mayor, habiendo incorporado Resonancia Funcional, Enterioresonancia, Multiparamétrica de Próstata, Tractografía, Resonancia de Cuerpo entero, entre otras. Tomografía Computada, por su parte, a partir de la puesta en marcha del nuevo equipo iCT 256 con capacidad para realizar estudios nuevos y de gran complejidad, aumentó en 53% la cantidad de pacientes atendidos respecto al año previo.
- Los servicios de Ecografía General y Ecodoppler siguieron mostrando una tasa de crecimiento significativa en los últimos años y es así como, durante 2018, aumentó un 36% la cantidad de pacientes atendidos.
- Se tuvo en 2018 un claro incremento de los estudios en el Servicio SPECT/CT, con un porcentaje del 88% en la cantidad de pacientes atendidos respecto a 2017.
- La producción de FDG en el Sector de Radiofarmacia fue de 1505,9 Curies de FDG, destinados tanto a los pacientes propios como a otras instituciones de diagnóstico que cuentan con equipos PET y PET/CT, de los cuales 195,3 Ci llegaron a los distintos servicios en la CABA, el Gran Buenos Aires, La Plata, Junín, Rosario y Bariloche.
- Se produjeron los radiofármacos más cortos de rutina:  $Ga68-DOTA-NOC$ ,  $Ga68-DOTA-TATE$ ,  $Cl11$ -Colina,  $Cl11$ -Metionina, Fluoruro de Sodio, Fluorocolina y  $N13$ -Amonio. Se hicieron producciones para terceros de  $Ga68-DOTA-TOC$  y  $F18$ -Colina. Se trabajó en el desarrollo de  $F18-PSMA$ ,  $F18-MISO$  y  $F18-FAZA$ , de los cuales se obtuvieron producciones con el rendimiento y calidad esperado. Se realizó el primer informe de Revisión Anual de Producto (RAP) para el  $F18-FDG$  con el objetivo de disponer de evidencia documentada de las condiciones en que se elabora en forma cuali y cuantitativa y reflejar el grado de cumplimiento de las normas GMP.
- Se rubricó la prórroga del convenio con el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires que posibilita que los pacientes que se atienden en los más de 70 hospitales de dicha jurisdicción accedan a las prestaciones realizadas en la institución.
- En el marco del Decreto 433/16 del Poder Ejecutivo de la CABA, por nota de la Dirección General de Planificación Operativa del Ministerio de Salud de la Ciudad, se formalizó mediante comunicación a todos los directores de hospitales de la jurisdicción las condiciones para la derivación de Estudios PET/CT a la FCDN.
- Se gestionaron licencias, autorizaciones específicas, renovaciones y ampliaciones ante la ARN.



Centro de Diagnóstico Nuclear  
Ciclotrón

**Actividad docente:**

En 2018 se ejecutaron numerosas actividades vinculadas con las áreas de docencia. Dentro de lo que constituye otro de los objetivos fundamentales de la FCDN, específicamente la formación de recursos humanos especializados, cabe destacar la rúbrica con la empresa INVAP del contrato para llevar adelante el plan de entrenamiento del personal administrativo, técnico y profesional que tendrá a su cargo la operación de los tres Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia cuya construcción y equipamiento encargó el Estado Plurinacional de Bolivia a esta empresa. Este hecho constituye un gran desafío para toda la estructura de la organización, por la cantidad de personal involucrado y la relevancia de este proyecto como exportación de servicios de valor agregado, dejando en evidencia la importancia que la FCDN está tomando en nuestro medio como institución de referencia en la temática. Cabe mencionar que debieron resolverse también los pormenores de la capacitación en Radioterapia para médicos y físicos a través de una de las instituciones vinculadas, en las que la FCDN participó como fundadora, concretamente la Fundación INTECNUS, mediante la firma de convenios marcos y específicos. Asimismo, se avanzó en gestiones con otras empresas involucradas en los proyectos de aquel país, para la formación en otras áreas, que se espera se concreten durante 2019.

**Actividades de investigación:**

- Proyectos de investigación y desarrollo de nuevos radiofármacos y su aplicación clínica:
  - Gestiones y tratamiento del protocolo de investigación clínica denominado “Estudio prospectivo aleatorizado, cruzado comparando la capacidad diagnóstica de  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA con el PET/CT respecto del centellograma óseo con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  y el uso de imágenes de tomografía computada, para detectar recidiva de cáncer de próstata”:
  - Evaluación de documentación ante ANMAT. Ante la evidencia de ventajas del radiotrazador  $^{18\text{F}}$ -PSMA vs  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA, por la vida media, insumos y marcación, se decidió trabajar en las gestiones para la confección de un protocolo con este radiofármaco.
  - Realización de estudios en el marco del protocolo de investigación clínica conjunto con el área de Ginecología del Instituto Roffo denominado “Utilidad de la integración de la  $^{18}$ -fluoro-2deoxy-d-glucosa tomografía por emisión de positrones/tomografía computada ( $^{18\text{F}}$ dg PET/CT) en la evolución preoperatoria del carcinoma de endometrio de intermedio y alto riesgo”.
- Nuevos protocolos de investigación clínica:
  - Avances en la confección del protocolo de ensayo clínico con  $^{18\text{F}}$ -PSMA para cáncer de próstata.

**Conferencias, participación en congresos y publicaciones:**

Numerosos profesionales médicos de la FCDN dictaron conferencias, participaron en congresos y reuniones científicas nacionales e internacionales, y presentaron y/o publicaron trabajos y/o artículos en eventos y/o revistas nacionales e internacionales.

**Fundación Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS)**

El Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS) nace en el marco del Plan Nacional de Medicina Nuclear, siendo sus fundadores la CNEA, la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) y la Fundación Centro Diagnóstico Nuclear (FCDN), con el objeto de llevar adelante la prestación de todos los servicios de salud asociados al Centro Integral de Radioterapia, Diagnóstico por Imágenes, Medicina Nuclear y Consultorios Médicos de Bariloche.

**Actividades y logros en 2018**

El año 2018 ha sido el año de inicio de actividades asistenciales del Centro, siendo esto un hito relevante para la Fundación INTECNUS. El inicio de las operaciones del servicio de tratamiento de Radioterapia Externa dio comienzo al desarrollo del equipo de trabajo de esta especialidad (médicos, físicos médicos, técnicos y personal administrativo y comercial) que se ha ido afianzando a lo largo del año. El servicio, junto con la apertura de consultorios de diferentes especialidades médicas afines con los objetivos institucionales, va diseñando y construyendo un esquema de abordaje integral al diagnóstico y tratamiento de las patologías que incumben al Centro. A su vez, la estructura organizativa y operativa del Centro en su conjunto fue acompañando y dando soporte a las actividades asistenciales.

La gestión de convenios con las obras sociales y demás financiadores del sistema de salud fue otro de los objetivos de este período que se logró cumplir a partir de la concreción de acuerdos formales para el acceso al Centro de la totalidad de las personas de la zona de influencia, tanto del sector público (Salud Pública, IPROSS, PAMI) como del sector privado (Colegio Médico Bariloche, obras sociales y prepagas).

**Desarrollo de infraestructura**

En cuanto al desarrollo de la infraestructura pendiente del Centro, se continuó con las tareas de coordinación y gestión del proyecto, incluyendo el estudio, análisis y revisión de la documentación del proyecto, el seguimiento diario de su correcta ejecución, la gestión de las comunicaciones formales contractuales, informes técnicos, desarrollo de las adendas de los contratos, reuniones periódicas con los proveedores y subproveedores, desarrollo de planes de ejecución de las tareas prioritarias a los fines de realizar las habilitaciones respectivas con los diferentes organismos pertinentes, preparación del edificio para su habilitación y funcionamiento



Centro Integral de Radioterapia, Medicina Nuclear, Diagnóstico por Imágenes y Consultorios Médicos de Bariloche

asistencial y trabajo en conjunto con los demás sectores de la organización para la puesta en marcha de los servicios.

En este período se concretaron como acciones principales la recepción de los sectores de Oficinas de Administración y de Radiofarmacia del primer piso, Salas de Servicios de Datos, Quirófano de Braquiterapia y Servicio de Medicina Nuclear y Diagnóstico por Imágenes.

#### **Actividades asistenciales**

Inaugurada en diciembre de 2017, durante su primer año de funcionamiento se convirtió en referencia regional en terapias radiantes a través de equipos de última generación: dos aceleradores lineales de uso médico y un tomógrafo computado para la planificación de tratamientos. Durante 2018 asistió a 283 pacientes en el Servicio de Radioterapia y concretó más de 6.500 prestaciones médicas.

#### **Servicios Oncológicos**

El área clínica de Servicios Oncológicos ha sido el sector clave de la organización a través del cual se implementaron los servicios de consultorio oncológico y de tratamiento de radioterapia externa, con la puesta en marcha de los aceleradores Synergy Elekta a principios del año. Esta área, dedicada a tratamientos oncológicos, utilizó técnicas que se implementaron con todo éxito por el grupo de especialistas médicos, físicos médicos y técnicos: Radioterapia Conformacional Tridimensional (3DCRT), Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT), Arco Terapia Volumétrica de Intensidad Modulada (VMAT) y Radioterapia Guiada por Imágenes (IGRT). A partir del comienzo de los tratamientos por irradiación la demanda fue creciendo en base a la concreción de los respectivos convenios con los diferentes prestadores y obras sociales. A fines de 2018 habían sido tratados con radioterapia externa 283 pacientes, cubriéndose así la demanda total de la zona de influencia de la ciudad de San Carlos de Bariloche. Se continuó, por otro lado, con la puesta a punto del sector de Braquiterapia, ya se han realizado todas las presentaciones a las autoridades sanitarias de la provincia y obtenido su aprobación final para dar inicio a estos tratamientos. Resta recibir la fuente (en proceso de suministro por parte de la empresa INVAP) para poner operativa esta prestación, única en la región. Por otro lado, se hizo la presentación ante el Consejo de Administración de INTECNUS del proyecto de implementación del servicio de Quimioterapia integrado al servicio oncológico como una etapa esencial para lograr un tratamiento integral del paciente. Esta propuesta fue aprobada por el Consejo y se han iniciado las gestiones para la adecuación de la infraestructura edilicia necesaria para esta prestación, como así también las acciones para acordar con un respetado grupo de oncólogos locales la implementación de dicho servicio.

#### **Diagnóstico por Imágenes y Medicina Nuclear**

Esta área ha estado desarrollando durante todo el año las tareas necesarias para la habilitación de los equipos e infraestructura del servicio de Medicina Nuclear como también así procediendo al reclutamiento de los técnicos especialistas necesarios para la futura operación. Hacia final del año se logró la aprobación de la ARN para la habilitación de equipos y procesos como así también la inspección de Fiscalización del Ministerio de Salud de Río Negro para la habilitación edilicia.

#### **Ciclotrón y Radiofarmacia**

La puesta en marcha de los principales equipos de este sector y la generación de la documentación necesaria para su habilitación ante la ARN y ANMAT ha sido la principal tarea desarrollada por el grupo de profesionales de este sector.

#### **Actividades docentes**

Continuaron creciendo las actividades vinculadas a la formación de recursos humanos. 2018 ha sido muy prolífico en tareas de capacitación, tanto para los médicos locales y de la región a través de su participación en videoconferencias de la red de centros, cursos específicos y comité de tumores, como así también para estudiantes avanzados en medicina, físicos médicos y personal de las áreas de Radioterapia, Medicina Nuclear y Diagnóstico por Imágenes. La Fundación INTECNUS se ha consolidado como parte de la Red Informática de Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia creados por la CNEA, con el objeto de contribuir al desarrollo de la medicina nuclear y la radioterapia por medio de la investigación, desarrollo e innovación y el desarrollo de recursos humanos, coordinándose actividades de formación y de asistencia profesional con otros miembros, particularmente la FUESMEN y la FCDN. Se debe mencionar que estos logros han sido posibles gracias al aporte de infraestructura y del capital de trabajo inicial provisto por el Estado Nacional a través de la CNEA, y a los profesionales y técnicos especializados provenientes de las tres entidades fundadoras.

#### **Investigación, desarrollo e innovación**

Con relación a las actividades de investigación, desarrollo e innovación, los equipos de investigación ya formados han continuado trabajando en los proyectos aprobados el año anterior, buscándose en esta nueva etapa el involucramiento de cada sector asistencial que tenga su equipo de trabajo ya confirmado, en la definición y participación de las próximas iniciativas de investigación a desarrollar. Se han verificado avances notables en procesamiento de imágenes médicas, desarrollo de blancos de ciclotrón y microesferas para braquiterapia.

Asimismo, se destacan los trabajos que llevó adelante el Laboratorio de Radiobiología y Biodosimetría, que en 2018 recibió la aprobación y autorización del Ministerio de Salud de la provincia de Río Negro para desarrollar actividades de investigación biomédica en seres humanos bajo la Ley R N° 4947, Resolución N° 3475/18 MS. En relación a Dosimetría Biológica, este Laboratorio ha realizado la primera parte de una curva de respuesta a Rayos X de alta energía. Además, inició trabajos de cooperación con dos laboratorios de

análisis bioquímicos de Bariloche, que consisten en colaborar con el manejo del Microscopio Leica DM6000 con sistema de Fluorescencia que pertenece al mencionado Laboratorio y la correspondiente lectura en fluorescencia para detectar el anticuerpo antiendomiso IgA y el anticuerpo Factor Antinuclear (FAN) de diagnóstico inmunológico de la enfermedad celíaca. Esta actividad implica la posibilidad de realizar estos estudios de rutina clínica en Bariloche y evitar derivar los mismos a centros de Bahía Blanca o Buenos Aires. El laboratorio de Radiobiología y Biodosimetría también completó durante 2018 tareas de preparación técnica, formación de recursos humanos y de soporte a grupos del CAB en trabajo de tipo físico e ingenieril.

### Fundación Centro de Medicina Nuclear y Molecular de Entre Ríos (CEMENER)

El Centro de Medicina Nuclear y Molecular de Entre Ríos (CEMENER), sito en la localidad de Oro Verde de esa provincia, administrado por la Fundación Centro de Medicina Nuclear y Molecular de Entre Ríos integrada por la CNEA, el Instituto de Obra Social de la provincia de Entre Ríos (IOSPER) y el Gobierno de la provincia de Entre Ríos, nace en agosto de 2015 y se puso en marcha en 2016 junto con el andamiaje administrativo que le permite dar sustento a las funciones operativas.

### Actividades y logros en 2018

Los servicios que se brindaron en 2018 fueron: resonancia, tomografía, medicina nuclear, radioterapia, hospital de día y consultorios. Se trabajó en el desarrollo de un servicio de cardiología. Tiene convenios con 30 obras sociales y se está en proceso de ampliarlos. El Centro tuvo más del 90 por ciento de los servicios en funcionamiento.

En total, en el mes de agosto, fueron atendidos 1.080 pacientes y 6.500 en lo que iba del año.

Un 10 por ciento de los pacientes atendidos no tienen cobertura social, pero todos los entrerrianos tienen la posibilidad de acceder a sus servicios.

La tendencia de crecimiento del CEMENER fue a razón de 35 pacientes por mes.

### Física Médica

La CNEA desarrolla actividades en materia de Física Médica en tres campos: medicina nuclear, radioterapia y radiodiagnóstico.

#### Física Médica en Medicina nuclear

La CNEA es responsable de las actividades de garantía de calidad, calibración y control de calidad rutinario del equipamiento en los Centros de Medicina Nuclear gestionados por la Institución y también es responsable de la asistencia técnica en el manejo del equipamiento y de la supervisión de las actividades de reparación y mantenimiento del instrumental de medicina nuclear. En 2018, además de dichas actividades, se desarrollaron las siguientes:

Actividades de garantía de calidad, calibración y control de calidad rutinario del equipamiento en los Centros de Medicina Nuclear gestionados por la Institución y la asistencia técnica en el manejo del equipamiento y de la supervisión de las actividades de reparación y mantenimiento del instrumental de medicina nuclear.

Actividades docentes

- Curso web de Sistemas Híbridos SPECT/CT y PET/CT: Curso DAT-2, para tecnólogos y médicos especialistas. Coordinación Nacional del 7 mo. curso anual.
- “Cálculos dosimétricos”. En el “Curso de Aplicaciones clínicas de las terapias con radionucleidos”.
- “Radioprotección y procesamiento de imágenes”. En el “Curso de Dosimetría de la Radioterapia”.
- Dictado de la materia “Instrumentación y procedimientos tecnológicos” en la “Tecnatura en Medicina Nuclear” de la UBA (curso regular).
- “Rol del físico médico en Medicina Nuclear Modalidad SPECT –CT”.
- Instrumentación. Actividad docente en “Instrumentación y control de calidad”. En la carrera de “Ingeniería Nuclear con orientación en aplicaciones” del Instituto Dan Beninson, en la materia “Aplicaciones médicas” y en el “Curso Metodología de los Radioisótopos”.
- Participación en cuatro presentaciones de temas de Física Médica por Videoconferencia; de Medicina Nuclear y de Radioterapia.

Asistencia e investigación

- Asesoramiento en la elaboración de nuevos protocolos y procesamiento de imágenes, dosimetría y radioprotección del personal y pacientes.
- Confección de especificaciones técnicas del equipamiento a incorporar para futuras licitaciones en el Instituto Roffo y en el Hospital de Clínicas.
- Avances en dosimetría pre-terapéutica (bajo SOP) de cáncer diferenciado de tiroides en casos de metástasis pulmonar y dosimetría biológica en casos particulares en conjunto con el Laboratorio de Dosimetría Biológica de la ARN.
- Actualización del equipo MAMMI PET (PET específico para detección de cáncer de mamas).
- Incorporación del “Software” NUKDOS de dosimetría interna para personalizar el tratamiento con radionucleidos.



Centro de Medicina Nuclear y Molecular  
Ciudad de Oro Verde  
Provincia de Entre Ríos

- Continuación de análisis de resultados de dosimetría de I-131 en trabajadores y ensayos con un fantomas antropomórfico para evaluar las distribuciones de nuevos radiofármacos/órgano.
- Pruebas de caracterización iniciales y pruebas NEMA-NU 2 aplicadas al tomógrafo AR-PET diseñado y construido en el CAE. Desarrollo y primeros resultados con los códigos de cálculo elaborados específicamente para estas pruebas de validación del AR-PET.

### **Física Médica en Radioterapia**

El Instituto de Oncología Angel H. Roffo cuenta con un Departamento de Terapia Radiante que atiende del orden de 150 pacientes por día en todas sus modalidades de tratamiento. Para esto cuenta con un acelerador lineal de electrones con haces de fotones de 6 MV y un equipo de braquiterapia con alta tasa de dosis más braquiterapia con baja tasa de dosis realizada con semillas de iodo-125.

La CNEA participa en ese Servicio 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. Además, contribuye con instrumental dosimétrico, cámaras de ionización, fantomas sólidos y un fantoma motorizado 2D.

Durante el 2018 se realizaron unas 1.400 planificaciones para radioterapia externa, de las cuales 250 fueron de VMAT (tratamientos con intensidad modulada volumetricamente), 850 de IMRT (tratamientos con intensidad modulada) y el resto planificación 3D convencional. Se realizaron unas 1.200 planificaciones de terapia con alta tasa de dosis y 15 para implantes prostáticos. Se realizaron los procedimientos de control de calidad para cada equipo con sus calibraciones correspondientes y los controles de calidad paciente específico.

#### **Actividades Docentes en Radioterapia**

- Dictado de los cursos “Dosimetría en Radioterapia” y “Física de la Radioterapia” con el patrocinio académico del Instituto Dan Beninson para la formación de médicos radioterapeutas, físicos en radioterapia y técnicos dosimetristas, cuyos contenidos son requeridos por la ARN para la obtención de licencias habilitantes.
- Capacitación en el hospital de pasantes, en particular físicos y técnicos dosimetristas, para realizar las prácticas para obtener la habilitación correspondiente por parte de la ARN.
- Además se recibieron becarios nacionales y extranjeros del OIEA para especializarse en Radioterapia.
- También se dirigieron trabajos de laboratorio y tesis de grado de las carreras afines. Asistieron dos becarias de Perú, una para especializarse en terapias externas avanzadas y otra para especializarse en braquiterapia.

### **Física Médica en Radiodiagnóstico**

- Estimaciones de dosis media glandular y dosis en tiroides en Tomosíntesis y mamógrafo digital e intercomparación de respuesta de cámara de ionización con semiconductores.
- Realización de controles de calidad en mamógrafo digital y estimaciones de dosis en piel recibidas en pacientes de intervencionismo.

## **Terapia por Captura Neutrónica en Boro**

La Terapia por Captura Neutrónica en Boro (BNCT) es una modalidad avanzada del tratamiento del cáncer que utiliza la alta eficacia de la reacción de captura de neutrones por el isótopo boro-10, la cual produce partículas de alta densidad de energía depositada. La vehiculización del boro por intermedio de transportadores que se incorporan selectivamente al tumor provee ventaja terapéutica, ya que una vez que se produce la reacción de captura de neutrones térmicos se genera un daño localizado en las células tumorales, protegiendo el tejido sano circundante con menor concentración de boro.

El proyecto BNCT de la CNEA, integrado por personal, becarios y alumnos pertenecientes a distintos sectores de la Institución y a instituciones colaboradoras, se ha organizado a lo largo de los años en 12 áreas temáticas: 1) Aplicaciones clínicas y pre-clínicas, 2) Aceleradores, 3) Imagenología del boro, 4) Química del boro, 5) Nano-vehículos borados, 6) Radiobiología del cáncer oral, metástasis hepáticas y pulmonares y artritis reumatoidea, 7) Radiobiología del melanoma y cáncer de tiroides, 8) Instrumentación, 9) Dosimetría computacional y planificación de tratamientos, 10) Reactor RA-3, 11) Reactor RA-6 y 12) Física médica. La siguiente es una clasificación por tareas preponderantes, si bien la interconexión entre áreas es usual en un proyecto interdisciplinario como BNCT:

- Investigación Aplicada (Áreas 3, 4, 5, 6, 7, 9 y 10)
- Desarrollo Tecnológico (Áreas 2, 8, 10, 11)
- Protocolos Pre-Clinicos (Áreas 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11)
- Aplicaciones Clínicas (Áreas 1, 4, 9, 11 y 12)

Investigación aplicada: Se centra en la concepción y realización de modelos, experiencias, síntesis de compuestos transportadores y nano-vehículos, y análisis de datos biológicos y biofísicos que permiten estudiar la radiobiología de BNCT y optimizar su ventaja terapéutica para distintas patologías. El objetivo principal es proveer una base científica rigurosa para la proyección de los experimentos hacia modelos más complejos (a nivel de un animal grande o un órgano), dando lugar a ensayos pre-clínicos, etapas necesarias para la eventual aplicación en pacientes humanos. En BNCT, la investigación aplicada comprende



Terapia por captura neutrónica en boro (BNCT)  
Irradiación de paciente en Reactor RA-6  
Centro Atómico Bariloche

la utilización de modelos celulares de tumor (cultivos, micro-tumores), modelos en pequeños animales (ratones, hámsteres y ratas), modelos físicos de la acción de la radiación (probabilidad de control tumoral y de complicación de tejido normal, microdosimetría, dosimetría macroscópica y computacional), determinaciones cuantitativas de boro en matrices biológicas (espectroscopía por emisión óptica y autorradiografía), diseño, concepción y ensayos de nano-vehículos transportadores de boro, cálculo neutrónico en tejidos biológicos, modelos computacionales biológicos de alto detalle y técnicas de seguimiento no invasivas (termografía infrarroja dinámica, inspección clínica, estudios de imágenes, etc.).

**Desarrollo tecnológico:** Comprende el diseño, modelado y caracterización de campos de radiación de neutrones de bajas energías con reactores y aceleradores, de herramientas, instrumentación y dispositivos para la medición de características físicas del campo de radiación, desarrollos innovadores para la medición analítica de concentraciones de boro a escala global y microscópica, la utilización de técnicas de imagenología no invasiva de tejidos y órganos, tecnología para la dosimetría y el control de calidad de los haces, monitoreo de pacientes, etc. Es parte de los aspectos de ingeniería y de física de las radiaciones del proyecto BNCT.

**Investigación/Ensayos pre-clínicos:** la realización de investigación/ensayos pre-clínicos en modelos complejos (animales grandes, órganos, etc.) son requisito indispensable para la presentación de nuevas modalidades terapéuticas ante las instituciones regulatorias y hospitalarias. En el proyecto BNCT se están realizando dos protocolos: 1) Estudio de la radiotolerancia de pulmón normal en ovejas mediado por cirugía de explante-reimplante y 2) tratamientos de cáncer espontáneo de cabeza y cuello en perros y gatos sin opción terapéutica.

**Aplicaciones clínicas:** La CNEA tiene licencia expedida por la ANMAT y por la ARN para el tratamiento del melanoma cutáneo en extremidades, protocolo clínico que se lleva a cabo en la facilidad de tratamientos del reactor RA-6 del CAB. Hasta la fecha se han realizado 11 irradiaciones de melanoma con resultados comparables a las mejores técnicas de radioterapia disponibles y con muy baja toxicidad asociada. Se están tomando los pasos necesarios para la inclusión de otras patologías, como el cáncer de cabeza y cuello.

El proyecto BNCT argentino es único en el mundo ya que ningún otro grupo internacional cubre todos los temas de investigación y desarrollo de BNCT, contando además con protocolos activos de tratamiento del cáncer.

#### Actividades y logros en 2018

Se establecieron lazos de colaboración con INTECNUS, con el fin de llevar a cabo trabajos en conjunto en las áreas de investigación preclínica y clínica. Se está analizando la confección de acuerdos específicos en ambas áreas de trabajo para establecer un vínculo formal institucional. Es digno mencionar que INTECNUS ha manifestado su apoyo al proyecto en todos sus aspectos, poniendo a disposición del mismo personal, instalaciones y apoyo en la realización de ensayos clínicos de BNCT en Bariloche.

**Premios:** La Dra. Amanda Schwint recibió el premio Hatanaka, el máximo galardón que esta sociedad otorga a un investigador que ha contribuido sustancialmente a la ciencia de BNCT. Además 2 jóvenes investigadores (Dra. Monti Hughes, Radiobiología, e Ing. Lucas Provenzano, Dosimetría Computacional) de CNEA recibieron el premio Fairchild al joven investigador en BNCT.

**Candidatura:** En la reunión de la junta de consejeros de la Sociedad Internacional de Terapia por Captura Neutrónica, llevada a cabo el domingo 28 de octubre, se presentó la propuesta para competir por la candidatura para la organización del congreso bienal de BNCT, en el año 2022, en Argentina. En dicha reunión se presentaron en total propuestas de 4 países: Argentina, Estados Unidos, Polonia y Rusia. El resultado de la votación fue de 9 votos para Polonia, 8 para Argentina, 4 para Estados Unidos y 1 para Rusia, quedando Polonia como país elegido para la organización del congreso del año 2022. Se decidió volver a presentar nuevamente nuestra candidatura en el próximo congreso de BNCT a realizarse en Granada, España, en el año 2020, dada la buena recepción que tuvo la propuesta presentada, las opiniones recibidas y la decisión de la Junta de darle prioridad a las propuestas del continente americano.

**Aceleradores:** Es importante mencionar que el proyecto del desarrollo de un acelerador para BNCT en la CNEA es considerado de gran importancia a nivel internacional, habiendo sido propuesto para una charla plenaria invitada.

**Protonterapia:** Los investigadores del proyecto de BNCT son parte del proyecto de Protonterapia desde hace años, por su tradición en trabajos de investigación y desarrollo en hadronterapia (radioterapia con neutrones, protones e iones livianos).

Actividades de distintas áreas del proyecto:

- **Reactor RA-3:** Durante 2018 la Facilidad Central de Columna Térmica (FCCT) del reactor RA-3 sirvió como fuente de neutrones para que diferentes grupos de la CNEA llevaran adelante sus líneas de investigación sobre BNCT. En total se realizaron 135 irradiaciones directamente relacionadas con el Proyecto BNCT que requirieron un total de 25 hs de operación del reactor. Además de las experiencias solicitadas por dichos grupos de investigación, el grupo de operación de la FCCT llevó a cabo junto con el grupo de Instrumentación y Control, otras experiencias con el objeto de caracterizar las configuraciones

experimentales que se utilizaron durante el año, y para optimizar la caracterización del haz de neutrones térmicos de la Facilidad.

- **Reactor RA-6: Construcción del nuevo sistema de posicionamiento para pacientes, con múltiples grados de libertad, comando electrónico remoto y diodos-cruz láser.** Se continuó con la colaboración con grupos de investigación y desarrollo en materiales. Se colaboró con la irradiación de los modelos animales de los grupos de radiobiología del proyecto BNCT: tratamientos clínico-veterinarios en perros con carcinoma de cabeza y cuello sin opción terapéutica, utilización de beta-enhancer en modelos de ratones nude. Se intensificó la difusión de la actividad del proyecto en múltiples visitas de funcionarios ministeriales y público en general.
- **Radiobiología del cáncer oral, metástasis hepáticas y pulmonares: Demostración del efecto local y abscopal de BNCT asociado a inmunoterapia en un modelo de células de carcinoma de colon implantadas en el flanco de ratas singéicas BDIX.** Se demostró que la electroporación favorece la incorporación de ácido bórico al tumor, aumentando la eficacia terapéutica de BNCT mediado por ácido bórico en el modelo de cáncer oral en hámster. Se realizaron estudios de biodistribución y de BNCT mediado por ácido bórico, sólo o administrado en combinación con BPA en el modelo de cáncer oral en hámster con resultados alentadores. Se realizaron estudios de biodistribución, toxicidad y BNCT para evaluar un compuesto borado novel (MID-BSA) en colaboración con un grupo de investigación de Japón. Se realizaron estudios clínico-veterinarios de BNCT en perros y gatos con tumores espontáneos de cabeza y cuello orientados a implementar un ensayo clínico de BNCT para el tratamiento de cáncer de cabeza y cuello en humanos en el RA-6 (CAB). En este período se trataron 3 perros. Los resultados son alentadores y de gran utilidad para delinear el camino a seguir respecto de la implementación de un ensayo clínico de BNCT para el cáncer de cabeza y cuello. Se re-iniciaron estudios de BNCT en el modelo de cáncer oral en hamster en el reactor RA-1 (CAC) a bajas dosis.
- **Radiobiología del melanoma y cáncer de tiroides:** En el marco de estudio de la respuesta de daño alADN (RDA) inducida por BNCT se comenzó a evaluar la vía TGFbeta/Smads que se activa para mantener la estabilidad genómica luego de la célula ser expuesta a BNCT. Se observó que todos los grupos irradiados expresan TGF beta y Smad 2 a diferencia del control. Además, BNCT expresa Smad7 que es inhibidora de la vía TGFbeta. Esto se correlacionaría con el mayor daño observado previamente en el grupo BNCT. El grupo efecto Bystander se comporta de manera similar al grupo NCT. Se continuaron los estudios de BNCT utilizando hojuelas emisoras de radiación beta (BE) como herramienta complementaria para compensar la dosis proveniente del haz de neutrones (RA-6). Se han comenzado a analizar diferentes parámetros biológicos: control de crecimiento tumoral y supervivencia. En colaboración con un grupo de la Universidad de la República Oriental del Uruguay quienes han sintetizado una serie de compuestos borados inhibidores de tirosinas kinasas ("clusters" aromáticos borados) se comenzó a estudiar la captación de los mismos en células de colon.
- **Imagenología del boro:** Puesto a punto de la técnica de observación de improntas celulares mediante la sensibilización del policarbonato con luz ultravioleta, incorporando la coloración con hematoxilina como paso previo a la irradiación con UV-C. Se generaron muestras con las que se llevó a cabo la determinación de las condiciones óptimas de cultivo, tinción, irradiación, exposición a UV-C y ataque químico para la visualización simultánea de improntas celulares y trazas nucleares. Se realizaron mediciones mediante perfilometría mecánica en muestras de policarbonato irradiado con UV C, para la evaluación de la velocidad de ataque químico en función del tiempo de exposición. Se completaron las mediciones de la velocidad de ataque químico en Lexan expuesto a luz UV C con las curvas correspondientes a 2 min, 5 min, 30 min y 1 h de irradiación. Esta información es relevante para la determinación de las condiciones óptimas de irradiación para la visualización simultánea de improntas celulares y trazas nucleares.
- **Dosimetría computacional y planificación de tratamientos:**
  - Finalización de los trabajos de extensión de las técnicas de autorradiografía neutrónica y espectrometría alfa para la medición de boro en tejidos duros. Los resultados se plasmaron en dos artículos publicados.
  - Finalización del trabajo de comparación del modelo de dosis iso-efectiva a fotones con parámetros derivados de estudios "in-vitro" en células primarias humanas UT-SCC-16A y de datos del modelo "in vivo" de cáncer oral en la mejilla del hámster. Los resultados se presentaron en el "Congreso I8ICNCT".
  - Participación en el "Revision Working Group Meeting on Beam Dosimetry and Recommendation of IAEA-TECDOC-1223" (Nanjig, China).
  - Desarrollos orientados a la inclusión del modelo de dosis iso-efectiva a fotones desarrollado en nuestro país para su aplicación en tratamientos combinados de BNCT y terapia con iones de carbono y/o protonterapia. Los avances se presentaron en el "Congreso I8ICNCT".
  - Realización de estudios orientados a la determinación del rendimiento de un nuevo diseño de haz epitérmico en la facilidad de BNCT del reactor RA-6 para el tratamiento con BNCT de lesiones grandes y/o profundas. Además, realización del estudio del rendimiento del haz del acelerador

desarrollado para BNCT en Italia utilizando las figuras de mérito radiobiológicas propuestas en el grupo.

- Realización de una práctica quirúrgica de explante y reimplante de pulmón asociada al proyecto de determinación de radiotolerancia en pulmón normal de oveja.
- Realización de la dosimetría, planificación y evaluación retrospectiva de los tratamientos clínicos-veterinarios, y participación activa durante los tratamientos.
- Inicio de trabajos orientados a la comparación de los modelos de dosis iso-efectiva a fotones para BNCT propuestos por Sato et al. y el grupo argentino. Durante 2018, además, se destacan múltiples presentaciones en congresos nacionales e internacionales, obtención del premio Fairchild por un miembro del grupo durante el I 8ICNCT y generación de una nueva colaboración internacional.
- Química del boro: Continuación de la colaboración con los grupos de radiobiología, nanomedicina e imagenología en cuanto a los requerimientos químicos y técnicos de los mismos. Continuó la investigación con ácido bórico para aplicar a osteosarcomas osteoblásticos y el estudio de la mejora del tratamiento en pequeños animales por irradiaciones de ratones nude con dispositivos Beta Enhancers.

### Protonterapia

La radioterapia con haces de protones (Protonterapia) es una modalidad de tratamiento del cáncer que posibilita la entrega de dosis prescrita al volumen de tratamiento permitiendo en ciertos escenarios clínicos una disminución apreciable de dosis en estructuras normales, comparada con la radioterapia conformada con fotones. Los tratamientos con haces de protones se dividen en dos tipos generales: las indicaciones incuestionables, o Grupo 1 (en las cuales la protonterapia es la técnica de elección, ampliamente superior a otras) y el grupo de patologías y casos clínicos en los que la modalidad puede ofrecer mejoras en comparación con los tratamientos de fotones sin resultar ampliamente superior (Grupo 2). El primer grupo incluye tumores oculares, tumores cercanos o localizados en la base del cráneo, tumores primarios o metastásicos del sistema nervioso central (SNC), especialmente pediátricos, carcinoma hepatocelular primario tratado con un régimen hipofraccionado, tumores sólidos primarios o benignos en niños tratados con intención curativa, ocasionalmente tratamiento paliativo de cáncer infantil y pacientes con síndromes genéticos. El segundo grupo suele comprender pacientes con necesidad de reirradiaciones y otros casos complejos, como cáncer de cabeza y cuello, malignidades torácicas y abdominales, malignidades pélvicas, incluyendo génito-uritarias, ginecológicas y carcinomas gastrointestinales, y tumores benignos del SNC.

A partir de la decisión del Gobierno Nacional de dar curso a la ejecución del Proyecto de Hadronterapia, comienza un largo proceso de trabajo conjunto que a través de diversas etapas culminará con la puesta en funcionamiento del Centro de Radioterapias Avanzadas, primero en Latinoamérica. Contará, además de las instalaciones para protonterapia, con los más modernos equipamientos para radioterapia con fotones, con el fin de ofrecer a la comunidad y a la región tratamientos radiantes para el cáncer de alta complejidad. Se llevarán a cabo actividades de investigación y desarrollo en todos los aspectos asociados. Estas tareas serán asumidas por la CNEA en colaboración con otras instituciones especializadas en oncología general y pediátrica. Argentina contará con un laboratorio de haces de protones dedicado e independiente del haz clínico y será uno de los pocos países en el mundo con este tipo de instalaciones. El equipo principal de protonterapia será provisto por la empresa Belga Ion Beam Applications (IBA), modelo Proteus Plus, con haces de protones suministrados por un ciclotrón de 230 MeV. Contará con dos salas paraprototerapia, cada una a ser equipada con un "gantry" con rotación de 360° y camilla multi-movimiento y una tercera sala para investigación y desarrollo con un haz de protones de calidad clínica idéntico al utilizado en las salas de tratamiento. Además de la infraestructura asistencial necesaria, el Centro se equipará con un equipo de radioterapia robotizado de rayos X de altas energías para cirugía estereotáxica, un equipo de radioterapia avanzada con tecnología 4D y equipos de planificación especializados para pacientes adultos y pediátricos de alta precisión, es decir, un sistema híbrido PET-CT con detectores de alta sensibilidad y tomógrafo de 128 cortes y un resonador de 1,5 Tesla para estudios de RMN.

### Actividades y logros en 2018

Esencialmente se continuó con la definición y las gestiones de adquisición de los principales equipos, la definición de la infraestructura del Centro más conveniente y las gestiones para su construcción y posterior licenciamiento.

### Radiobiología

Se realiza investigación básica y aplicada, desarrollo, aplicaciones pre-clínicas y clínicas en el área de los efectos biológicos de las radiaciones y empleo de radioisótopos y radiaciones y de la expresión génica en microorganismos y los cambios bioquímicos y moleculares. Se desarrollan tareas de monitoreo microbiológico y ambiental en instalaciones de interés en la actividad nuclear y la formación de recursos humanos de excelencia.



"Render" del Centro Latinoamericano de Protonterapia  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

**Actividades y logros en 2018**

En 2018 se desarrollaron actividades en las siguientes líneas de trabajo:

- El cáncer indiferenciado de tiroides (CIT) es la patología más agresiva de la tiroides ya que el promedio de supervivencia no supera el año. En la búsqueda de tratamientos que inhiban la progresión y agresividad tumoral, surge como un potencial “target” la enzima NADPH oxidasa 4 (NOX4), enzima implicada en la producción de especies reactivas del oxígeno (EROs). En este contexto, se estudian diferentes terapias que puedan inhibir el desarrollo e invasividad del cáncer indiferenciado de tiroides. Estudios realizados en CNEA mostraron que NOX-4 tendría un rol en el crecimiento de células cancerosas, así como la misma podría ser un modulador de señalización novedoso de la vía de TSH/insulina y tendría un papel crítico en el mecanismo de autorregulación inducido por el yodo. Efecto radiosensibilizador de los inhibidores de histonas deacetilasas, butirato de sodio y ácido valproico, en células de cáncer papilar de tiroides: mecanismos de acción. La radioterapia representa la modalidad no quirúrgica más efectiva para el tratamiento del cáncer.
- El cáncer de tiroides de acuerdo al consenso general es que debe ser tratado quirúrgicamente, no obstante, la radiación externa constituiría una alternativa de tratamiento para estos pacientes. Se continuaron los estudios sobre el efecto del HDACI butirato de sodio sobre la expresión de los ncRNAs en combinación con la radiación ionizante en la glándula. En CNEA se ha demostrado que BNCT podría ser utilizado para tratar el cáncer indiferenciado de tiroides. Más recientemente se estudió la optimización de BNCT para el tratamiento del melanoma teniendo en cuenta características particulares de cada tumor en pacientes individuales. Además, se estudiaron los mecanismos de respuesta celular a la radiación los cuales han mostrado la cantidad y calidad del daño doble cadena de ADN.
- Desarrollo de un “software” (BNCT-AR) para el análisis de imágenes con alta densidad de trazas nucleares mediante la medición de los niveles de gris en las distintas regiones de las mismas y el cálculo de la densidad óptica correspondiente. Permite estimar fácil y rápidamente la distribución de boro en el corte de tejido y su concentración en una determinada región de interés de la muestra.
- Puesta a punto de la técnica de observación de improntas celulares mediante la sensibilización del policarbonato con luz ultravioleta, incorporando la coloración con hematoxilina como paso previo a la irradiación con UV-C. También se completaron las mediciones de la velocidad de ataque químico en Lexan expuesto a luz UV-C para 2 min, 5 min, 30 min y 1 h de irradiación.
- Análisis de detectores irradiados con iones O, Li y C para completar la evaluación del efecto de la radiación ultravioleta UV-C en la respuesta de detectores de trazas nucleares (NTD). Las irradiaciones de las folias de policarbonato se realizaron en el acelerador Tandem.
- Descripción del fenómeno de inducción de formación de biofilms en tres cepas prototípicas del patógeno *Pseudomonas aeruginosa* (PAO1, PA14 y ATCC 27853) por exposición a bajas dosis de radiación UVA. Este hallazgo resulta relevante a nivel ambiental y en el desarrollo de tecnologías de desinfección bacteriana que utilizan este tipo de radiación.
- Descripción de nuevos factores de estrés ambiental (exposición a UVA, infección por bacteriófagos y “shock” hipo-osmótico) capaces de activar el factor de transcripción  $\sigma^E$  en *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, fundamental en procesos de patogénesis. Por otra parte, se reportó la letalidad condicional de mutaciones rpoE en *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, permitiendo así aclarar su rol aparentemente esencial en la fisiología de este microorganismo.
- Demostración del rol protector del polímero polihidroxibutirato (PHB) producido por *Pseudomonas extremaustralis* en la resistencia a radiación UVA; el mecanismo involucrado incluiría tanto fenómenos de resistencia a estrés oxidativo como fenómenos de efecto “pantalla”. Estudios de este polímero resultan relevantes tanto por su rol en la resistencia microbiana a diversos factores de estrés ambiental como por su utilidad como plástico biodegradable.
- Conclusión de la participación en un proyecto de desarrollo de polímeros de coordinación de bismuto (Bi-Cups), aportando estudios de su acción como agentes antibacterianos contra especies como *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium y *Pseudomonas aeruginosa*.
- Comienzo de los estudios de efecto de la radiación UVA en microorganismos acidófilos capaces de llevar a cabo procesos de biolixiviación de minerales, con el propósito final de comprender el rol de este factor de estrés en estos procesos.
- Inicio de estudios químicos, mineralógicos y de aislamiento e identificación de microorganismos de minerales provenientes de minas ubicadas en el norte del país, con el objetivo de realizar estudios de biolixiviación y biorremediación.
- Continuación del programa de monitoreo de “biofouling” y corrosión microbiana en instalaciones nucleares en la FACIRI y extensión del mismo al RA-6 (CAB), tanto reactor como instalaciones asociadas (Informes técnicos IN-PU-ATN 03-18 e IN-PU-ATN 01-19, RRFM2018-A0098).
- Resolución de consultas relacionadas a la proliferación de microorganismos en la CNE (Informe Técnico IN-PU-ATN 01-18), en el RA6 (IN-PU-ATN-002/18) y en equipos pertenecientes al área materiales (IN-PU-ATN-004/18).
- Avances en la implementación de la norma ASTM E2562-12 con el objetivo de mejorar el régimen biocida de la CNE.

- Estudio de la relación entre terminación superficial y adhesión bacteriana en aleación AA6061 de interés nuclear (Latincorr 2018 L 2018 – 086).
- Trabajos en sistemas de irradiación de bacterias con UVC con la finalidad de aplicarlos para la mejora de la calidad microbiológica de aguas.
- En colaboración con investigadores del Instituto de Astronomía y Física del Espacio dependiente del CONICET y la Universidad de Graz, Austria, se analizó la relación entre fenómenos de persistencia bacteriana ante la radiación UV y la posibilidad de supervivencia microbiana. Se demostró el efecto local y absopcal de BNCT asociado a inmunoterapia en un modelo de células de carcinoma de colon implantadas en el flanco de ratas singeneicas BDIX.
- Demostración de que la electroporación favorece la incorporación de ácido bórico a tumor, aumentando la eficacia terapéutica de BNCT mediado por ácido bórico en el modelo de cáncer oral en hámster.
- Realización de estudios de biodistribución y de BNCT mediado por ácido bórico, sólo o administrado en combinación con BPA, en el modelo de cáncer oral en hámster con resultados alentadores.
- Estudios de biodistribución, toxicidad y BNCT para evaluar un compuesto borado novel (MID-BSA) en colaboración con un grupo de investigación de Japón. Los resultados fueron alentadores.
- Estudios clínico-veterinarios de BNCT en perros y gatos con tumores espontáneos de cabeza y cuello orientados a implementar un ensayo clínico de BNCT para el tratamiento de cáncer de cabeza y cuello en humanos en el RA-6 (CAB). En este período se trataron 3 perros. Los resultados fueron alentadores y de gran utilidad para delinear el camino a seguir respecto de la implementación de un ensayo clínico de BNCT para el cáncer de cabeza y cuello.
- Estudios con el compuesto Fucoidan para prevenir o moderar la mucositis/dermatitis inducida por BNCT. Los resultados indican que, si bien el compuesto no modera en forma directa la mucositis/dermatitis, potencia el efecto terapéutico de BNCT. Este efecto permitiría reducir la dosis administrada con la concomitante reducción en la toxicidad.
- Estudios de microdistribución de boro en los distintos modelos experimentales empleando diferentes protocolos de administración de compuestos borados, demostrando la correlación entre eficacia terapéutica de BNCT y la microlocalización de boro en tumor.
- Re-inicio de los estudios de BNCT en el modelo de cáncer oral en hamster en el RA-I a bajas dosis.
- Evaluación del estado ecológico para el potencial emplazamiento de un repositorio de residuos radiactivos. Tratamiento y acondicionamiento de los mismos.
- Inmovilización de residuos radiactivos en una matriz termoplástica. Proyecto CNEA/INTI. Evaluación de la factibilidad del uso de diferentes materiales poliméricos, diferentes proporciones de resina de intercambio iónico para ser inmovilizadas y evaluación de aditivos para el mejoramiento de las mezclas.
- Evaluación del estado ecológico en forma espacio - temporal de la calidad del agua superficial del CAE y de la Cuenca del Río Areco.
- Estudios de los procesos de lixiviación, espectroscopía Infrarrojo (FTIR), termogravimetría (TGA) y calorimetría diferencial de barrido (DSC) de resinas de intercambio iónico tratadas con radiación gamma a diferentes dosis.
- Efectos de la temperatura sobre la biomasa, especies reactivas del oxígeno, actividad enzimática de catalasa y contenido de ácidos grasos en la cianobacteria *Microcystis aeruginosa*. Las cianobacterias representan un problema para los cuerpos de agua de uso doméstico, industrial y de recreo, principalmente por el incremento en la producción de metabolitos tóxicos. Se ha demostrado que el aumento de la temperatura favorece el desarrollo de las cianofíceas, observándose un incremento de floraciones a nivel mundial. En 2018 se evaluó la respuesta de *Microcystis aeruginosa* frente a un aumento de la temperatura sobre la biomasa, especies reactivas del oxígeno (ROS) por medio de la 2,7-diclorofluoresceína di-acetato (DCFH-DA), actividad antioxidante de la enzima catalasa (CAT), el contenido de ácidos grasos y sustancias reactivas al ácido tibarbitúrico (TBARS) como una medida de daño a lípidos. Se expusieron cultivos unialgales a temperatura alta (29°C) y control (26°C) por triplicado en estufa de cultivo con agitación y fotoperíodo 14:12h (L:O). En relación a los ácidos grasos, se evaluó el índice insaturado/saturados.
- Modificación de bioindicadores en respuesta a un impacto ambiental de origen antrópico: eficacia del sistema de monitoreo espacio-temporal de las comunidades microbiológicas del Arroyo Aguirre (CAE). En 2018 pudo verificarse que el deterioro de la calidad del agua se produjo como consecuencia del aporte de efluentes cloacales sin tratar al Arroyo El Palo como consecuencia de la ruptura de un caño de la empresa AySA. Los resultados presentados demuestran que los parámetros empleados en el diseño del plan de monitoreo fueron efectivos para detectar eventos capaces de provocar cambios en los cuerpos de agua estudiados.
- Estudio de los mecanismos moleculares asociados a la acción del Bisfenol S (BPS) en un modelo animal susceptible al cáncer de endometrio. El Bisfenol S (BPS), como el Bisfenol A (BPA), son compuestos ambientales incorporados a través de la alimentación, actúan como estrógenos y afectan la actividad hormonal de los tejidos y organismos (disruptores endocrinos). Para comprender los efectos del BPS en el sistema reproductivo, se administró compuesto a ratas con síndrome de ovario poliquístico o PCOS, una condición que favorece el desarrollo del cáncer de endometrio. Se observó cambios en la distribución

de foliculos en los ovarios tratados producto de la acción hormonal. A nivel del útero, se observaron cambios morfológicos, funcionales y moleculares en el endometrio (aumento de la tasa de proliferación) y aumento del nivel de la expresión de la proteína EZRIN. En paralelo, se estudiaron los efectos del BPS en la mucosa oral de rata. Asimismo, se analizaron marcadores en carcinomas orales humanos en colaboración con hospitales y centros de investigación a nivel nacional e internacional.

- Proyecto Laboratorio de Radiodosimetría Biológica por técnicas citogenéticas y marcadores bioquímicos: En 2018 se logró construir la primera curva de calibración de frecuencia de cromosomas dicéntricos en función de la dosis, irradiando sangre con radiación gamma proveniente de la fuente de <sup>60</sup>Co del Laboratorio de Dosimetría de las Radiaciones Ionizantes del CAE. Las dosis empleadas fueron de 1, 2 y 3 Gy y se analizaron alrededor de 1.000 metafases para cada dosis. El ajuste a una curva lineal cuadrática es altamente comparable con los coeficientes presentados en publicaciones internacionales de laboratorios mundialmente reconocidos. Nuevas irradiaciones en la zona de bajadas dosis (entre 0,2 y 1 Gy) darán mayor robustez a la curva.

### Proyecto Tomógrafo por emisión de positrones AR-PET

Su objetivo es la construcción de un tomógrafo por emisión de positrones para uso clínico (PET).

#### Actividades y logros en 2018

Se finalizaron las obras de remodelación de la sala ARPET del servicio de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas. Además, se finalizó el traslado, instalación y calibración del equipo y se comenzaron las tareas de caracterización, utilizando fantomas, tendientes a solicitar la autorización frente al ANMAT para su uso en pacientes.



Tomógrafo por emisión de positrones argentino AR-PET

### Radioesterilización de tejidos humanos para injertos

#### Actividades y logros en 2018

- En el área de esterilización, continuación de la optimización de los procesos para su aplicación a tejidos humanos (piel, amnios y tejido osteoarticular) de bancos de tejidos públicos y privados del país, con el fin de obtener producción de tejidos seguros y funcionales. Realización de un total de 157 asistencias tecnológicas, 17 correspondiente a los ensayos de dosis máxima tolerable (Laboratorio de Materiales Poliméricos), 6 de biocompatibilidad (Laboratorio de Biotecnología) y 134 para determinación de dosis mínima esterilizante o descontaminante y ensayos microbiológicos básicos (Laboratorio de Microbiología.)
- Continuación de la asesoría técnica al Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación e Implante (INCUCAI), a través de la participación en el Consejo Asesor de Presidencia del mismo para mantener actualizado y proponer mejoras en Buenas Prácticas de Establecimientos de Tejidos Biológicos para Injerto y la implementación de sistemas de gestión de calidad.
- Proyectos en proceso:
  - Desarrollo de superficies y andamios para ingeniería de tejidos utilizando la tecnología de radiación. Se desarrolló un prototipo mediante impresión 3D de un polímero bioabsorbible sobre el cual se está estudiando el desarrollo de células madre mesenquimales.
  - Desarrollo de hidrogeles para terapia de quemados: Se está trabajando con el Hospital del Quemado para la confección de los protocolos de investigación y ensayos pre-clínicos y clínicos.

### Control del vector del dengue, chikungunya y zika mediante la Técnica del Insecto Estéril (TIE)

#### Actividades y logros en 2018

- Avances en el proyecto Nacional "Implementación de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) en Argentina para el control integrado del mosquito Aedes aegypti, vector de las enfermedades del dengue, chikungunya y zika". Determinación de dos áreas de estudios con sus correspondientes líneas de base entomológicas.
- Participación en el proyecto de cooperación técnica regional del OIEA RLA 5074 "Sterile Insect Technique (SIT) for Aedes mosquito control as Vector of Human Pathogens, particularly Zika Virus in Latin America and the Caribbean" e interregional INT 5155 "Sharing Knowledge on the Sterile Insect and Related Techniques for the Integrated Area-Wide Management of Insect Pest and Human Disease Vector".
- Designación de país líder para coordinar actividades en la subregión conformada por Uruguay, Paraguay y Argentina. Esto brindará la posibilidad de que, mediante acuerdos institucionales, Argentina pueda ser la proveedora de Ae. aegypti irradiados a dicha subregión.
- Vinculación con otros organismos nacionales que colaboran en el control del vector, incluyendo el Ministerio de Salud de la Nación, Gobierno de la provincia de Misiones a través del Comité Ejecutivo



Control de plagas  
Técnica del insecto estéril  
Liberación de insectos irradiados

de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT), Municipalidad de Posadas a través de su Instituto de Control de Vectores, Municipalidad de Ezeiza mediante su Secretaría de Ambiente, y Gobierno de la provincia de Mendoza mediante el Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN).

## Aplicaciones de la Tecnología Nuclear a la Industria

### Aplicaciones industriales de las radiaciones

Las aplicaciones industriales incluyen el uso de la tecnología de irradiación para diversos objetivos, como ser la esterilización de productos médicos, materias primas, envases y modificaciones de materiales conformados por polímeros naturales o sintéticos. Aquellas aplicaciones donde la irradiación tenga un valor agregado son diseñadas y desarrolladas por los Laboratorios de Microbiología, Biotecnología y Materiales Poliméricos. Se busca reemplazar el uso de productos químicos tóxicos o recalcitrantes, conservantes, mediante esta tecnología.

#### Actividades y logros en 2018

- Afianzamiento de los Laboratorios de Microbiología, Caracterización de Materiales y Biocompatibilidad, para los servicios de esterilización de productos médicos, envases y otros componentes. Se está finalizando la implementación de su sistema de gestión a través de la Norma ISO 9001:2015.
- Proyectos en proceso:
  - Colaboración con el Instituto de Investigación Armand-Frappier de Canadá, para el desarrollo de envases para alimentos a partir de fuentes renovables mediante el uso de irradiación y con incorporación de principios activos.
  - Obtención de productos de valor económico agregado (nanocelulosa y quitina) por irradiación en productos naturales de descarte de procesos industriales (Proyecto CNEA/UBA).

### Aplicaciones ambientales

Las aplicaciones ambientales de las radiaciones son llevadas a cabo mediante la consolidación de un grupo de investigadores “ad hoc” multidisciplinario (Laboratorios de Microbiología, Ambiental y Biotecnología). Todas las actividades desarrolladas en 2018 evidencian la fuerte demanda de métodos alternativos eco amigables para el tratamiento de efluentes cloacales e industriales. Por esta razón se está trabajando en esa línea con evaluación de factibilidad y la búsqueda de aliados estratégicos. Asimismo, se busca fortalecer técnicas nucleares que permitan la remediación ambiental como consecuencia de la minería u otras actividades relacionadas.

#### Actividades y logros en 2018

- Adecuación de los laboratorios y técnicas para ensayo de ecotoxicidad, DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y DQO (demanda química de oxígeno).
- Control rutinario de la aptitud microbiológica para consumo del agua destinada para este fin de todo el Centro Atómico como así también de los suministros de red y las torres tanque.
- Afianzamiento de tres proyectos:
  - Inactivación de peligros biológicos por irradiación eBeam: Se busca reemplazar la incineración o disposición en rellenos sanitarios.
  - Degradación de compuestos orgánicos emergentes: Se están haciendo pruebas preliminares y diseñando el proyecto para la factibilidad de aplicar esta tecnología en la degradación de productos farmacéuticos, disruptores endocrinos, agroquímicos, etc.
  - Biorremediación de pilas de mineral, para la recuperación de uranio, mediante el uso de bioreactores y bacterias inmovilizadas en columnas con microhidrogeles de uso industrial.

### Irradiación de alimentos

La irradiación de alimentos se lleva a cabo mediante la integración de varios laboratorios que diseñan, analizan y ejecutan las demandas del mercado local externo, así como solicitudes de instituciones públicas o empresas privadas, con el fin de optimizar los procesos y aplicar la irradiación como herramienta de mitigación de riesgos.

#### Actividades y logros en 2018

- A partir de la modificación del Código Alimentario Argentino, incremento de las empresas con las cuales se están llevando a cabo desarrollos para adoptar la tecnología.

- Avances en el uso de la irradiación como tratamiento fitosanitario post-cosecha (cuarentena de frutas y hortalizas frescas). Confección con SENASA de una resolución conjunta para la aprobación del tratamiento para importación/exportación.
- Continuación con la Universidad Nacional de Entre Ríos del proyecto para evaluar el aprovechamiento de afrechillo de arroz como suplemento de fibras en panificados y premezclas para celíacos.

Proyectos en proceso:

- Proyecto caracterización de riesgo y mitigación del impacto de STEC en la cadena cárnica bovina (INTA, CNEA, CONICET/ Instituto de la Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA).
- Validación de la irradiación para reducir la presencia de STEC en carne picada fresca (INTA, CNEA, CONICET, Cooperativa Obrera Ltda).
- Evaluación de la factibilidad del uso de radiación gamma para retrasar la sobre-maduración del queso camembert y extender su vida útil (CNEA, UBA).
- Obtención de batidos vegetales nutritivos estables por irradiación (UBA, CONICET, CNEA).
- Desarrollo de matrices alimenticias para pacientes inmunocomprometidos: se comenzaron a articular los medios adecuados para la disponibilidad de estas viandas en instituciones de salud.
- Desarrollo de matrices alimenticias para situaciones de catástrofe: Se trabajó en la vinculación para el escalado y producción de pan, para fines sociales, en comedores infantiles.
- Con la Universidad Nacional de Chilecito, La Rioja: Irradiación de vino blanco y tinto en “tetrabriks” para control microbiano y extensión de vida útil.



Irradiación piloto de papas  
Planta de Irradiación Semi-Industrial

### Radiodesinfestación en bienes culturales

El Laboratorio de Entomología de la CNEA tiene como objetivo investigar y caracterizar a los organismos deteriorantes encontrados en los bienes afectados y determinar el rango de dosis de irradiación requerida para la inactivación de los organismos detectados sin que se modifiquen las propiedades de los materiales del bien.

#### Actividades y logros en 2018

En 2018 se desarrollaron las siguientes actividades:

- Articulación de los recursos humanos, tecnológicos y económicos para la apertura de una línea de investigación en referencia a consolidación de bienes culturales por impregnación polimérica con el objeto de optimizar la técnica mundialmente utilizada y alinearla con las tecnologías que se están utilizando actualmente.
- Participación como disertantes en una mesa de debate en el “VI Encuentro Internacional de Conservación y Restauración del Patrimonio”, organizada por la Asociación Internacional para la Protección del Patrimonio Cultural (ASINPPAC).
- Presentación de un poster titulado “Uso de radiación gamma para desinfección en mobiliario histórico de la Ciudad de Buenos Aires” en la reunión anual de la Asociación argentina de Tecnología Nuclear.
- Adhesión al contrato de investigación CRP F23032 coordinado por el OIEA “Inactivation of Arthropods Using Sublethal Doses of gamma Radiation on Cultural Heritage”.
- Participación como contraparte nacional en el proyecto de cooperación técnica regional del OIEA RLA 2018012 “Tecnología Nuclear y de Radiaciones para caracterizar, conservar y preservar el patrimonio Cultural de América Latina y el Caribe”.
- Irradiación de 56 piezas (sillas, banquetas, sillones y libro) de gran valor histórico con datación estimada de 85 años, pertenecientes al Edificio de la Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El Laboratorio realizó la identificación de los organismos atacantes y la determinación de la dosis mínima.

### Planta de Irradiación Semi Industrial

La Planta de Irradiación Semi Industrial (PISI) ubicada en el CAE brinda servicios de asesoramiento y procesamiento de productos por radiaciones ionizantes a clientes externos e internos. En la PISI se procesan diversos tipos de productos, tales como productos biomédicos descartables, equipos quirúrgicos y productos 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, alimentos para mascotas, insumos para bioterios, material apícola y productos cosméticos para descontaminación. Así mismo se irradian muestras en el marco de diversos proyectos de la CNEA y se realizan estudios preindustriales.



Planta de Irradiación Semi Industrial  
Centro Atómico Ezeiza  
Provincia de Buenos Aires



Planta de Irradiación Semi Industrial  
Centro Atómico Ezeiza

#### Actividades y logros en 2018

- Continuación de la prestación de servicios ofrecidos de irradiación con radiación gamma de productos y materias primas en escala industrial y pre industrial, bajo el Sistema de Gestión de la Norma ISO 9001: 2015. Totalizaron 5.080 horas netas de irradiación, en 713 asistencias técnicas de irradiación a clientes externos y 145 a clientes internos.
- Avances en la puesta final del Sistema de Transporte, optimizando los sistemas de control y el “software”, identificando las etapas próximas para su puesta en operación definitiva.
- Creación del grupo Diseño de Instalaciones para recuperar las capacidades de diseño básico y, posteriormente, avanzar en nuevas plantas de irradiación y asistir en el Proyecto PIPAE.
- Continuación de la participando como país líder en la región en el proyecto de cooperación técnica regional del OIEA RLA1015 “Armonización de Sistemas Integrados de Gestión y Procedimientos de Buenas Prácticas en Plantas de Irradiación”.
- Participación en el ejercicio de Ensayo de Aptitud del Sistema Dosimétrico de la PISI, obteniendo resultados satisfactorios en los indicadores de desempeño.

#### Planta de Irradiación por aceleración de electrones (PIPAE)

El Proyecto PIPAE: “Construcción e instalación de una Planta de Irradiación por Aceleración de Electrones en el Centro Atómico Ezeiza”, que se desarrolla en el marco del Programa de Inversión Pública (BAPIN II 21-2551), tiene por objetivo la construcción de una instalación con una máquina aceleradora de electrones con capacidad de producción de rayos X de alta energía y la adquisición del equipamiento correspondiente. Esto permitirá ampliar la capacidad tecnológica y de conocimientos de la CNEA, consolidar su posición como organismo de referencia en tecnología de irradiación y acrecentar las capacidades de investigación, desarrollo, formación de recursos humanos, docencia y asistencia en el uso de las tecnologías de las radiaciones ionizantes en el campo de la salud, la industria y el ambiente.

#### Actividades y logros en 2018

- Presentación al OIEA de la propuesta del proyecto de cooperación técnica “Implementación de la tecnología de radiación con aceleradores de electrones en industria y ambiente” para el bienio 2020-2021.
- Participación en el proyecto de asistencia cooperación técnica regional del OIEA “Mayor Aplicación Comercial del Tratamiento de Alimentos por Irradiación con Haces de Electrones y Rayos X”.
- Elaboración del plan de documentación preliminar integrado a PISI y armonizado con las plantas de irradiación de la región.

#### Aplicaciones de la Tecnología Nuclear al Agro

##### Aplicaciones agronómicas

Los objetivos involucran el desarrollo de metodologías para mejorar la seguridad alimentaria y la protección ambiental mediante el establecimiento de sistemas agrícolas sostenibles con una mayor eficiencia en el uso de fertilizantes, y una mejor gestión del agua en la agricultura para al menos un sistema de producción.

#### Actividades y logros en 2018

- Continuación de la optimización e implementación de técnicas nucleares para el desarrollo de metodologías para mejorar la eficiencia en el uso de fertilizantes y, en consecuencia, la seguridad alimentaria y la protección ambiental mediante el establecimiento de sistemas agrícolas sostenibles.
- Continuación de la optimización e implementación de técnicas nucleares para contribuir a la gestión apropiada del agua en la agricultura.
- Proyectos en proceso:
  - Proyecto de cooperación técnica regional del OIEA en el marco del Programa ARCAL RLA5077 “Mejora de los Medios de Subsistencia Mediante una Mayor Eficiencia en el Uso del Agua Vinculada a Estrategias de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en la Agricultura (ARCAL CLVIII)”
  - Proyecto de cooperación técnica regional del OIEA en el marco del Programa ARCAL RLA5078 “Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el uso de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)”.
  - Proyecto “Aplicación de Técnicas Nucleares y conexas en Sistemas de producción Agropecuaria”, (CNEA, Instituto de Investigación en Chascomús (INTECH).
  - Desarrollo de la Técnica del Insecto Estéril para el control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidóptera: Gelechiidae): Identificación de insectos irradiados con la dosis necesaria para inducir esterilidad heredada en *T. absoluta* de acuerdo a las características morfológicas del esperma.

### Aplicaciones pecuarias

Los objetivos en este campo son la implementación de técnicas nucleares para el mejoramiento de la sanidad animal y el fortalecimiento de metodologías para la reproducción animal. Asimismo, fortalecer técnicas nucleares que permitan el biomonitoreo de matrices alimenticias o a campo.

#### Actividades y logros en 2018

- Trabajos en el desarrollo de una vacuna para uso en bovinos mediante el uso de irradiación para atenuar las cepas de Bavebiosis.
- Modernización y habilitación ante el ARN del laboratorio para llevar a cabo el diagnóstico hormonal utilizando radioinmunoensayo y de esta manera contribuir a la mejora en las técnicas de fertilización de equinos.
- Acta Compromiso con el Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de la UNSAM mediante la que se logró la adquisición del equipo contador gamma marca WALLAC modelo 1470 Wizard TM GAMMA COUNTER para el Laboratorio de Radioinmunoanálisis.
- Acuerdo de colaboración con el Frigorífico “El Chillen” (Cañuelas), con el objetivo de comenzar el entrenamiento del personal para la obtención de folículos en diferentes estadios para su posterior maduración, paso inicial para la técnica de Fertilización in vitro (FIV).

### Aplicaciones en apicultura y sistemas agroalimentarios

El objetivo es utilizar la apicultura como una herramienta de monitoreo y control, así como la utilización de técnicas nucleares en apicultura.

#### Actividades y logros en 2018

- Obtención del premio al mejor trabajo presentado en poster en términos de tema, calidad y proyecto de investigación, en la “XVI Conferencia Latinoamericana de Análisis por Técnicas de Rayos X- SARX 2018”.
- Publicación de 6 trabajos científicos, 1 en revista y 5 en congresos internacionales.
- Continuidad de la participación en la Red de Vigilancia Sanitaria Nacional del pequeño escarabajo de las colmenas (PEC), coordinada por SENASA con apiarios centinelas en el CAE.
- Aplicación de la Técnica Analítica Nuclear Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Total en la realización de estudios referidos a nutrición mineral animal, calidad de aguas y de alimentos, arsénico en aguas en sistemas agroalimentarios, evaluación de efluentes de producción porcina, e incorporación de sistemas de aseguramiento de la calidad en escuelas agropecuarias.
- Continuidad del Acuerdo Específico UNLP – CNEA para la aplicación de Técnicas Analíticas Nucleares en Sistemas Agroalimentarios. Coordinación por CNEA por sexto año consecutivo del Proyecto “Aprendemos Haciendo Alimentos”, con participación de facultades de la UNLP, Banco Alimentario de La Plata y Ministerio de Agroindustria de la provincia de Buenos Aires, brindando capacitación en sistemas de aseguramiento de la calidad agroalimentaria.



## INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

### ÁREA TEMÁTICA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

#### Investigación y desarrollo en Física

- Física atómica, molecular y óptica
- Física de superficies
- Fusión nuclear y física de plasmas
- Propiedades de la materia condensada a bajas temperaturas
- Propiedades ópticas de la materia condensada
- Teoría de la materia condensada
- Física estadística de sistemas complejos
- Partículas y campos
- Aplicaciones forenses de la física
- Física de metales: transformaciones de fase, microestructura y propiedades mecánicas de materiales
- Resonancias magnéticas
- Física médica
- Física experimental
- Física de la materia condensada
- Física teórica
- Tecnología y aplicaciones de aceleradores
- Nanociencia y nanotecnología
  - Instituto de Nanociencia y Nanotecnología
  - Dispositivos, estructuras y procesos avanzados
  - Aplicaciones biológicas de la micro y nanotecnología
- Energías renovables e hidrógeno
  - Energía solar:
    - ✓ Aplicaciones terrestres de la energía solar
    - ✓ Aplicaciones espaciales de la energía solar
  - Sistemas electroquímicos de conversión y almacenamiento de energía
  - Hidrógeno
- Estudio del patrimonio cultural
- Proyecto Laboratorio de Uso de Haces de Neutrones del Reactor RA-10
- Proyectos interinstitucionales:
  - Programa Interinstitucional de Plasmas Densos
  - Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas
  - Proyecto Internacional Pierre Auger
    - ✓ Proyecto AMIGA
    - ✓ Proyecto ASCII
  - Proyecto QUBIC
  - Proyecto DSA-3 (Deep Space Antenna-3)
  - Proyecto LAGO (Large Aperture Gamma Ray Burst Observatory)
  - Laboratorio Subterráneo Andes
  - Centro Internacional de Ciencias de la Tierra (ICES)
  - Laboratorio Internacional Asociado en Nanociencias (LIFAN)
  - Laboratorio Ítalo Argentino de Nano Magnetismo (LIANAM)
  - Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN)
  - Proyecto Antena Radar de Apertura Sintética (ARAS)

#### Investigación y desarrollo en Química

- Química
- Química ambiental

#### Investigación y desarrollo en Ciencias de los Materiales

- Investigación y desarrollo en materiales y ensayos no destructivos

#### Investigación y desarrollo en Robótica

## Área Temática Investigación y Desarrollo

### Investigación y desarrollo en Física

**Misión:** Generar conocimiento y soluciones innovativas mediante investigación y desarrollo para proyectos actividades de CNEA y del resto del sector nuclear argentino.

**Objetivo Estratégico 1:** Generar conocimientos y tecnologías vinculadas con las ciencias físicas.

Objetivo específico 1.1: Realizar investigaciones en fusión nuclear controlada.

Objetivo específico 1.2: Generar conocimiento en física atómica, nuclear, molecular, óptica, partículas elementales y astrofísica.

Objetivo específico 1.3: Generar conocimiento en materia condensada y física de superficies.

Objetivo específico 1.4: Generar conocimiento en sistemas complejos y neurociencias para aplicaciones médicas.

Objetivo específico 1.5: Generar conocimiento y aplicaciones de física forense.

Objetivo específico 1.6: Generar conocimiento y tecnologías de manera interdisciplinaria vinculadas con las ciencias de la Tierra en el marco del Proyecto Internacional ICES.

Objetivo específico 1.7: Generar investigación y desarrollo en eficiencia energética, energías alternativas, tecnología del hidrógeno y celdas de combustible.

**Objetivo Estratégico 2:** Generar conocimiento y desarrollos vinculados con la medicina nuclear y la física médica.

**Objetivo Estratégico 3:** Realizar investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de aceleradores para aplicaciones nucleares.

Objetivo específico 3.1: Investigar y desarrollar tecnología para aplicaciones a problemas ambientales e ingeniería en general mediante técnicas de análisis de alta sensibilidad.

Objetivo específico 3.2: Investigar y desarrollar tecnología para detección de explosivos y control de cargas materiales nucleares especiales.

Objetivo específico 3.3: Investigar y desarrollar tecnología de aceleradores y dispositivos asociados para aplicaciones médicas y nucleares.

Objetivo específico 3.4: Disponer de capacidad para evaluar el efecto de las radiaciones ionizantes en dispositivos mediante la utilización de aceleradores, iones pesados, electrones y fuentes de radiación gamma.

**Objetivo Estratégico 4:** Apoyar proyectos tecnológicos relacionados con los reactores nucleares mediante la investigación.

Objetivo específico 4.1: Coordinar e implementar el Proyecto Haces de Neutrones asociado al reactor RA-10 en concordancia con los requerimientos establecidos por CNEA.

Objetivo específico 4.2: Dar apoyo al programa de Generación IV a través de la investigación en concordancia con los requerimientos establecidos por el plan de trabajo del Área de Reactores de Potencia.

**Objetivo Estratégico 5:** Investigar y desarrollar tecnologías de frontera colaborando con grandes proyectos nacionales e internacionales de ciencia y técnica.

Objetivo específico 5.1: Colaborar con el desarrollo y provisión de subsistemas para el Plan Espacial y Satelital Argentino.

Objetivo específico 5.2: Colaborar en el desarrollo e implementación del up-grade de Pierre Auger y el Proyecto Andes.

**Objetivo Estratégico 6:** Realizar investigación y desarrollo en nanociencia y tecnología.

Objetivo específico 6.1: Generar conocimientos y tecnologías para el desarrollo de sensores, microactuadores y dispositivos para aplicaciones biomédicas, telecomunicaciones, ambientales y nucleares.

Objetivo específico 6.2: Generar conocimientos y tecnologías para el desarrollo de nanomateriales y nanosistemas.

#### Física atómica, molecular y óptica

Se analizan los procesos físicos que ocurren cuando haces de luz o de partículas cargadas (iones atómicos, electrones, positrones) inciden sobre blancos gaseosos o sólidos. Estos procesos se estudian experimentalmente en los aceleradores de partículas TANDEM y Kevatrón y se modelan teóricamente.

- En la instalación Acelerador de Iones Tandem de 1.7 MV se caracterizaron films superconductores de oxinitruros de Mo y Gd (MoxNyOz y GdxNyOz) mediante retro dispersión de iones. También se analizaron y caracterizaron mediante RBS films de PbS depositados sobre sustratos vítreos, por demanda de la Universidad de Concepción, Chile. Con el objetivo de determinar el poder de frenado (stopping power) en compuestos nitrurados, tanto desde un acercamiento teórico como experimental, se irradiaron films de W y Mo de distinto espesor con haces de He<sup>+</sup> de distintas energías y en diferentes ángulos de incidencia. Se realizaron estudios de propiedades superconductoras de films delgados de gamma-Mo2N, cambios en la estequiometría y propiedades superconductoras de films por la mezcla de iones inductores de "sputtering" argón - nitrógeno, y otros oxinitruros de Mo y Nb. La irradiación de iones pesados sobre films superconductores de GdBa2Cu3O7-d mostró alteraciones en la corriente crítica. Se estudiaron además los efectos sobre la composición química de ionómeros vítreos por inmersión en infusiones por técnicas RBS y PIXE. Un aporte tecnológico importante se obtuvo en la investigación de detectores COTS-CMOS recubiertos con gadolinio. Se estudió también el daño sobre detectores CMOS ante diferentes tipos de radiación. Se demostró que el análisis Raman es sensible a la energía y dosis de irradiación por protones de films HOPG. Para el análisis de colisiones con haces moleculares, se pusieron a prueba diferentes métodos para la confección de cátodos con alto contenido de LiH y, consecutivamente, se analizó su contenido en la primera copa de Faraday del acelerador. Continuando con los trabajos de docencia e investigación para alumnos avanzados de la "Carrera de Física" del Instituto Balseiro, se analizaron los espectros emitidos por distintos compuestos de uranio para la determinación de secciones

eficaces de ionización. Por otro lado, en colaboración con alumnos avanzados del instituto Grenoble INP Phelma, se irradió un film de Au con haces de  $H^+$  y  $Si^+$  para la determinar la respuesta de un detector de Si en bajas energías.

- TANDEM: Irradiación de policarbonatos para el proyecto BNCT. Estudios de composición de muestras vegetales, nanopartículas magnéticas, óxidos de circonio y cerio y películas de hierro y galio.
- En el programa “Espectroscopía de colisión” se continuó la medición de momentos de iones de retroceso con el microscopio de reacción instalado en el Laboratorio del Acelerador Kevatrón. Se completaron las mediciones sobre el sistema protones incidentes sobre un blanco de Ar. Los datos terminaron de ser analizados y discutidos en estrecha colaboración con el grupo de físicos teóricos de la Universidad Nacional del Sur. Estos datos son de importancia para áreas de diagnóstico de plasma en los reactores tipo Tokamak y para estudios astrofísicos relacionadas a atmósferas de cometas. Se inició la tarea de implementar un sistema de detección de partículas en el microscopio de reacción con el objetivo de mejorar su resolución. Se efectuaron mediciones de ensayo para detección de electrones de baja energía.
- Relacionado a procesos de doble fotoionización por absorción de un único fotón, se desarrolló un código de cálculo para el tratamiento de blancos moleculares, particularizando para la doble fotoionización de  $H_2O$  y  $CH_4$ .
- Para el estudio de modelos de átomos confinados y estudios de interacción entre átomos y sistemas nanométricos (y procesos de radiación asociados), se calculó el potencial de interacción entre un sistema de partículas cargadas y una nanoesfera dieléctrica y conductora, y se caracterizaron los efectos dinámicos de “scattering” y soluciones ligadas para el caso de una partícula.
- Desarrollo de metodologías de reducción del tamaño del sistema de ecuaciones asociado al cálculo “ab-initio” en problemas de “scattering” incrementando la dimensionalidad de los elementos de base. La nueva propuesta consiste en la utilización de una base de funciones bidimensional, solución a un problema de auto valores del tipo Sturm-Liouville. Se aplicó testeo dando excelentes resultados para sistemas atómicos de dos electrones.
- En la línea de investigación de interacción de láseres intensos y cortos con la materia se estudiaron varios procesos de ionización por “streaking” y formación de “sidebands” debido a campos XUV+IR. A través de un modelo semiclásico es posible conectar los momentos en los que se produce la ionización con características del espectro de emisión. Se encontró que éste último se puede escribir como una factorización de contribuciones que dan cuenta de las interferencias entre trayectorias electrónicas originadas en un mismo ciclo (factor intraciclo) y en varios ciclos ópticos del láser (factor interciclo). Se encontró que, en ciertas direcciones particulares de emisión, se tiene además una interferencia inter-medio-ciclo que anula ciertos ordenes de “sidebands”, i.e. se prohíbe el intercambio de un número par o impar (dependiendo de la simetría del sistema) de fotones del láser IR. Esta selectividad en la energía que puede alcanzar el fotoelectrón aporta al desarrollo y control de la física de attosegundos.

### Física de superficies

Se estudian las propiedades físicas y químicas de superficies sólidas puras o con átomos o moléculas adsorbidas, y la interacción de partículas cargadas y neutras con la materia.

- En 2018 se continuó con la investigación teórico-experimental de procesos de nanoestructuración y funcionalización de superficies basados en el control externo del autoensamblado espontáneo de átomos o moléculas orgánicas adsorbidas. En particular se obtuvieron resultados relevantes sobre:
  - Deprotonación de ácido tereftálico en  $Cu(100)$ . Se observó un cambio de fase estructural asociado al proceso de deprotonación molecular en el rango de 200-400 K.
  - Efecto Kondo en superficies. Para Co adsorbido en superficies de  $Ag(111)$  se observó un fuerte acoplamiento de los estados electrónicos del Co con los estados de superficie de la plata. Para fatalocianina de hierro en  $Au(111)$  se determinó que el fenómeno ocurre en dos etapas, con diferentes escalas de energías.
  - Formación de sistemas bidimensionales 2D similares al grafeno. Se determinó que la deposición de germanio en  $Au(111)$  y  $Al(111)$  no forma germaneno como se indicaba en trabajos previos, sino una aleación superficial.
  - Síntesis y dependencia de propiedades superconductoras en películas delgadas de nitruro de molibdeno crecidas por “sputtering” reactivo. Se estudió la nanocrystalización de la fase delta producida por recocido a 900 K de películas amorfas crecidas en  $Si(100)$ , y las temperaturas críticas de las películas fabricadas con distintas concentraciones de  $N_2$ .
- Paralelamente en 2018 se continuó con la investigación de procesos de interacción de partículas con la materia obteniendo resultados relevantes sobre:
  - Poder de frenado de iones en plasmas densos. Se analizaron los regímenes en los cuales se puede utilizar el formalismo dieléctrico, con las correcciones apropiadas para incluir los límites cuánticos y clásicos.
  - Poder de frenado de iones y producción de plasmones por bombardeo electrónico en grafeno. Se analizaron los procesos y los modos de excitación del grafeno en función de parámetros tales como el espaciado entre las capas, la energía de la partícula incidente, etc.
  - Mediciones y simulaciones de los efectos de potenciales de Van der Waals en experimentos de difracción de átomos ( $He^0$ ) en superficies de aisladores ( $KCl(001)$ ).
  - Análisis sistemático de distintas aproximaciones experimentales (backscattering vs transmission) para la determinación del poder de frenado de protones de baja energía.

Simultáneamente se realizaron distintos trabajos de desarrollo y servicios a terceros. Entre estos el diseño y armado de diferentes fuentes de alta tensión, el desarrollo e implementación del control de acceso al pabellón I7, diseño de monitoreo de alarmas con informe de eventos por SMS, y la asistencia técnica para los laboratorios de Física Médica, de Física de Neutrones y LASIE pertenecientes a la CNEA.

### Fusión nuclear y física de plasmas

Se realizan estudios sobre el comportamiento de los plasmas en el rango de parámetros (densidad, temperatura, campo magnético) de interés para el desarrollo de reactores de fusión nuclear controlada por confinamiento magnético. Se desarrollan modelos y algoritmos orientados al control del plasma dentro del reactor. Se exploran conceptos alternativos, incluyendo híbridos fusión-fisión, para el desarrollo de reactores. Durante 2018 se realizaron las siguientes actividades:

- Se completó el estudio del efecto de inestabilidades tipo "kink" sobre la acumulación de impurezas (tungsteno) en la zona del eje magnético en tokamaks. Se demostró que si la frecuencia del modo coincide con la frecuencia de rotación de las impurezas estas son expulsadas hacia zonas de menor densidad.
- Se completó el desarrollo de un código que calcula las trayectorias exactas de las partículas incluyendo colisiones elásticas y procesos atómicos. Con el nuevo código, que se ejecuta en procesadores gráficos (GPU), se estudió la redistribución de partículas alfa en la zona del divertor debido a su interacción con átomos neutros.
- Utilizaron de las ecuaciones MHD para estudiar el equilibrio, la estabilidad y el sostenimiento de configuraciones tipo tokamak esférico con columna central de plasma.
- Desarrollo de modelos dinámicos del plasma orientados al diseño de controladores que permitan optimizar el rendimiento del reactor. En particular, se avanzó en la implementación de la condición de equilibrio magnetohidrodinámico en las ecuaciones de transporte resistivo de un código de diseño de controladores. Además, se comenzó con la extensión del problema del equilibrio al caso de frontera libre, para tener en cuenta el efecto de las bobinas de campo poloidal sobre la dinámica de los perfiles magnéticos.
- Comienzo del análisis del diseño conceptual de un reactor híbrido fusión-fisión constituido por un tokamak y un manto fisil subcrítico.

### Propiedades de la materia condensada a bajas temperaturas

Se realizan estudios de física de estado sólido, superconductividad y magnetismo en sistemas masivos, micro y nano estructurados, y se desarrollan sensores. En 2018 se realizaron las siguientes actividades principales:

- Medición de magnetización y resistividad en muestras policristalinas y monocristalinas en el antiferromagneto quiral  $\text{EuR}_2\text{P}_2$ .
- Análisis de las propiedades térmicas (calor específico y entropía) de materiales criogénicos magnéticamente frustrados en base Yterbio para su aplicación en procesos de enfriamiento por demagnetización.
- Se investigaron las propiedades térmicas, magnéticas y estructurales de los compuestos intermetálicos  $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In/Sn}$  y  $\text{CeIr}_5$ .
- Estudio teórico-experimental de las propiedades magnetoelásticas y de calor específico con campo magnético aplicado en compuestos y aleaciones de tierras raras:  $\text{GdCoIn}_3$ ,  $\text{GdRhIn}_3$  y  $\text{CeCo}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Si}$ .
- Medición de la transición metamagnética de  $\text{CeTiGe}$  dopado con Sc mediante poder termoeléctrico y resistividad en condiciones extremas de campo y temperatura.
- Estudio de las propiedades electrónicas del semimetal binario  $\text{PtBi}_2$ .
- Estudios experimentales de tópicos asociados a termodinámica, magnetismo y propiedades estructurales de nanocristales de vórtices en superconductores de alta temperatura crítica, transición de fusión y salto de entropía de la materia de vórtices con desorden fuerte y diluido, simetría y orden posicional de la materia de vórtice en los nuevos calcógenos superconductores en base a Fe mediante STM y técnicas de superficie y las fases hiperuniformes de vórtices en superconductores con desorden fuerte.
- Experimentos de transporte eléctrico en monocristales y películas delgadas de calcogenuros de Fe superconductores. Estos experimentos novedosos presentan la conjunción de muy alto campo magnético y tensión uniaxial aplicada para estudiar características microscópicas del estado normal de estos superconductores. Estudios de espectroscopía Raman en función de temperatura en muestras de FeSe sintetizadas a bajas temperaturas. Estudios preliminares en cristales de FeSe implantados con K.
- Medición de propiedades de transporte eléctrico en altos campos magnéticos en semiconductores dopados de ZnO.
- Fabricación y caracterización de láminas delgadas basadas en nitruros superconductores. Fabricación y caracterización de láminas delgadas de la aleación Cu-Al-Ni para su aplicación en dispositivos micrométricos basados en el efecto memoria de forma.
- Colaboración con la empresa La.Te.Andes S.A. para el diseño y construcción de un magnetómetro de SQUID para aplicaciones geofísicas.
- Detección de radiación ionizante usando sensores de imagen CMOS: desarrolló un sistema de detección de neutrones térmicos basados en sensores de imagen CMOS y capas de conversión formadas por gadolinio, y la obtención de imágenes de alta resolución con neutrones por activación de láminas de indio, leídas con sensores CMOS. Desarrollo de detectores de radón utilizando la capacidad para detectar partículas alfa de los sensores. Obtención de radiografías de rayos X de alta resolución espacial, con aplicaciones en ensayos no destructivos en circuitos electrónicos, calidad de madera, y biología.
- Neuromodulación adaptativa para el tratamiento de trastornos motores como la Enfermedad de Parkinson: Desarrollo de sistemas de instrumentación basados en FPGA para la identificación en tiempo real del estado de una red neuronal. Modelado analítico y computacional de la red talamocortical incluyendo los ganglios de la base en estado fisiológico y parkinsoniano.
- Análisis de registros cerebrales obtenidos en pacientes con epilepsia refractaria.
- Estudio teórico y experimental del fenómeno de acoplamiento interfrecuencia en acústica no lineal.

### Propiedades ópticas de la materia condensada

Se desarrollan y estudian por métodos de espectroscopía óptica y de láseres ultra-rápidos temas de optoelectrónica, dispositivos semiconductores, optomecánica, y métodos para la detección ultrasensible de moléculas.

En 2018 se realizaron las siguientes actividades:

- Estudio de nanoestructuras semiconductoras específicamente diseñadas con propiedades ópticas y vibracionales orientadas a demostrar nuevos fenómenos y dispositivos optoelectrónicos y optomecánicos de ultra-alta frecuencia.
- Investigación relacionada con el diseño y caracterización de láseres de cascada cuántica (QCLs) relevantes para proyecto de enriquecimiento de uranio, con el grupo de crecimiento por haces moleculares (MBE) de semiconductores III-V.
- Diseño, fabricación y estudio mediante espectroscopía Raman y técnicas de Resonancia por Plasmones Superficiales, de nanoestructuras metálicas y sus recubrimientos moleculares para la detección y estudio ultrasensible de moléculas y sus aplicaciones en temas de salud y medioambientales.
- Investigación de la dinámica resonante electrónica y vibracional en sistemas semiconductores bidimensionales de dicalcogenuros de metales de transición.
- Desarrollo de una nueva línea de investigación relacionada con la generación de pulsos cortos de THz con potenciales aplicaciones espectroscópicas en bio-física y en las demás líneas de investigación.
- Microscopía tridimensional de sistemas biológicos mediante la técnica de microscopía de absorción de dos fotones basado en láseres de femtosegundos.

### Teoría de la materia condensada

En 2018 se realizaron las siguientes actividades de investigación:

- Sistemas nanoscópicos: estudio de sistemas cuánticos controlados en forma dinámica, propiedades topológicas de grafeno y otros sistemas bidimensionales en presencia de radiación electromagnética. Transporte de espín a través de moléculas. Interpretación de experimentos de microscopía electrónica de barrido en resonadores construidos sobre la superficie de la plata. Estudio teórico del transporte a través de impurezas magnéticas en nanohilos de oro. Modelado de redes de polaritones de cavidad en microestructuras semiconductoras. Cálculo DFT (Teoría Funcional de la Densidad) de estructura electrónica de grafeno, grafeno fluorado, estaneno y estaneno fluorado. Desarrollo de un formalismo DFT para el régimen del efecto Hall cuántico entero; consecuencias sobre el estudio de los estados de borde.
- Sistemas electrónicos correlacionados: estudio teórico-experimental de las excitaciones magnéticas de manganitas semidopadas con magnetorresistencia colosal y niquelatos. Análisis de la estructura electrónica y propiedades de óxidos de metales de transición, ferropnictidos, perovskitas de Sr y Cr, superconductores con planos de BiS<sub>2</sub>, perovskitas dobles con Fe y Cu, y otros materiales superconductores o magnéticos de interés.
- Análisis de la estructura electrónica y propiedades de óxidos de metales de transición, ferropnictidos, perovskitas de Sr y Cr, superconductores con planos de BiS<sub>2</sub>, cupratos, perovskitas dobles con Fe y Cu, y otros materiales superconductores o magnéticos de interés. Cálculo de densidades electrónicas en modelos de varias bandas con interacciones. Por la metodología usada, estos cálculos numéricos están entre los más precisos y confiables para este tipo de materiales, permitiendo la observación de estructura que puede ser relevante para experimentos. Efectos de impurezas magnéticas en superconductores topológicos con simetría de inversión temporal. Modelado de la conmutación resistiva en dispositivos de estado sólido basados en óxidos de metales de transición.
- Superconductores: control de sistemas cuánticos forzados. Estudio de la corriente Josephson en sistemas híbridos superconductores/puntos cuánticos. Estudio de los efectos del ruido en la espectroscopía de átomos artificiales. Aplicaciones en “qubits” de flujo. Análisis de fluctuaciones mesoscópicas en “qubits” de flujo sometidos a campos alternos biomagnéticos. Generación de entrelazamiento estacionario en “qubits” acoplados. Transición de fase dinámica en el parámetro de orden de un superconductor BCS forzados. Efectos topológicos en junturas Josephson multi-terminales.
- Sistemas forzados, desordenados y fuera de equilibrio: estudio teórico de la dinámica de sistemas elásticos o elasto-plásticos en medios desordenados, incluyendo aplicaciones a materiales ferromagnéticos y ferroeléctricos, materia de vórtices en materiales superconductores, ruptura por fractura, dinámica de terremotos y deformación de sólidos amorfos. Estudio experimental de la dinámica de paredes de dominio magnéticas a escala nanométrica utilizando un microscopio por efecto Kerr.
- Metodología: Desarrollo y aplicación de métodos computacionales de avanzada para materiales con electrones fuertemente correlacionados: Teoría de Campo Medio Dinámico, Renormalización Numérica y Renormalización con Matriz Densidad. Uso de métodos perturbativos diagramáticos, bosones esclavos ordinarios y formulación invariante ante rotaciones. Física computacional con GPGPU (Computación de Propósito General en Unidades de Procesamiento Gráfico). Teoría de Funcional Densidad (DFT) en su versión de Intercambio Exacto, en el régimen de campos magnéticos grandes. Cálculos analíticos en modelos efectivos basados en métodos perturbativos. Desarrollo de algoritmos para estudiar dinámica ultra lenta fuera del equilibrio en sistemas desordenados. Implementaciones masivamente paralelas de física computacional usando GPGPU.

### Física estadística e interdisciplinaria

En 2018 se trabajó en torno a las dos siguientes líneas principales de investigación:

- Física estadística: Se realizaron investigaciones teóricas en problemas de física estadística de sistemas en y fuera del equilibrio, sistemas dinámicos clásicos y cuánticos, y propiedades de transporte y relajación en los diversos estados de la materia. En particular, en lo que hace a física teórica de sistemas fuera del

- equilibrio, se estudiaron semigrupos no-conmutativos, representación de Fock, generadores infinitesimales no-locales, “entanglement” en sistemas cuánticos abiertos. En cuanto a sistemas mesoscópicos desordenados, se estudió: super estadística, tiempos del primer pasaje, ecuaciones estocásticas con interacción y migración no-local espacio-temporal. Asimismo, se estudiaron fenómenos de sincronización en sistemas acoplados extendidos, oscilaciones mecánicas no lineales y autosostenidas para el diseño de artefactos microscópicos controlados por frecuencia. Se analizaron fenómenos de propagación electromagnética en canales de dispersión estocástica, con aplicaciones al diseño de radares bistáticos.
- Física interdisciplinaria: Se realizaron estudios de procesos de auto-organización y comportamientos colectivos emergentes en sistemas complejos de carácter físico, biológico y social, incluyendo aplicaciones a epidemiología, ecología (movimiento animal, coexistencia y extinción) y dinámica poblacional. Se analizaron experimentos y se desarrollaron modelos de evacuación peatonal y de procesos análogos en medios granulares. Se continuó también con el desarrollo de modelos matemáticos de propagación de incendios forestales y de enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, tales como malaria y dengue. (En relación a estos dos temas se formalizaron los convenios antedichos.) Se inició una nueva línea de trabajo sobre movimientos oculares, en la que se desarrollan modelos para movimientos sacádicos y oscilaciones post sacádicas: teniendo en cuenta la dinámica del globo ocular y de las pupilas se busca interpretar datos de experimentos de “eye tracking” para revelar el funcionamiento del ojo y sus partes en diversas situaciones.

### Partículas y campos

Durante 2018 se desarrollaron las siguientes actividades, correspondientes a las diversas líneas de investigación:

- Rayos cósmicos y astropartículas
  - Análisis de datos del Observatorio Auger para estudiar la anisotropía y composición de los rayos cósmicos de mayor energía, y para estudiar la actividad solar y el clima espacial. Se analizó la anisotropía dipolar observada en las direcciones de arriba a energías mayores a 4 EeV, donde el Observatorio detecta con 100% de eficiencia los eventos que llegan con ángulos cenitales hasta 80 grados. Para energías mayores a 8 EeV se observa un dipolo significativo. Una división en estos datos en tres bins de energía, entre [8-16] EeV, [16-32] EeV y arriba de 32 EeV permitió observar que la amplitud del dipolo presenta un crecimiento con la energía. Se analizaron posibles escenarios astrofísicos para explicarlo, incluyendo difusión desde fuentes cercanas y distribución inhomogénea de las fuentes locales. Se estudió también la posibilidad de explicar el espectro, la composición y las anisotropías observadas en un escenario donde la mayor parte de los rayos cósmicos a esas energías proviene de una única fuente dentro del Supercúmulo Local. Se estudiaron también las anisotropías en ascensión recta para todo el rango de energías entre 0.03 y 100 EeV, con particular atención en el cambio de fase que aparece a energías alrededor de 1 EeV, de relevancia para el análisis de la transición galáctica-extragaláctica. Se analizaron los excesos de flujo observados para los eventos de mayor energía, por encima de 40 EeV, combinando los datos de Auger y los de Telescope Array, lo que permitió una cobertura completa del cielo. Se continuó la búsqueda de correlación entre rayos cósmicos detectados por el Observatorio Auger y por el Telescope Array con neutrinos detectados por el experimento Ice Cube. Se trabajó también en la búsqueda de múltipletes de eventos alineados en función de la energía como se esperaría para rayos cósmicos de una misma fuente luego de atravesar un campo magnético coherente. Se estudiaron los primeros datos de los nuevos detectores de Auger Prime en base a centelladores, SSD (Discos Rígidos Internos). Se estudiaron modelos de desarrollos de cascadas atmosféricas y el rol de los piones en esas cascadas para establecer mejores modelos de señal para los detectores del Observatorio Pierre Auger.
  - Estudio de la detectabilidad del fondo cósmico de neutrinos en experimentos usando captura de neutrinos en tritio, y la factibilidad de distinguir en estos experimentos si los neutrinos son partículas de Dirac o de Majorana.
- Líneas de trabajo experimentales:
  - Participación en los proyectos DAMIC, CONNIE y SENSEI de búsqueda de materia oscura y de interacción coherente neutrino-núcleo con sensores CCD y “skipper” CCD. Se estudió la interacción de un haz de silicio con un CCD en el acelerador TANDEM del CAB. Se trabajó con sensores CMOS para espectroscopia, radiografía, medición de radón y de contaminación de plomo en agua. Se desarrolló un sistema de adquisición y control de detector en base a Single Board Computers Raspberry Pi y STEMLab.
- Fenomenología de partículas y altas energías:
 

Teoría de cuerdas:

  - Avances en el estudio de las compactificaciones de cuerdas utilizando herramientas de la Teoría Doble de Campos. En particular se encontró una descripción, en teoría de campos, del fenómeno de aumento de la simetría de calibre en ciertos puntos del espacio de módulos (valores de los escalares que caracterizan la variedad compacta). Este fenómeno, posible en teoría de cuerdas debido a la posibilidad de las cuerdas de enrollarse en ciclos del espacio compacto, no era esperado en teoría de campos. La descripción implica relaciones de no-conmutatividad en el espacio interno.
  - Por otra parte, en los últimos años han surgido diversas conjeturas sobre limitaciones que surgen sobre modelos de partículas a bajas energías cuando se intentan extender al límite ultravioleta acoplándolas a gravedad. Las teorías que no cumplen con estas condiciones se dice que están en el “pantano (Swampland)” mientras que las que pueden ser extendidas consistentemente estarían

en el “paisaje (Landscape)”. Utilizando estas conjeturas, en particular la conjetura de “gravedad débil”, se discutió por qué ciertos términos de la teoría efectiva de cuerdas heteróticas siempre lleva a ruptura de la simetría de calibre, pero no rompen, como podría esperarse en general, la supersimetría.

Física más allá del modelo estándar:

- Se estudiaron modelos donde la partícula de Higgs es compuesta, a los efectos de analizar posibles anomalías en mediciones recientes de decaimientos semileptónicos. Los modelos predicen una rica fenomenología que podría ser relevante en experimentos del LHC.
- Análisis de la posible violación de la universalidad fermiónica del sabor, sugerida por experimentos recientes, en el marco de modelos de “leptoquarks” compuestos.

▪ Teoría Cuántica de Campos:

Entropía de entrelazamiento, holografía e información cuántica en teoría de campos:

- Avances en la construcción de un dual holográfico de la cosmología en espacio de Sitter, mostrando que la deformación de una teoría conforme por un determinado operador irrelevante cambia la geometría de Anti de Sitter a de Sitter. También se generalizó la fórmula de la entropía de Ryu-Takayanagi a espacio de Sitter, encontrando una interpretación de información cuántica para la entropía de Gibbons-Hawking.
- Se probó que el grupo de renormalización en teorías con defectos (como las que ocurren en materia condensada) es irreversible, y se construyeron medidas de información cuántica para caracterizar esta irreversibilidad.
- Estudio de la ambigüedad presente en la definición de entropía relativa que proviene de la no unicidad del tensor de energía-impulso.

Teoría cuántica de campos en espacios curvos:

- Continuación con el desarrollo de métodos no perturbativos para el estudio de campos cuánticos livianos en el espacio de Sitter, analizando en particular el comportamiento infrarrojo de las funciones de correlación.
- Comienzo del estudio del rol de las fluctuaciones del tensor de energía-impulso alrededor de su valor medio en el denominado “problema de la constante cosmológica”.

Aspectos formales de teorías cuánticas de campos:

- Estudio del grupo de renormalización en teorías de campos no locales.
- Continuación con la formulación y análisis de teorías cuánticas de campos en un número no entero de dimensiones.
- Análisis de la bosonización de teorías de campos fermiónicas en  $2+1$  dimensiones en presencia de condiciones de contorno no triviales, incluyendo la evaluación de las funciones de correlación de las corrientes.

Fluctuaciones cuánticas del vacío:

- Análisis analítico y numérico de la creación de fotones en una cavidad terminada en dos SQUID's sometidos a campos magnéticos dependientes del tiempo. Configuraciones similares han sido utilizadas para la primera verificación experimental del denominado efecto Casimir dinámico realizada hace pocos años. Se estudió en detalle la dependencia del número y frecuencia de partículas creadas con el espectro de la cavidad.
- Desarrollo un método no perturbativo basado en la aproximación de Magnus para el análisis del efecto Casimir dinámico y otros efectos relacionados con la teoría cuántica de campos bajo la influencia de condiciones externas dependientes del tiempo.

### Aplicaciones forenses de la física

- Desarrollo de técnicas de aplicación en el foro judicial, asesoría a la justicia en aquellas causas en que esas técnicas son necesarias, y participación en la formación del personal que interviene con testimonios expertos en los juzgados.
- Dictado de cursos de formación y conferencias en diferentes disciplinas técnicas, a jueces, fiscales y Fuerzas de Seguridad.
- Continuación de las investigaciones aplicadas a estudiar la dinámica de las postas 12/70 que utilizan las Fuerzas de Seguridad.
- Generación de técnicas estadísticas relacionadas al tiempo de desarrollo de moscas Calliphora Vicina en el laboratorio. Se analizaron las variaciones de los tiempos de desarrollo y la dependencia de la temperatura, para lo que se hicieron experimentos con control de esos parámetros. También se investigó el contenido de ADN del alimento en el tracto digestivo de las larvas y moscas en las sucesivas etapas de desarrollo, en colaboración con el Servicio de Huellas Digitales Genéticas de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA.
- Organización del curso de posgrado “Escuela para Forenses” diseñado para 30 forenses en actividad.



Física - Aplicaciones Forenses

### Física de metales: transformaciones de fase, microestructura y propiedades mecánicas de materiales

Se estudia la estabilidad y las transformaciones de fase en aleaciones metálicas, su estructura y su microestructura, y sus propiedades mecánicas. Se desarrollan dispositivos para aumentar las capacidades experimentales de la división. Se trabaja en la aplicación de aleaciones en diversos campos. Se cuenta con dos laboratorios principales, el de ensayos mecánicos y el de microscopía electrónica de transmisión, complementados con otras técnicas experimentales y de cálculo. Todos ellos se mantienen accesibles a otros sectores de la CNEA y prestan servicios a la comunidad.

Infraestructura edilicia:



Física nuclear y aplicaciones  
Laboratorio de espectrometría de masas  
con aceleradores de partículas (AMS)

- En 2018 se avanzó significativamente en la obra de ampliación del Laboratorio de Propiedades Mecánicas. La primera etapa ya cuenta con la recepción definitiva, mientras que la segunda cuenta con la recepción provisoria.

#### Infraestructura experimental:

- Mudanza del 40% de los equipos de ensayos mecánicos, quedando operativos tras el breve tiempo que insumió su traslado.
- Puesta en funcionamiento de un sistema de correlación de imágenes en conjunto con una cámara termográfica, ambos adquiridos en 2017, para el estudio de propiedades mecánicas.
- Reemplazo de la pieza polar del microscopio electrónico de transmisión TECNAI F20, lo que permitió una mejora en la alineación del haz con la consiguiente disminución de sus aberraciones.

#### Colaboración con proyectos prioritarios de la CNEA:

- Continuación de los trabajos de colaboración en el marco del proyecto CAREM (ATR-CAREM25ME-13 - Ensayos de “pull-out” en probetas de mandrilado).
- Estudios de mecánica de fractura y de desgaste por “fretting” en materiales propuestos para ser usados en los tubos del generador de vapor del reactor CAREM.
- Continuación de la colaboración con el Proyecto RA-10 en tareas del programa de vigilancia de materiales de componentes críticos.

#### Avances en líneas de investigación y colaboraciones:

- Materiales con memoria de forma: Comparación de propiedades en aleaciones base Cu y NiTi, comportamiento de la fase martensita en alambres de NiTi, efectos de composición en aleaciones base Fe, efecto de las dislocaciones en CuAlNi, efectos de la difusión en aleaciones base Cu, y fatiga en alambres de NiTi.
- Estabilidad de fases: destrucción del estado cristalino por aleado mecánico en CuNiZr, ferromagnetismo a bajas temperaturas en FeRh, límite de cristalinidad en nanopartículas de los elementos, y recristalización y transformación martensítica en láminas de CuAlNi con granos nanométricos.
- Propiedades mecánicas: Aumento de la dureza de AlCuMg por micro aleado con Si y Ge, comportamiento mecánico en AlSiMg, degradación de tornillos ortopédicos por la esterilización repetida, dureza en aceros endurecidos por dispersión de óxidos, e influencia del ambiente sobre la fatiga de componentes nucleares.
- Microestructura de aleaciones: Aleaciones granulares de CuCo, aleaciones Ni<sub>2</sub>MnGa coladas por succión, caracterización estructural de nanopartículas de Ag para aplicaciones en terapia fotodinámica, caracterización estructural de nanopartículas de Pt en matrices poliméricas, cintas de NdFeB obtenidas por enfriamiento rápido, espumas de Cu, y textura en cables superconductores Ti/MgB<sub>2</sub>.
- Aplicaciones con materiales: Implantes de NiTi para corrección de crecimientos óseos, materiales combustibles y estructurales resistentes a accidentes nucleares, y mecanismos de liberación controlada para la industria aeroespacial.

#### Organización de cursos y eventos:

- Curso de “Additive Manufacturing”.
- Organización del “Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMET 2018”.
- Colaboración con la organización del “XXIII Simposio Latinoamericano de Física del Estado Sólido SLAFES XXIII”.

#### Servicios:

- Realización de servicios de Microscopía Electrónica de Transmisión y de Ensayos Mecánicos, tanto para la CNEA como para empresas como INVAP S.E.

#### Estadias de investigadores:

- Provisión de asistencia técnica en la caracterización microestructural por microscopía electrónica de transmisión a investigadores del CAE, del CAC, del Centro de Investigación y Tecnología Química de Córdoba, del Instituto Mecánica Aplicada y el Instituto de Ciencias Astronómicas de la Tierra y del Espacio de la Universidad Nacional de San Juan, y de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la U.N.C.

#### Formación de recursos humanos:

- Continuación de la colaboración en la formación de recursos humanos mediante el dictado de cursos de grado y posgrado del Instituto Balseiro y la dirección de tesis de doctorado y proyectos integradores de la “Carrera de Ingeniería Mecánica”, becas postdoctorales y pasantías breves de estudiantes jóvenes.

### Resonancias magnéticas

Las principales líneas de investigación desarrolladas en 2018 pueden dividirse en dos grandes grupos: investigaciones en Ciencia Básica e Investigaciones Aplicadas.

- Con respecto a las líneas en Ciencias Básicas, las investigaciones estuvieron centradas en propiedades magnéticas, fenómenos de transporte y respuesta de magneto-transporte de materiales masivos y nanomateriales. Entre ellas:
  - Estudio del magnetismo de películas delgadas: Estudio de las propiedades magnéticas y de transporte de aleaciones de metales de transición. En aleaciones basadas en Ni y Co, se estudió el efecto ISHE en bicapas y multicapas. Se investigaron los efectos magnetoeléctricos en heteroestructuras multiferroicas, tanto en películas metálicas como en óxidos. Se desarrollaron heteroestructuras ferroeléctrico/ferromagnético como potenciales llaves para corriente de espín. Se estudiaron propiedades magneto-ópticas de películas delgadas en vista al desarrollo de sensores de posición por efecto Kerr. Mediante microscopía magneto-óptica se estudió la dinámica del movimiento de paredes de dominios magnéticos en multicapas de Pt/[Co/Ni]/n-Ta,Al y en películas de Gd FeCo y Pt/Co/Pt, en particular en el régimen de “creep”. El comportamiento universal subyacente en este

tipo de sistemas permitió obtener información muy valiosa sobre los mecanismos involucrados en el proceso de magnetización de las películas delgadas.

- Nanopartículas magnéticas: Esta línea incluye la síntesis, el control morfológico y el estudio del orden magnético e interacciones en nanopartículas de ferritas y sistemas bi-magnéticos “core-shell”. Se estudiaron, tanto desde el punto de vista teórico como experimental e incluyendo estudios “in vitro”, las pérdidas magnéticas de nanopartículas en presencia de un campo alterno para hipertermia de fluido magnético. Se diseñó, funcionalizó y determinó la toxicidad parcial de nanopartículas de ferrita para posibles aplicaciones biomédicas; por último, se investigó la capacidad de absorción de microondas en bajos campos de estas nanopartículas.
- Óxidos: se estudiaron las propiedades multiferroicas de estos tipos de sistemas, en particular las propiedades magnéticas, encontrando propiedades como reorientación de espín y magnetización reversa en ortoferritas y ortocromitas. Se extendieron los estudios a sistemas del tipo ortocobáltitas. Para la escala Nano, se estudiaron los efectos de interfaz vislumbrado potenciales futuros desarrollos en sensores de gases, campos y líquidos volátiles, sintetizándose óxidos que muestran una respuesta importante con solventes orgánicos de alta presión de vapor.
- Con respecto a las líneas en investigaciones aplicadas se destacan:
  - Desarrollo y bio-funcionalización de nanopartículas para bio-medicina, basado en nanopartículas funcionalizadas con biomoléculas específicas (proteínas, anticuerpos, etc.), con uso específico para sistemas de detección de enfermedades en dispositivos del tipo “lab-on-chip”.
  - Desarrollo de materiales para detectores de radiación ionizante y sensores de radiación de campo mixto: se desarrollan materiales micro- y nanométricos, uni- o bi-funcionales, para su uso como sensor por medio de la formación de defectos que pueden ser analizados con EPR para su identificación y cuantificación. Los materiales están basados en L-Alanina, hidroxiapatita y Formiato de Litio, tanto como partículas únicas o con partículas magnéticas embebidas en una matriz de microcristales de algunos de estos compuestos.

Divulgación Científica: participación en múltiples actividades de extensión, divulgación y formación docente, así como también escuelas, conferencias y “workshops”. En particular en Bariloche surgió un debate sobre las estelas blancas que dejan los aviones y su posibilidad de que se tratase de una fumigación con productos tóxicos. Debido al eco que tuvo la inquietud se realizó una charla pública explicando el origen de esas estelas.

### Física médica

La Física Médica es una rama altamente interdisciplinaria de la física, que consiste en la aplicación de conceptos, leyes, modelos, técnicas y métodos para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento, el seguimiento y la rehabilitación de enfermedades del ser humano. Comprende a la radioterapia, el radiodiagnóstico, la medicina nuclear, la protección radiológica, las neurociencias, las aplicaciones de láseres y nanopartículas, las resonancias nucleares y atómicas, la ciencia de materiales, el biomagnetismo y la electromedicina. Desde su creación en 2015 esta área presenta un marcado crecimiento apuntando a la consolidación de investigación en física médica traslacional en sus diversas facetas: básica, aplicada, preclínica y clínica, con fuerte componente en la formación de recursos humanos en todos los niveles.

Entre sus acciones se incluye la de generar conocimientos innovadores a través de la investigación en ciencias físicas aplicadas a la medicina, planificando actividades de investigación científica y traslacional, desarrollo tecnológico, prestación de servicios, formación de recursos humanos y ejecución de proyectos en el área de la física médica y de las aplicaciones de las ciencias físicas a la salud humana.

Se organiza en torno a seis laboratorios de investigación traslacional en neurociencias; nanomedicina; espectroscopia e imágenes por resonancia magnética nuclear; análisis y procesamiento de imágenes y señales; ciencias biomédicas; y radioterapias avanzadas y dispositivos. La planificación, ejecución y control de las diversas actividades en todos los ámbitos es coordinada por un comité integrado por sendos investigadores representando a cada área temática, más un investigador permanente electo como Jefe del Comité.

En 2018 se continuó con la consolidación del área mediante la incorporación de nuevos investigadores que llegaron a cubrir vacancias en líneas de investigación estratégicas. Con esto y con la instalación de nuevos laboratorios se completó la ocupación del espacio asignado, alcanzando una superficie total de 350m<sup>2</sup> de laboratorios y oficinas instalados.

El área de Física Médica presenta una multidisciplinariedad intrínseca que se manifiesta en la composición de su grupo humano formado por físicos, biólogos, médicos, informáticos e ingenieros. Cuenta con un total de 19 investigadores permanentes. A estos se suman más de 30 estudiantes de doctorado, maestrías y licenciaturas en Ciencias Físicas, en Física Médica y en Biología. Se establecieron muchas colaboraciones con grupos de la CNEA y de otras instituciones de investigación nacionales e internacionales, clínicas y hospitalarias.

Durante 2018 se completó la instalación de un gran número de equipos críticos, como el resonador Bruker Advance IIIHD 400MHZ con un imán superconductor de 9.4, primero en su tipo en América Latina, junto todos los equipos accesorios. Se instaló también un “rack” para cría de animales de laboratorio (D. rerio), un con nuevo equipo para hipertermia celular Nanoscale Biomagnetics Hyperthermia, una nueva sala de cultivo completa, incubadoras, microscopios ópticos y de epifluorescencia y equipos accesorios de laboratorio. Se completó además la instalación de varios equipos de los laboratorios de la “Maestría de Física Médica” del Instituto Balseiro, como un resonador de campo geomagnético con capacidad de generación de imágenes, un espectrómetro de dicroísmo circular y un espectro-fluorómetro FluoroMax 4.

La producción científica y académica se consolidó con decenas de publicaciones en revistas internacionales y más de cincuenta trabajos presentados en congresos y conferencias nacionales e internacionales. Se colaboró con el dictado de cursos de pregrado y posgrado del Instituto Balseiro. Se participó también en actividades de divulgación científica. en entrevistas de prensa escrita y radial y en la organización de eventos

como la “Semana del Cerebro BAW2018” en la ciudad de Bariloche, con la participación de miles de estudiantes de la ciudad y la región.

### Física experimental

En materia de física experimental existen varias áreas de trabajo: la física nuclear experimental, la aplicación de técnicas nucleares y la física de superficies.

En el área de la Física Nuclear Experimental los proyectos de investigación están centrados fundamentalmente en el uso del Acelerador TANDAR y sus periféricos como herramientas básicas. Estas actividades apuntan a obtener conocimiento y brindar transferencia tecnológica a problemas biomédicos, ambientales, a procesos industriales, de ciencia de materiales y espectroscópicos. Entre las aplicaciones de técnicas nucleares se encuentran la espectroscopia gamma de ultra bajo fondo para la detección de radioisótopos de vida media corta, la técnica de medición AMS (“Accelerator Mass Spectrometry”) para la detección de radioisótopos de vida media larga y la técnica CARPT (“Computer Assisted Radioactive Particle Tracking”) para el monitoreo de reactores químicos multifásicos y de procesos industriales utilizando fuentes de radiación gamma. Se realiza investigación básica en las áreas de reacciones nucleares utilizando el acelerador TANDAR y de estructura nuclear (en colaboración con el Instituto de Física Nuclear de Orsay, Francia).

En el área de la Física de Superficies el trabajo se ha centrado en depósito y caracterización de monocapas de silicio, depósito y caracterización de diamante y diamante dopado con boro.

### Reacciones Nucleares:

Se estudiaron los mecanismos de reacción de núcleos débilmente ligados, con énfasis en los procesos de quiebre:

- Publicación del análisis de la distribución angular de la dispersión elástica del sistema  ${}^9\text{Be} + {}^{80}\text{Se}$  en Nuclear Physics A979, 87-101 (2018).
- Publicación del análisis en base a un modelo de cuatro cuerpos de la dispersión elástica del sistema  ${}^9\text{Be} + {}^{120}\text{Sn}$  en colaboración con la Universidad de Sevilla, España, en Physical Review C97, 044609 (2018).
- Publicación del estudio de los mecanismos de producción de partículas alfa en el sistema  ${}^7\text{Li} + {}^{144}\text{Sm}$  en Nuclear Physics A969, 94-113 (2018).
- Medición de las distribuciones angulares de dispersión elástica e inelástica, y mediciones de las secciones eficaces de transferencia de neutrón y fusión completa e incompleta por activación y medición diferida, obtenidas experimentalmente en el Laboratorio TANDAR, de los sistemas:
  - ${}^{10}\text{B} + {}^{197}\text{Au}$ , en colaboración con investigadores de la Universidad de San Pablo, Brasil.
  - ${}^{12,13}\text{C} + {}^{197}\text{Au}$ , en colaboración con un investigador de la Universidad de Sevilla.

### Estudio de estructura nuclear:

Se desarrollan distintas actividades en colaboración con investigadores de distintos laboratorios, principalmente de Francia, Italia, USA y Bulgaria. Se estudian núcleos de diferentes regiones de la tabla periódica, especialmente núcleos ricos en neutrones de la región de los lantánidos (masa  $A$  130-160).

El objetivo básico es obtener información sobre excitaciones cuadrupolares y octupolares, deformación, coexistencia de formas, efectos de capa, numerosos estados  $0^+$  en núcleos  $\text{par-par}$ , vidas medias de estados fundamentales y excitados y valores de  $Q$  para la desintegración beta.

Los núcleos ricos en neutrones no pueden ser formados, en general, a través de reacciones de fusión- evaporación con blancos y proyectiles estables. Para estos estudios se lleva adelante un proyecto de estructura nuclear a bajos momentos angulares en la facilidad ALTO-PARRNe del Instituto de Física Nuclear (IPN) de Orsay, Francia. La metodología en este tipo de trabajos consiste en acelerar un haz pulsado de electrones de alta energía y de gran intensidad (50 mA de máximo y 10  $\mu\text{A}$  de media) y frenarlo en un blanco de 33 g de carburo de uranio. Al frenarse, los electrones generan una intensa radiación de frenado que induce la fisión. Dado que los lantánidos son muy refractarios, no pueden ser extraídos del blanco por simple calentamiento del mismo. Aquí, se aplica una técnica de fluoración, desarrollada en el IPN, que permite extraer a los lantánidos bajo forma molecular con menor temperatura de ebullición. Los núcleos son separados en masa y carga e implantados en una cinta de mylar que los transporta a la estación de medición, donde se emplean técnicas de espectroscopia gamma y beta y de medición de vidas medias.

Los resultados experimentales se interpretan a partir de diversos modelos teóricos, como los modelos de capas, de capas “crankeado”, de una o dos partículas más rotor axial o triaxial.

### Espectrometría de Masas con Aceleradores:

- Publicación de la tasa de deposición del radionucleido cosmogénico  ${}^{53}\text{Mn}$  sobre la Tierra a partir de la medición por la técnica AMS del contenido en una muestra de 1400 kg de nieve antártica y estimación de la tasa de deposición de polvo interplanetario en Appl. Rad. & Isotop. 140, 342 (2018).
- Identificación de iones del radionucleido  ${}^{236}\text{U}$  en muestras patrones utilizando el nuevo montaje del sistema de tiempo de vuelo (extendido a 6,7 m) y el filtro de velocidades de Wien del Acelerador TANDAR.
- Análisis de los datos de concentración del radionucleido fisiogénico  ${}^{129}\text{I}$  en muestras de agua de lluvia del territorio argentino.
- Presentación de estas líneas de investigación en la “XLI Reunión de Trabajo de Física Nuclear” celebrado en Maresias, Brasil, y contribución a sus actas de conferencia.

### Aplicación de técnicas nucleares a la industria química:

Los reactores multifásicos y las columnas de burbujeo se emplean ampliamente en la industria del petróleo y petroquímica, farmacéutica, etc. Un diseño incorrecto de estos equipos influye significativamente sobre el costo de los procesos en los cuales se emplean; asimismo, una operación deficiente puede inducir la necesidad de numerosas etapas de separación para alcanzar el producto final con la pureza deseada, incrementando el costo y el riesgo de seguridad asociado. En consecuencia, es fundamental profundizar el conocimiento de los factores que determinan el comportamiento de estos equipos.



Física - Equipo para depósito de grafeno sobre cobre  
Centro Atómico Constituyentes

En el Laboratorio de Diagnósticos por Radiaciones (LaDiR) se realizan estudios “ho-invasivos” de reactores multifásicos y columnas de burbujeo, con énfasis en investigar características del movimiento de las fases involucradas a partir del análisis de la respuesta de un conjunto de detectores de centelleo, en equipos a escala piloto. Las mediciones se realizan con fuentes radioactivas selladas, ubicadas dentro o fuera del equipo dependiendo del tipo de información que se desea obtener. Entre otras técnicas, se emplean la tomografía de emisión de partículas únicas (CARPT), mediante la cual se reconstruye el movimiento de trazadores radiactivos que representan al líquido o al sólido en columnas de burbujeo y en reactores trifásicos de lecho fluidizado. Se analizan las trayectorias con métodos clásicos y con técnicas de minería de datos para extraer mayor información. Simultáneamente, se determinan y analizan series temporales de fluctuaciones de alguna variable característica, para comparar con resultados de CARPT y proponer procedimientos simples y objetivos para la determinación de transiciones de flujo y fallas de funcionamiento, como profusión de espuma. Se utilizan, además, otras técnicas nucleares, como la utilización de la atenuación de la radiación en la materia, para dar respuesta a problemas complejos como ser medidas en tiempo real de porcentajes de mezcla de distintas sustancias. Se estudian, en distintos reactores multifásicos a escala, con diferentes fluidos, newtonianos y no newtonianos, y condiciones generales, los movimientos de las fases utilizando trazadores radioactivos ( $^{23}\text{Na}$ ,  $^{46}\text{Sc}$ ,  $^{198}\text{Au}$ , etc.) producidos por activación neutrónica en el reactor RA1 de la CNEA. La radiación es detectada con un conjunto de 8 a 16 detectores centelladores de NaI(Tl), dependiendo del tamaño del reactor. Con la información de la cantidad de radiaciones recibida por cada detector en los intervalos de tiempo prefijados (generalmente del orden de los 30 ms), se reconstruyen las trayectorias del trazador y se determinan los campos de velocidades, factores de turbulencia, etc.

#### Laboratorio de Superficies:

En el laboratorio de Superficies se producen y caracterizan recubrimientos delgados ultra duros, que pueden depositarse sobre diversos sustratos prolongando su vida útil y potenciando sus propiedades. Estos recubrimientos se realizan con equipos desarrollados y construidos en el Laboratorio. En particular, las películas duras multicapas de carbono y nitruro de titanio, sobre acero poseen múltiples aplicaciones en la industria. Paralelamente, se realizan depósitos de diamante poli- y monocristalino, dopado y se caracteriza el material.

#### Laboratorio de medición de actividad gamma de bajo fondo

Se realizan mediciones de la actividad gamma de alta sensibilidad y bajo fondo de muestras provenientes de suelos y materiales de interés en geología y estudios medio ambientales para evaluar efectos de erosión en terrenos. Este estudio se lleva a cabo en colaboración con el grupo de estudios ambientales del Instituto de Matemática Aplicada de la Universidad Nacional de San Luis. Asimismo, en colaboración con el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) de Ushuaia, se realizaron mediciones de actividad del radionucleido  $^{210}\text{Pb}$  que permiten la datación del sedimento del lecho marino del Canal de Beagle a fin de estudiar la influencia antropogénica en este ambiente.

#### Acelerador TANDAR

El acelerador electrostático tipo tándem TANDAR (TANdem ARgentino) es utilizado por los investigadores de la CNEA como así también para investigaciones en colaboración con instituciones del país y del extranjero. Su principal actividad es proveer de haces de iones pesados para desarrollar tareas de investigación básica y aplicada que apuntan a obtener conocimiento y brindar transferencia tecnológica a problemas biomédicos, ambientales, a procesos industriales, de ciencia de materiales y espectroscópicos. En particular se están implementando en la actualidad mediciones de relaciones isotópicas  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  en muestras ambientales conteniendo uranio a nivel de trazas por medio de la técnica de espectrometría de masas con aceleradores (AMS).

Entre las mejoras realizadas en el acelerador se pueden mencionar:

- Completamiento de la etapa inicial de proyecto de desarrollo del nuevo sistema de control por PLC para la fuente de iones del acelerador TANDAR. Ya se contaba con el control automático de la fuente de iones y de una computadora con el “software” de control en la consola de mandos que reemplaza al antiguo control analógico. En este período se agregó el control del inyector, que es la primera etapa de pre-aceleración y selección de masa para los haces de iones generados. Se está trabajando en la segunda etapa que pretende automatizar la Cascada Cockcroft-Walton, junto con toda la etapa previa al ingreso del haz al acelerador, es decir, equipos de medición de perfil de haz, corriente, equipos de enfoque y control de haces y mediciones de alto vacío. El proyecto completo pretende en un futuro lograr una completa automatización del mismo y abre la puerta para modernizar el sistema de control del Acelerador en su totalidad.
- Realización de tareas de mantenimiento intensivo en el inyector del Acelerador, las cuales permiten optimizar el funcionamiento de la fuente de iones. Las tareas realizadas fueron: Cambio de ionizador y carga de cesio, mantenimiento de sistema de vacío, mantenimiento del eje transmisor del generador, mantenimiento del sistema de climatización del recinto del inyector.
- Mantenimiento de instrumentos de control del haz de partículas como ser “Steerers” y “Cuadrupolos”.
- Avances en el re-armado del tren de bombas de vacío de la planta de SF<sub>6</sub> del Acelerador, con un mantenimiento completo de las bombas y un reacondicionamiento de todos los intercambiadores de calor.
- Avances en la certificación del Laboratorio de Blancos para el cumplimiento de la norma ISO 17025 de funcionamiento de laboratorios certificados.
- Mantenimiento general del sistema de comunicación del Tanque Acelerador (CAMAC) y su “software” asociado.
- Reparación de la fuente de alta corriente del Imán Analizador de Energías del Haz de Partículas del Acelerador TANDAR.
- Ampliación de la capacidad operativa del Acelerador de 1.430 horas de irradiación en 2017, a 1.634 horas irradiadas en 2018, un aumento del 13%. Esto se debió a mantenimientos preventivos periódicos que se traducen en una menor tasa de fallas en la instalación.



Lineas de investigación del acelerador TANDAR  
Centro Atómico Constituyentes

- El Laboratorio de Detectores de Radiación dictó el curso “Principios de funcionamiento y mantenimiento básico de detectores de Radiación” en la CNEA, destinado los usuarios de dicho equipamiento.
- Como siempre los laboratorios auxiliares brindaron servicios para grupos de la CNEA y empresas, como ser:
  - Laboratorio de Vacío:
    - ✓ Reparación de medidores
    - ✓ Reparación de bombas de vacío
    - ✓ Reparación de evaporadoras
    - ✓ Servicio de detección de fugas
    - ✓ Calibración de instrumentos de medición
  - Laboratorio de Detectores:
    - ✓ Reparación de detectores de radiación
    - ✓ Calibración de detectores de radiación
  - Laboratorio de Blancos:
    - ✓ Realización de blancos para irradiación
    - ✓ Servicio de evaporaciones y metalizaciones
    - ✓ Servicio de química de alta pureza
  - Laboratorio de Electrónica:
    - ✓ Reparación de electrónica de alta complejidad
    - ✓ Desarrollo de circuitos
    - ✓ Medición de señales y parámetros eléctricos y electrónicos
  - Laboratorio de Mecanizado:
    - ✓ Manufactura de piezas de alta precisión
    - ✓ Servicio de tornería, fresado, soldadura
    - ✓ Reparación de máquinas herramientas

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

Se realiza investigación básica y aplicada en distintas áreas de la Física del Estado Sólido y de Líquidos. Existe una fuerte integración entre los miembros del Grupo, físicos, químicos e ingenieros con orientación tanto experimental como teórica, lo que permite dar un enfoque global a cada problema: la síntesis de los materiales, la caracterización de sus propiedades fisicoquímicas y estructurales, el modelado de las mismas y su simulación computacional.

Dentro de las principales líneas de trabajo se encuentran: Síntesis de materiales nanoestructurados para aplicaciones en sensores y celdas de combustible, análisis de la estructura cristalina de nuevos materiales y drogas farmacéuticas, simulación computacional de sistemas para aplicaciones en materia blanda y microfluídica, estudio de las propiedades electrónicas y magnéticas de materiales (enfoques teórico y experimental), investigación en mecánica estadística de líquidos confinados y sistemas complejos, estudio de sistemas de dimensiones nanoscópicas, etc.

Se cuenta con equipamiento y personal especializado en el estudio de sólidos y superficies utilizando un amplio rango de técnicas experimentales. Algunos ejemplos son: difracción de rayos X, microscopía de fuerza atómica, eléctrica y magnética, magnetometría y propiedades de transporte eléctrico en función de la temperatura y el campo magnético, espectroscopias UV, Raman e infrarroja, espectroscopia Mössbauer y ablación láser, entre otras. Se cuenta con importantes recursos computacionales propios, muchos de ellos desarrollados dentro del Grupo, además de ser usuarios intensivos de los “clusters” de la CNEA, Neurus e Isaac.

Una característica a destacar es la amplia experiencia y trayectoria en el campo de la síntesis de nuevos materiales policristalinos y nanoestructurados (principalmente óxidos, pero no excluyentemente), así como en el área del cálculo avanzado de propiedades de diversos tipos de materiales.

Adicionalmente, a través de una gran capacidad en términos de conocimientos, instalaciones y equipamiento, se realiza la transferencia a la sociedad de la experiencia generada a partir de dichas investigaciones, mediante asesoramientos y servicios a la industria local, principalmente la farmacéutica, y en temáticas relacionadas con el medio ambiente.

Los logros más destacables obtenidos en 2018 fueron:

- Publicación de alrededor de 70 trabajos en revistas internacionales con referato, presentación de unas 50 contribuciones en congresos internacionales y 64 en congresos nacionales, muchas de ellas como charlas invitadas. Elaboración del orden de 2.000 informes técnicos, con el análisis de cerca de 3.000 muestras.
- Optimización del “cluster” sol67, armado sumando recursos de varias fuentes de CNEA y la ANPCyT. Es la facilidad central de Laboratorio de Simulación, Modelado y Diseño Computacional, utilizado principalmente por los investigadores que requieren cómputo de muy alto rendimiento. Con 28 usuarios registrados (investigadores, becarios y técnicos) es utilizado “full time” y como herramienta principal por varios grupos de trabajo.
- En el área de materiales nanoestructurados para aplicaciones en celdas de combustible de óxido sólido (SOFC), se comenzaron a desarrollar materiales mesoporosos, en el marco de una colaboración con el CIBION (CONICET).
- Realización de las primeras medidas de reflectometría de neutrones polarizados en superredes LaSrMnO/SrTiO<sub>3</sub> en el ILL, Grenoble (Francia), lográndose determinar el perfil de la magnetización de las estructuras a través de sus interfaces. Primeros experimentos de magnetoresistencia a efecto Hall de Espin en el sistema CoFe/Ta. Diseño y fabricación de los primeros sensores magnéticos tipo GMR.
- Realización del “VII Taller, la XIV Escuela y la XIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Cristalografía”, con numerosos alumnos y asistentes de nuestro país y del exterior.



Física de la materia condensada  
Laboratorio de Ablación Láser

- Dirección de tesis de licenciatura y doctorado.

Las actividades destacadas en temas de investigación y desarrollo fueron las siguientes:

#### **Laboratorio de Rayos X y Propiedades térmicas:**

Continuación del estudio de estructuras cristalinas de moléculas de interés biológico y de polimorfismo y estabilidad en compuestos farmacéuticos y polímeros, prestándose servicios a la industria local, principalmente la farmacéutica, y en temáticas relacionadas con el medio ambiente. Incorporación de un monocromador híbrido primario que permite realizar experimentos de alta resolución en el difractor de rayos X de polvos y un difractor de rayos X para monocristales, con un detector de área con tecnología CMOS y un sistema de temperatura para realizar mediciones de cristales entre 100K y 500K. Incorporación de un equipo ESCO para la preparación de muestras para difracción de materiales citotóxicos. Adquisición de un nuevo modelo de calorímetro diferencial de barrido (DSC) marca Shimadzu modelo DSC60 plus con “software” de análisis de pureza.

#### **Laboratorio de Nanoestructuras Magnéticas y Dispositivos:**

Estudio del magnetismo y estructura electrónica de superficies e interfaces en heteroestructuras híbridas a base de óxidos multifuncionales (magnéticos, multiferroicos, etc). Realización de experimentos en grandes facilidades de luz sincrotrón y de neutrones para el estudio de nanoestructuras magnéticas. Integración de films y multicapas magnéticas y multiferroicas a base de óxidos con silicio. Investigación del efecto Hall de Espín en estructuras ferromagneto/metal pesado a través de experimentos de magneto-transporte. Diseño y fabricación de sensores de campo magnético para aplicaciones biomédicas.

#### **Laboratorio de Síntesis**

Continuación de estudio de síntesis en los siguientes materiales: Óxidos nanoestructurados y óxidos magnéticos, Materiales nanoestructurados para catálisis, Materiales detectores centelladores para neutrones, Síntesis de materiales para celdas tipo IT-SOFC.

Incorporación de nuevo equipamiento: El laboratorio sumó a su equipamiento un “freeze dryer” o sistema liofilizador. Este sistema se utiliza para la síntesis de  $\text{SrMo}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_{3-d}$  (SMC) nanoestructurado para ánodos de celdas de combustible de óxido sólido de temperatura intermedia (IT-SOFC).

#### **Laboratorio de Propiedades Eléctricas y Magnéticas de Óxidos Multifuncionales (LPEMOM):**

Líneas de trabajo: Efectos magneto, electro y barocalórico, crecimiento de films delgados de óxidos asistido por difracción de electrones de alta energía (RHEED), materiales para energías alternativas, celdas de combustible SOFC y dispositivos de memoria resistiva usando óxidos complejos, fabricación y ensayo de dispositivos para aplicaciones satelitales.

#### **Laboratorio de Sistemas Electroquímicos de Almacenamiento y Conversión de Energía:**

Líneas de trabajo: Participación en el Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones: separación isotópica de  $^6\text{Li}$  y  $^7\text{Li}$ , y estudio de dispositivos por tomografía de neutrones; carbones mesoporosos, catalizadores nanoparticulados metálicos (Pt, PtRu, etc). y “Metal organic frameworks” (MOF).

#### **Laboratorio de Espectroscopia Mössbauer:**

Líneas de trabajo: Estudio de las propiedades hiperfinas de compuestos de hierro mediante la aplicación de la espectroscopia Mössbauer. Los trabajos que se realizan podrían dividirse en cuatro áreas fundamentales: nuclear, dispositivos magnéticos, medio ambiente y medicina. Eventualmente se realizan servicios a la industria.

#### **Laboratorio de Espectroscopia Raman:**

Líneas de trabajo: Materiales bidimensionales del grupo IV: grafeno y siliceno depositados sobre diferentes sustratos; diamante mono cristalino crecidos en el Laboratorio de Superficies para su uso como recubrimientos y para detectores de neutrones, material conformado por fullerenos enlazados por átomos de silicio; caracterización de nanopartículas de ferritas de cobalto y de uranio; estudio de complejos de cobalto para la reducción de oxígeno en celdas de combustible; y estudio del patrimonio cultural: análisis de pigmentos ligantes y bases cerámicas en piezas pictóricas y arqueológicas.

#### **Simulación computacional de materiales de interés nuclear:**

Líneas de trabajo: Combustibles nucleares; propiedades de superficie, expansión térmica y segregación en el combustible nuclear UZr; diferentes propiedades de  $\text{U}_2\text{Mo}$ ; incorporación de gases de fisión (He, Xe, Kr, O) en CTh; modelado de una aleación de alta entropía a ser utilizada en el acelerador de BNCT y posterior desarrollo experimental; nanotecnología; y comportamiento con la temperatura de nanocajas huecas de elementos biocompatibles Ag-Au-Pt. Simulaciones por Dinámica Molecular del combustible  $\text{MOX}(\text{U,Pu})\text{O}_2$ .

#### **Teoría y simulación de propiedades electrónicas de Materiales:**

Líneas de trabajo: Cálculos de propiedades electrónicas de materiales a partir de métodos de primeros principios basados en DFT: Materiales con aplicaciones en energía (celdas de combustible, baterías de  $\text{Li-O}_2$ ); formación de gases 2D y sus propiedades emergentes; materiales para espintrónica; materiales multifuncionales con acoplamiento magnetoeléctrico; propiedades catalíticas en diferentes superficies ( $\text{CeO}_2$ , perovskitas  $\text{LaBaCoO}_3$ , etc); materiales bidimensionales (dicalcogenuros de metales de transición y compuestos derivados del grafeno).

#### **Simulación y modelado de materia blanda, fluidos confinados e interfaces:**

Líneas de trabajo: Procesos reactivos que ocurren en fases líquidas macroscópicas y nanoconfinadas; nanoagregados: interfaces; nanocanales, microfluídica; micelas en solución; y coloides confinados.

#### **Física teórica**

Se trabajó en las siguientes líneas principales de investigación:

- 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, y resonancias gigantes y su dependencia con la temperatura.
- Sistemas donde la mecánica cuántica, la dinámica no-lineal y los fenómenos de de-coherencia 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.

- 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  $^4\text{He}$  en sistemas con diferentes geometrías regulares (planos, cilíndricos y esféricos). Análisis de observables.
- Información cuántica: Diseño de algoritmos, métodos en espacio de fases, propiedades espectrales de mapas cuánticos abiertos y modelos de coherencias, dinámica semiclassical 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.
- Redes complejas: Estudio de propiedades espectrales y de transporte en redes complejas. Las mismas son generadas a través de diversos sistemas complejos y/o reales provenientes de distintas áreas tales como computación, tecnología, biología y economía. Clasificación y “ranking” de nodos en espacio de fases.
- Econofísica: Estudios de comportamiento inflacionario en términos matemáticos. Modelos económicos, y análisis de datos históricos.

En 2018 se publicaron 9 trabajos en revistas internacionales de primer nivel bajo referato, 4 “proceedings”, 10 presentaciones en congresos internacionales y 2 en nacionales.

### Tecnología y aplicaciones de aceleradores

Esta actividad se desenvuelve 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 estos sistemas a problemas biomédicos, medioambientales, micro y nanotecnológicos, en particular al micromaquinado, y en ciencia de materiales, como el desarrollo de nuevos materiales con usos médicos. Las principales actividades en 2018 fueron:

- Continuación del desarrollo de un acelerador electrostático de protones y deuterones de 720 kV en el terminal y alta corriente cuya aplicación más importante es la producción de neutrones para el tratamiento de tumores malignos intratables hasta el presente, mediante la terapia BNCT. Con la estructura mecánica completa y todos los sistemas auxiliares se continuaron las pruebas de transmisión de haces intensos de protones.
- Completamiento del desarrollo de fuentes triples de alta tensión de 100 + 10 + 10 kV que han pasado pruebas de performance exhaustivas. Este es un logro tecnológico muy importante que independiza de la importación, a alto costo, de dispositivos similares. Falta clonar la fuente 6 veces para completar las fuentes necesarias para la máquina definitiva.
- Completamiento del desarrollo y construcción de los siguientes sistemas: Transformadores de aislación, de generación de alto vacío, tubos de aceleración especiales con cuadrupolos de guiado, sistemas de diagnóstico de haz no destructivo a través de fluorescencia inducida en el gas residual, sistemas de control, materiales de blindaje, simulaciones de sala de irradiación, y sistemas de refrigeración de agua ultrapura asociados a equipamiento que trabaja a muy altas tensiones.
- Avances significativos en el desarrollo de un imán deflector de 90 grados para enfocar el haz acelerado verticalmente hacia el blanco de producción de neutrones y de la línea de guiado.
- Pruebas de pegado del blanco de producción de neutrones con distintas pastas térmicas para tratar de evitar la soldadura por difusión. Se logró un blanco con microcanales más grandes que pudo ser pegado y que disipa la potencia suficiente en esta etapa del desarrollo.
- Concluyó la definición de los parámetros para fabricar las pastillas de  $^{13}\text{C}$  para el blanco de producción de neutrones a través de la reacción  $^{13}\text{C}(d,n)$ . Se sinterizaron todas las pastillas necesarias para terminar con la caracterización de las mismas. Una vez realizadas se llevaron al MIBL (Michigan Ion Beam Laboratory) para ser irradiadas y caracterizar la producción de neutrones de distintas energías.
- Diseño de una capsula especial para la producción de blancos de TiT que será puesta en el RA-3. Se identificaron distintos equipos que permiten trabajar con material radioactivo para una vez generado el film o el material tritado poder caracterizarlo.
- Continuación del estudio de los distintos materiales a usar en el blanco de producción de neutrones. Se irradiaron dos nuevas aleaciones de alta entropía llegando a fluencias de  $1-2 \cdot 10^{19}$  protones/cm<sup>2</sup>.
- Conclusión de un estudio de la reacción  $^{13}\text{C}(d,n)$  como alternativa para la producción de neutrones, lográndose resultados aún mejores que para el blanco de berilio, difundiendo los resultados a nivel internacional en diversos congresos.
- Continuación del estudio de implementación de un sistema de dosimetría en tiempo real, a ser aplicado durante un tratamiento mediante BNCT, basado en métodos tomográficos de emisión de radiación gamma.
- Continuación de la construcción de un laboratorio de desarrollo de aceleradores en el CAC que permitirá desarrollar y probar un acelerador del porte definitivo para encarar la terapia BNCT con aceleradores. La primera etapa de la obra, que ha sido terminada, comprende el hormigón masivo de la sala del acelerador, la sala de irradiación y los sistemas de puesta a tierra y protección contra rayos. Se avanzó con la ejecución del contrato para la segunda etapa que comprende los talleres, laboratorios auxiliares y oficinas y toda la infraestructura eléctrica, electromecánica y de servicios.
- Continuación de la línea de investigación de remediación de U y Hg acuosos con macrofitas acuáticas autóctonas (*S. intermedia* y *P. stratiotes*). En el caso del uranio, se complejizó el sistema agregando Th(IV) y Pb(II). El microanálisis cuantitativo de bioacumulación y distribución espacial en cortes de raíces fue realizado empleando la técnica MicroPIXE mediante el Microhaz de iones Pesados (MiP) acoplado al



Tecnología y aplicaciones de aceleradores

Prototipo de acelerador de protones y deuterones de 200 kV

acelerador Tandem. En todos los estudios se utilizaron haces de  $^{16}\text{O}$  a 50 MeV de energía. Se determinó Hg en tejidos vegetales de *S. intermedia* y se hizo un análisis de la remoción de U(IV) por *S. intermedia* y *P. stratiotes* en la presencia de Th(IV), ambos por MicroPIXE. Se inició el estudio de la transferencia de U,Th y otros metales utilizando lombriz colorada como biomonitor. Continúa un proyecto de colaboración con el Laboratorio de Microbiología del Suelo de la Facultad de Ciencias Exacta y Naturales de la UBA relacionado con el análisis de metales acumulados por micorrizas.

- El desarrollo de dispositivos para aplicaciones en nano y micro-tecnología es cada vez más importante y el ámbito de aplicación se incrementa constantemente. Empleando el MiP se fabricaron sobre la base de un cristal de LiNbO<sub>3</sub> microestructuras con aplicación en tres campos de diferentes: la base de un modulador Mach Zehnder (optoelectrónica), varios mezcladores o “mixers” pasivos (microfluidica) y transductores interdigitales o IDT (micro-electromecánica). Los dispositivos fueron caracterizados mediante microscopio óptico, electrónico y perfilómetro interferométrico, a partir de los cuales se determinó la profundidad del micro-mecanizado, dimensiones y complejidad de las microestructuras y se pudo observar la elevada relación de aspecto que puede lograrse con el MiP. Se fabricó un generador de Ondas Acústicas de Superficie (SAW) y se lo caracterizó comparando el cálculo de la frecuencia de resonancia y el valor medido y el factor de mérito del mismo.
- Irradiación con distintos iones de memorias Cypress de 90nm en colaboración con el proyecto FACTOMETRICS y la Universidad Complutense de Madrid, España.
- Continuación junto con el Instituto de Estudios Avanzados en Aviación de San José dos Campos, Brasil, de irradiaciones de las memorias Cypress con neutrones de distintas energías.
- Continuación de la colaboración bilateral con la Universidad J.W. von Goethe de Alemania para la irradiación de transistores de tecnología GaN. Se irradiaron transistores de distintas tecnologías III-IV. Se estudió la respuesta de éstos a la dosis acumulada de iones pesados. Se realizaron mediciones de curvas corriente tensión y de ruido de baja frecuencia, y mediciones de micro-fotoluminiscencia y fotoluminiscencia asistida por haz de electrones.
- Continuación del estudio de mapas de Single Event Error y otros efectos de carga inducida con el microhaz de iones pesados irradiando transistores y amplificadores operacionales CMOS.
- Continuación de los estudios de modificación de propiedades de materiales poliméricos biocompatibles y biodegradables de uso médico vía la irradiación con iones pesados.
- Continuación de la realización de trabajos tendientes a optimizar imágenes mamográficas, contribuir a la detección temprana de lesiones y a mejorar su diagnóstico estudiando patrones de dispersión de radiación.
- Con respecto a las líneas de investigación en el área de aplicaciones biomédicas, durante este año se continuó con la detección de marcadores moleculares con potencial valor diagnóstico y pronóstico en melanoma. En particular, se avanzó en la validación de la proteína cofilina-1 como potencial marcador de mal pronóstico del melanoma, evaluado en muestras de pacientes, mediante el análisis de los niveles de expresión de cofilina-1 en función de la probabilidad de aparición de metástasis y de supervivencia a 5 años. Por otro lado, se continuaron los estudios de sistemas de nanopartículas de magnetita y de oro como radiosensibilizadores de células de melanoma radiorresistente. Se demostró la capacidad radiosensibilizadora de ambos tipos de nanopartículas mediante ensayos de supervivencia de células de melanoma y el cálculo de CBE (eficiencia biológica del compuesto sensibilizador) a partir del ajuste de las curvas al modelo lineal-cuadrático. Se evaluó además el direccionamiento intracelular a mitocondria de las nanopartículas, como una estrategia para atacar células madre del cáncer, que dependen del metabolismo mitocondrial y son en gran medida las responsables de la resistencia a las terapias.

Adicionalmente a los desarrollos de tecnología, en 2018 se publicaron 3 trabajos en revistas y “proceedings” internacionales y se efectuaron varias presentaciones en eventos científicos internacionales y nacionales.

## Nanociencia y nanotecnología

La nanotecnología ha adquirido una alta prioridad a nivel global, porque surge como un nuevo conjunto de tecnologías de propósito general que pueden tener grandes impactos en muchos sectores industriales y de la salud, dado que permiten modificar parte de los insumos utilizados en diversas industrias, así como crear productos, transformarlos y mejorarlos en plazos relativamente breves.

La nanotecnología permite manipular o autoensamblar los átomos, moléculas, o racimos moleculares en estructuras, para crear materiales y dispositivos con nuevas o enormemente diferentes propiedades. Promete una mejor comprensión de la naturaleza y de la vida en donde el tamaño y las formas son importantes. Abarca la ciencia a nanoescala, la ingeniería y la tecnología, e involucra imágenes, medición y modelado, y manipulación de la materia a esa escala de longitud. Una de sus características básicas es su carácter disruptivo. A diferencia de otras tecnologías, la nanotecnología no perfecciona las tecnologías existentes, sino que las sustituye. Más que generar aumentos de productividad o reducciones de costos, los desarrollos nanotecnológicos pueden sustituir o modificar sustancialmente determinados tipos de productos o procesos. Permite aumentar la eficiencia de la industria tradicional y desarrollar nuevas aplicaciones mediante las tecnologías emergentes. Además, permitirá la producción de energía más económica y limpia, así como la producción de materiales más ecológicos. Algunas aplicaciones ya se encuentran disponibles en el mercado. La CNEA desarrolla trabajos en esta área desde hace más de una década.

## Instituto de Nanociencia y Nanotecnología

Reconociendo el impacto que la nanociencia y nanotecnología tendrán en el futuro y teniendo en cuenta que esta actividad es por naturaleza netamente interdisciplinaria y requiere la colaboración de grupos con distintas experiencias y capacidades, la CNEA creó en 2007 el Instituto de Nanociencia y Nanotecnología



Laboratorio de Nanociencia y Nanotecnología - Sala Limpia Centro Atómico Bariloche

(INN) como un programa transversal e interdisciplinario que coordina las actividades en nanociencia y nanotecnología que se desarrollan en la misma. El INN tiene como objetivo desarrollar y conducir todos los esfuerzos individuales en esta área hacia la construcción de una plataforma tecnológica que pueda responder a las demandas provenientes del desarrollo de la tecnología nuclear y de la industria en general. En él participan investigadores, tecnólogos, técnicos de apoyo y becarios que desarrollan una destacable producción científica y tecnológica. En ese marco se realizan además desarrollos innovativos en diversos temas que involucran áreas de física, química, ciencia de materiales, biología, etc. entre los que se destacan los vinculados a la energía, a la bio y nano-medicina y al diseño y fabricación de nano y micro materiales y dispositivos. El INN está integrado por dos nodos: el Nodo Bariloche en el CAB y el Nodo Constituyentes en el CAC. La sede de la dirección se alterna entre Buenos Aires y Bariloche. Cuenta con infraestructura y equipamiento para realizar procesos de micro y nano-fabricación y para la caracterización de distintos dispositivos, a través de sendas Salas Limpias clase 10.000 ubicadas en los Nodos, y de laboratorios asociados en ambos centros atómicos.

El Instituto desarrolla programas de colaboración con otras instituciones, tanto en el ámbito nacional como internacional, y organiza reuniones anuales de investigadores y tecnólogos de todo el país.

Las acciones asignadas al INN por la Resolución de Presidencia de la CNEA N° 71/10 son las siguientes:

- Coordinar las actividades que se realicen en el área de la nanociencia y la micro y nanotecnología.
- Promover proyectos de inversión tendientes a mantener y fortalecer las actividades referidas.
- Promover, desarrollar y mantener una estructura científica de excelencia, con capacidad para producir innovaciones tecnológicas en el área de su incumbencia.
- Propiciar convenios con instituciones nacionales e internacionales para el cumplimiento de sus fines.
- Contribuir a la formación de recursos humanos altamente especializados en nanociencia y nanotecnología.
- Proponer estrategias para el desarrollo de las micro y nanotecnologías adecuadas a las capacidades propias y a los objetivos institucionales, con distintas dependencias de la Institución y organismos externos.
- Promover la transferencia de tecnología a empresas.
- Promover la generación de conocimientos y capacidades en el área de la nanociencia, micro y nanotecnología entre dependencias de la Institución y con organismos externos.

#### **Convenio Específico CNEA-CONICET**

El 31 de Julio de 2017 se firmó el Acuerdo Específico entre la CNEA y el CONICET para la creación de la Unidad Ejecutora Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (UE-INN) que transforma al INN en un instituto de doble dependencia CNEA-CONICET. En diciembre de ese año se firmó la Adenda I al Acuerdo Específico CNEA-CONICET, que tuvo como objetivo equiparar jurídicamente ambas Instituciones, a fin de que los derechos y obligaciones tengan carácter igualitario. Los objetivos fijados para el INN en el Convenio Específico CNEA-CONICET, son:

- Realizar investigación y desarrollo en el área de la nanociencia y nanotecnología.
- Contribuir, en la órbita de su competencia, al desarrollo de tecnología desde su generación hasta su implementación, atendiendo con carácter prioritario las demandas y los proyectos del Plan Nuclear Argentino.
- Contribuir a la formación de recursos humanos en calidad de estudiantes graduados y personal calificado.
- Colaborar con el sector productivo de bienes y servicios en proyectos de asistencia técnica y transferencia de tecnología, propendiendo a una estrecha interrelación con la comunidad.

El 1 de marzo de 2018, el Directorio del CONICET aprobó, por Resolución 96/2018, la creación de la Unidad Ejecutora Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (UE-INN) como Unidad Ejecutora de doble dependencia CONICET-CNEA; y el 26 de abril, a través de la Resolución 627/2018, designó en forma interina a las actuales autoridades del Instituto como Director y Vicedirector de la UE-INN, hasta la sustanciación del correspondiente concurso.

#### **Concurso CONICET de Proyectos para Unidades Ejecutoras PIP- PUE 2018**

El INN participó de la convocatoria CONICET para Proyectos de Unidad Ejecutora 2018 presentando el proyecto titulado: "Desarrollo de nano y micro materiales con aplicaciones en dispositivos, en salud, medio ambiente y energía". Al cabo de este proyecto se esperan los siguientes resultados:

- Contar con nuevos nanomateriales, sustratos y procedimientos más eficientes, uniformes y reproducibles, para la detección ultrasensible de moléculas con aplicaciones en el diagnóstico temprano de enfermedades infecciosas y otros tipos de patologías (cáncer). Se espera avanzar lo suficiente como para estar en condiciones de desarrollar plataformas de diagnóstico.
- Hacer un aporte en el desarrollo de nanopartículas magnéticas y de oro para aplicaciones terapéuticas, en la comprensión de los mecanismos intervinientes en el proceso de hipertermia de fluido magnético y de radiosensibilización en modelos celulares. Asimismo, avanzar en el desarrollo de microesferas porosas para acción antitumoral y en el desarrollo de películas mesoporosas para liberación controlada de compuestos bioactivos.
- Obtener materiales nanoestructurados con propiedades adecuadas para la fabricación de sensores de contaminantes ambientales, como así también, para la fabricación de reactores fotocatalíticos para remediación ambiental.
- Avanzar en el desarrollo de nuevos materiales nanoestructurados para celdas de combustible de óxido sólido, para dispositivos de baterías de Li-ion y Li-Aire, para reactores fotocatalíticos para la generación de H<sub>2</sub> y para la fabricación de dispositivos fotovoltaicos con aplicaciones terrestres, espaciales y en sensores de radiación solar para aplicaciones específicas (medición del recurso solar, agroindustria, satélites).



Laboratorio de Nanociencia y Nanotecnología - Sala Limpia Centro Atómico Constituyentes

- Obtener pastillas de combustibles nucleares mediante métodos novedosos basados en material nanoparticulado, aportar procedimientos para acondicionamiento de residuos radioactivos.
- Obtener materiales nanoestructurados para componentes internos de reactores nucleares.

#### **Eventos organizados por el INN**

##### **Encuentro Anual INN CAC-CAB**

El día 29 de mayo tuvo lugar el encuentro anual INN CAC-CAB, realizado a través de videoconferencia en los Auditorios GIN – CAB y Emma Pérez Ferreira - CAC. Participaron alrededor de 60 miembros del Instituto que pudieron interactuar y presentar sus diferentes líneas de trabajo.

##### **“XVIII Encuentro de Superficies y Materiales Nanoestructurados - NANO 2018”**

Del 30 de mayo al 1 de junio de 2018 se llevó a cabo el “XVIII Encuentro de Superficies y Materiales Nanoestructurados - NANO 2018”, en instalaciones de la empresa YPF Tecnología S.A. (Y-Tec) en Berisso. El INN participó del mismo a través de exposiciones orales y presentaciones de “posters” de sus miembros. A través del INN se financió la participación de 36 miembros del Instituto que tuvieron la oportunidad de visitar los laboratorios e instalaciones de Y-Tec.

##### **Escuela ENN 2018-Salud y Workshop “Nanomateriales para la salud”**

El INN auspició y promovió la realización de la primera edición de la “Escuela de Nanociencia y Nanotecnología”, que se desarrolló entre los días 8 y 15 de agosto del 2018 y los días 16 y 17 de ese mes tuvo lugar el “Primer Workshop Nanomateriales para la salud” en el CAC. Los cursos de la Escuela estuvieron destinados a estudiantes de doctorado, post-doctorado e investigadores jóvenes, de distintas universidades. En esta primera edición se trabajó en el uso de técnicas y equipamiento vinculados con aplicaciones para la salud. Participaron más de 35 estudiantes de instituciones nacionales y extranjeras. El tema del “workshop” fue “Nanomateriales para la salud” y consistió en presentaciones orales cortas de líneas de trabajo, sumadas a sesiones de “posters” donde los autores expusieron con mayor detalle el trabajo de los equipos de investigación y desarrollo presentados en las charlas.

##### **Becas de Movilidad INN – Convocatoria 2018**

El 24 de agosto de 2018 se llevó a cabo el lanzamiento de la “5ta. Convocatoria a Becas de Movilidad INN” para solicitud de financiamiento de viajes internos para uso de laboratorios y facilidades del Instituto. Fue destinada a becarios e investigadores jóvenes que se encuentren realizando su trabajo en el área de la Nanociencia y/o la Nanotecnología. La convocatoria ofreció hasta ocho becas. En función de los montos solicitados por los adjudicatarios de las becas, se pudo agregar una beca adicional, por lo que resultaron nueve los adjudicatarios de la Convocatoria.

#### **Dispositivos, estructuras y procesos avanzados**

El conocimiento que ha desarrollado la CNEA en las diferentes áreas permite aprovechar las tecnologías adquiridas para resolver cuestiones de ámbitos diversos. Generalmente motivados en necesidades externas, existen una serie de dispositivos, estructuras y procesos en pleno desarrollo.

#### **Actividades y logros en 2018**

##### **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. Las actividades cumplidas en 2018 fueron las siguientes:

##### **Infraestructura**

- Continuación de los trabajos de equipamiento del Laboratorio para Caracterización de Plasmas: espectrómetro de emisión en avanzado estado de ejecución, obteniéndose los primeros resultados en su utilización.
- Se completó la adquisición de un sistema de tratamiento de aire (UTA) para la nueva ampliación de la sala limpia del CAC. Así mismo se analizaron y planificaron las tareas de modificación edilicia de los locales involucrados en la ampliación.

##### **Sensores de gases y narices electrónicas**

- Continuación del desarrollo del espectrómetro de movilidad iónica (IMS) para la detección de contaminantes ambientales.
- Continuación del desarrollo de microsensores de gas con películas delgadas microestructuradas.
- Continuación del desarrollo de nanoestructuras de TiO<sub>2</sub> para microsensores de gas.
- Desarrollo de un sistema de análisis de gases mediante espectroscopía óptica de emisión inducida por descarga corona.

##### **Aplicaciones de espectrometría**

- Continuación del desarrollo de un procedimiento basado en LIBS para la determinación del enriquecimiento de uranio.
- Continuación de los trabajos de caracterización de procesos químicos con un espectrómetro de masas por tiempo de vuelo (TOF).

##### **Microtoberas (microfluídica supersónica)**

- Continuación del desarrollo de un sistema de separación Isotópica con el uso de micro toberas (o dispositivo de microfluídica supersónica).
- Colaboración con el proyecto Lasie (Laboratorio Argentino de Separación Isotópica por Excitación Laser) que busca desarrollar técnicas de enriquecimiento de uranio utilizando métodos láser. Se colaboró con simulaciones numéricas de flujos compresibles y también con la construcción de un “loop” para circulación de gases fríos.

- Continuación del desarrollo de esquemas de separación isotópica aerodinámica. Se efectuaron ensayos en el edificio del proyecto Lasie cumpliendo con todas las etapas reglamentarias requeridas por la ARN como así también las agencias internacionales.
- Instalación en proceso de un banco de pruebas de sistemas de expansión libre para contrastar con simulaciones de flujo compresible en régimen de ondas de choque que se están llevando a cabo.

#### **Desarrollo de dispositivos de sensado de presión.**

- Sensor de presión capacitivo: Se avanzó significativamente en la construcción de un sensor de presión capacitivo, a requerimiento del CTP. En etapa de caracterización los primeros dispositivos.
- Colaboración con el ICES para desarrollo de un sensor de infrasonido. Estudios de simulación numérica.

#### **Procesos de recubrimiento y deposiciones de materiales**

- Continuación 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.
- Continuación de los trabajos de recubrimiento de pastillas de óxido de boro con películas a base de carbono.
- Continuación de los trabajos de recubrimientos sobre metales, obleas de silicio, y policarbonatos, de los siguientes elementos: dióxido de silicio ( $SiO_2$ ), nitruro de silicio ( $Si_3N_4$ ), carburo de titanio (TiC), oxinitruro de titanio (Tinos), óxido de cinc ( $ZnO$ ) y carburo de silicio SiC. También se continúan con los trabajos de evaporación de titanio y estaño sobre sustratos de vidrio.
- Realización de recubrimientos de carburo de silicio sobre muestras de aluminio y acero inoxidable AISI 316, proponiéndose ese recubrimiento como medio protector para elementos sometidos a flujos neutrónicos, en el interior de reactores nucleares. Luego de su irradiación en el RA-6 los resultados superaron las expectativas.
- Realización de recubrimientos de carburo de silicio sobre sustratos de zircaloy, con la finalidad de recubrir separadores de combustibles de la CNA II, a efectos de realizar estudios del comportamiento de los mismos en el Laboratorio de Termohidráulica del CAB. Si bien esos estudios están en proceso, los resultados obtenidos son altamente satisfactorios.
- Experiencias realizadas:
  - Fabricación y caracterización de micro y nanoporos sobre un sustrato de silicio por método electroquímico.
  - Ejecución y optimización de un recubrimiento de carburo de silicio SiC en el reactor de corriente continua, recubrimiento de alta dureza.
  - Ejecución y optimización de un recubrimiento de oxinitruro de aluminio en el reactor de radiofrecuencia; recubrimiento resistente a altas temperaturas.
  - Ejecución y optimización de un recubrimiento de oxinitruro de silicio ( $SiOxNy$ ) en el reactor de corriente continua para protección anticorrosiva.
  - Ejecución y optimización de un recubrimiento de nitruro de silicio (SiN) en el reactor de corriente continua para la fabricación de nanoporos de uso en nanotecnología.
  - Pegado por medio de plasma de oxígeno de PDMS sobre vidrio para la fabricación de microcanales de uso en nanotecnología.
  - Investigación de un recubrimiento multicapa de oxinitruro de aluminio sobre carburo de silicio.

#### **Desarrollo de dispositivo micro y nano fluidica**

- Desarrollo de dispositivos de microfluidica: fabricación de microcanales en PDMS-Vidrio, microcanales silicio-silicio y microcanales silicio-vidrio.
- Desarrollo de nuevos métodos diseñados para estudios de flujo en medios porosos y la evaluación de nanopartículas y microgeles utilizados en recuperación asistida de petróleo.
- Desarrollo de “chips” de microfluidica para ensayos recuperación asistida de petróleo.
- Desarrollo de dispositivo en FR4-PDMS capaz de conducir nanopartículas.

#### **Otras actividades**

- Colaboración con el ITEDA en el desarrollo de dispositivos micromecánicos para el proyecto QUBIC.
- Colaboración en el desarrollo de películas antirreflectantes para celdas solares.
- Colaboración en estudios de Distribución Cuántica de Claves y en el desarrollo de dispositivos de “Óptica en silicio”.

### **Aplicaciones biológicas de la micro y nanotecnología**

#### **Actividades y logros en 2018**

- MAGSENS - desarrollo de una plataforma tipo “lab-on-a-chip” a base de sensores magnéticos para diagnóstico.
- Funcionalización de superficies de oro y de  $SiO_2$  con anticuerpos para brindar especificidad a diferentes sensores.
- Evaluación de cultivo celular en dispositivos de microfluidica para su aplicación en la producción de anticuerpos monoclonales.
- Desarrollo de sensores biológicos para la detección de biomoléculas. Se desarrollan películas sensoras nanoestructuradas basadas en óxidos inorgánicos semiconductores conteniendo nanopartículas metálicas.
- Investigación en vehículos para liberación de drogas (“drug delivery”). Liberación de drogas a partir de películas mesoporosas y sistemas de nanopartículas.
- Desarrollo de nanoporos de estado sólido para sensado de biomoléculas.

**Energías renovables e hidrógeno**

**Energía solar**

**Actividades y logros en 2018**

**Investigación y desarrollo**

- Continuación con línea de investigación en celdas solares basadas en perovskitas. Se realizaron los primeros ensayos de daño por radiación en celdas de estas tecnologías con el acelerador Tandem.
- Importantes avances en la fabricación de sensores solares finos para aplicaciones espaciales.
- Avances en el estudio de capas antirreflectantes de nanotubos de TiO<sub>2</sub> para celdas solares. Avances en el desarrollo y la fabricación de radiómetros netos y de radiación ultravioleta.
- Publicación de 4 trabajos en revistas internacionales y 12 presentaciones en congresos nacionales e internacionales.

**Aplicaciones terrestres de la energía solar**

**Sensores de radiación solar para uso terrestre**

Elaboración de medidores de radiación solar (radiómetros) de bajo costo basados en celdas fotovoltaicas.

**Normas sobre conversión de la energía solar - módulos fotovoltaicos**

Participación activa en la Subcomisión de Energía Solar del IRAM cuyo objetivo es la planificación, el estudio y la confección de normas sobre energía solar, en particular referidas a módulos e inversores de tensión fotovoltaicos.

**Energía solar fotovoltaica: aplicaciones terrestres**

- Dictado de cursos y talleres sobre energía solar fotovoltaica a empresas del rubro y realización de servicios de ensayo de componentes FV al sector privado. En ambos casos se realizaron contratos de asistencia tecnológica.
- Mediante un contrato de asistencia tecnológica con Solarmate S.A. se dictaron cursos de energía solar fotovoltaica junto con el aula móvil de la Fundación YPF. También se efectuaron capacitaciones a más de 150 docentes de escuelas técnicas en CABA, San Lorenzo (Santa Fe), ciudad de Tucumán, Berisso (Gran Buenos Aires) y Pico Truncado, Santa Cruz.
- Participación en el proyecto “Generación fotovoltaica distribuida y redes inteligentes en la localidad de Centenario, provincia del Neuquén: una experiencia piloto como referencia para otras áreas urbanas”, realizando los diseños para las instalaciones junto con el EPEN y la UNSAM. Presentación formal del proyecto en la localidad Centenario, en la que participaron vecinos de la zona, a fin de avanzar con acuerdos para instalaciones piloto en viviendas. Se realizó la primera instalación conectada a la red en el marco de dicho proyecto.
- Instalación y puesta en servicio de un sistema automatizado para ensayo de inversores fotovoltaicos trifásicos en el Labocluster (campus Miguelete UNSAM) en el marco del proyecto anteriormente mencionado.

**Aplicaciones espaciales de la energía solar y otros dispositivos electrónicos**

El Plan Espacial Nacional, en ejecución desde 1996, prevé la realización de diversas misiones satelitales que requieren paneles solares diseñados específicamente y aptos para satisfacer la demanda de energía eléctrica de los satélites. La CNEA y la CONAE suscribieron un convenio que dio lugar a la iniciación, en abril de 2001, del proyecto “Paneles solares para uso espacial”, cuyo objetivo principal es el diseño, fabricación y ensayo de los paneles solares de ingeniería y de vuelo para las misiones satelitales previstas en el Plan Espacial Nacional, en particular las misiones Aquarius/SAC-D (ya ejecutadas), SAOCOM IA y IB y SARE IB. El proyecto incluye también la realización de ensayos ambientales, principalmente de daño por radiación y ciclado térmico, sobre celdas solares y otros componentes para uso satelital.

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

En 2018 se realizó la última campaña de aceptación y ensayo de los paneles solares del SAOCOM IA en INVAP Bariloche. Se colocaron los paneles solares en el contenedor para su viaje a Estados Unidos y durante el mes de agosto se realizó la última verificación funcional de los módulos fotovoltaicos en la base de lanzamiento de Vandenberg, Estados Unidos. Con su puesta en órbita el 7 de octubre se finalizó exitosamente el Subproyecto Paneles Solares para la Misión SAOCOM IA. Se continuó con el proyecto Paneles Solares para las Misiones Satelital SAOCOM IB, finalizando la integración del tercer panel solar de vuelo. Este último fue enviado a los laboratorios de INVAP-CEATSA para los ensayos de aceptación e integración al satélite. Se continuó con la caracterización y ensayos de sensores solares de posición para satélites de la empresa Satellogic a través de contratos de asistencia tecnológica. Se continúa con las tareas de investigación y desarrollo en dispositivos fotovoltaicos y daño por radiación para uso espacial.

**Paneles solares para nanosatélites**

Se realizaron diferentes servicios de verificación de calidad de componentes y paneles solares al sector privado.

**Estudios de daño por radiación**

Completamiento de la automatización de la cámara EDRA que ahora se puede controlar desde una computadora personal en la sala de control.

**Instalación del Reactor MOCVD**

Referido al Laboratorio MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) durante el año 2018 se continuó avanzando en los requerimientos para la operación del reactor: Se comenzó a trabajar en la ingeniería de un nuevo sistema para el tratamiento de gases de salida del reactor. Se terminó de instalar el



Paneles fotovoltaicos conectados a la red interna del Centro Atómico Constituyentes



Proyecto Paneles solares Soporte giratorio con sistema de posicionamiento 3-D para la integración de módulos Centro Atómico Constituyentes



Proyecto Paneles solares: Módulos desarrollados para ensayos Centro Atómico Constituyentes

sistema de conductos de extracción del recinto donde está alojado el MOCVD. Se realizó el montaje del sistema de enfriamiento de agua accesorio al reactor (chiller) en el exterior del edificio Tandar junto con la cañería que lo comunica al interior del laboratorio. Se comenzó a trabajar en la puesta en servicio del sistema de seguridad. El mismo está compuesto por la central (Regard 3900), sensores de H<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> (2 XCV-H2 y 2 XCV-O2), detector de gases tóxicos, y sus cartuchos para detección de arsina y fosfina (CM4-HA-HigtTech). Se instaló además equipamiento menor como pulsadores de emergencia, barrales antipánico, luces, mamelucos ignífugos etc. Se finalizó la instalación eléctrica dentro del recinto del reactor del laboratorio y su correspondiente climatización.

### Sistemas Electroquímicos de Conversión y Almacenamiento de Energía

En el transcurso del 2017 se rebautizó al Grupo Celdas de Combustibles como Laboratorio de Sistemas Electroquímicos de Conversión y Almacenamiento de Energía. El motivo fue la ampliación al uso de los materiales históricamente preparados en el grupo a nuevos dispositivos de almacenamiento como son baterías de Li-aire y supercapacitores.

En 2018 las actividades del laboratorio se encuadraron en las siguientes líneas de trabajo:

- Síntesis y caracterización de carbones mesoporosos y su aplicación en celdas de combustible, baterías y supercapacitores.
- Síntesis y caracterización de MOF (metal organic framework) y su aplicación como catalizador catódico en celdas de combustibles, en supercapacitores, celdas solares, memorias no resistivas y en la reducción de CO<sub>2</sub>.
- Caracterización de materiales electroactivos y electrolitos para su aplicación en baterías de Li-aire.
- Síntesis y caracterización de materiales nanoestructurados basados en TiO<sub>2</sub> para la generación de H<sub>2</sub> foto electrolíticamente.
- Como parte del trabajo conjunto con el Laboratorio de Haces de Neutrones se trabajó en la separación isotópica de Li y su uso para la fabricación de detectores de neutrones.

Los resultados obtenidos han dado lugar a varios trabajos publicados en revistas científicas de la especialidad con alto índice de impacto. También se han presentado varios trabajos en congresos nacionales e internacionales.

### Hidrógeno

Ver Capítulo 6 – Seguridad nuclear y ambiente – Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable.

### 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, nacional e internacional. 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 y conservación y restauración de papel.
- Técnicas para inspección del interior de mamposterías y objetos enterrados.
- Caracterización inorgánica de materiales en arte y arqueología.
- Análisis por activación neutrónica para la caracterización y clasificación de muestras arqueológicas y de patrimonio cultural.
- Fluorescencia de Rayos X en estudios vinculados con la arqueometría y la preservación del patrimonio cultural.
- Difracción de Rayos X para la identificación de compuestos en muestras arqueológicas.
- Microscopía Raman para la identificación de pigmentos en muestras arqueológicas y pictóricas.
- Micro-Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (micro- FT-IR) para la identificación de muestras pictóricas y arqueológicas.
- Radiografía y tomografía con neutrones para la identificación de estructuras, determinación del estado de conservación y como guía para la restauración o preparación de objetos arqueológicos y paleontológicos.

### Actividades y logros en 2018

Entre las actividades salientes realizadas en 2018 se encuentran:

- En los laboratorios de Física de la Materia Condensada y Física Experimental, utilizando las técnicas de difracción de rayos X y espectroscopía Raman, se aporta información sobre la materialidad de obras artísticas o arqueológicas. La información obtenida se complementa con la aportada por otras técnicas físico-químicas (espectroscopía infrarroja, XPS, SEN, EDS, fluorescencia por rayos X, etc.), con bibliografía disponible y con el contexto socio cultural, aportado por historiadores, restauradores y arqueólogos. En 2018, se continuó colaborando con grupos de arqueólogos que trabajan en diferentes zonas del país: Catamarca y Triful, y con investigadores del Instituto de Investigaciones del Patrimonio Cultural de la UNSAM y de la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA. En arqueología, se continuaron análisis previos de conjuntos cerámicos con estilos decorativos que caracterizan distintos momentos dentro del primer y el segundo milenio de la era en el oeste de Tinogasta (Catamarca). Además, se concluyeron estudios sobre minerales en posiciones estratigráficas recuperados en excavaciones en

sitios arqueológicos en el área del lago Traful (la ocupación humana de ese sitio se registra desde 4.000 años AP), que fueron utilizados como materia prima de pigmentos. También se comenzaron a analizar muestras de pinturas rupestres de la zona. En arte se estudiaron muestras pigmentarias de seis obras de Pio Collivadino con el objeto de analizar la paleta del artista y poder aportar información acerca de su elección de materiales. Finalmente, se realizaron estudios sobre muestras de una máscara funeraria egipcia del período ptolemaico para contribuir al entendimiento del proceso de manufactura. Sobre estos trabajos se publicaron los artículos:

- “Application of surface science techniques to study a gilded Egyptian funerary mask: a multi-analytical approach”, en la revista *Surface and Interface Analysis*.
  - “Characterization of natural pigments from archaeological context of Traful Lake (Neuquén, Argentina)”, *Latin American Antiquity* 30 (1), 127-141 (2019).
  - “Análisis de rellenos en surcos incisos y excisos en pucos de Fiambalá (Catamarca, Argentina)”, *Intersecciones en Antropología* 19: 17-24. 2018.
- También se envió a publicación el artículo: “The palette of Pio Collivadino (1869-1945) throughout his career”.

Asimismo, se presentaron en congresos los trabajos:

- “Análisis arqueométricos en pinturas rupestres en el área del Lago Traful”, en el XI Simposio Internacional de Arte Rupestre, celebrado en La Serena, Chile, del 22 al 27 de octubre.
  - “Estudio complementario de espectroscopía de fotoemisión de rayos X y espectroscopía Raman de una máscara egipcia de época ptolemaica”, en la 103ª Reunión Nacional de la Asociación de Física Argentina que tuvo lugar en Buenos Aires del 17 al 22 de septiembre.
  - “Veinticinco años de investigación interdisciplinaria del patrimonio arqueológico del oeste de Tinogasta, Catamarca, Argentina”, en la 1ª Reunión Internacional “Intersecciones Ciencia, Arte y Patrimonio”, celebrada en Buenos Aires, del 28 de mayo al 2 de junio.
- A través del Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica se emplea esta técnica (AAN) para la caracterización química elemental de muestras arqueológicas, especialmente cerámicas y materiales líticos. El laboratorio está acreditado desde 2001 ante el OAA bajo norma ISO/IEC 17.025 (LE 24) y cuenta con el reconocimiento del OIEA por sus estándares de calidad. En 2018 se realizaron análisis de más de 100 muestras arqueológicas, cerámicas y líticas, en colaboración con arqueólogos de la Universidad Nacional de Catamarca, la UBA, el Instituto de las Culturas-IDEUCU y CONICET. Asimismo, participó en los siguientes proyectos de investigación:
- Proyecto de cooperación técnica regional del OIEA RLA/0/058 “Utilización de técnicas nucleares en apoyo de la conservación y la preservación de los objetos de patrimonio cultural”.
  - Proyecto Arqueológico Chaschuil-Abaucán (CONICET-UBA-IDEUCU).

También se presentaron en congresos los trabajos:

- “Caracterización química elemental utilizando AAN para la determinación de la procedencia de adoquines del barrio porteño de San José de Flores”, y “Análisis por activación neutrónica y Arqueometría: el rol del OIEA en la diseminación de esta aplicación a nivel latinoamericano” en el “VII Congreso Nacional de Arqueometría: Materialidad, arqueología y patrimonio”, celebrado en Amaicha del Valle, Tucumán, del 17 al 20 de abril.
- “Análisis por Activación Neutrónica: su contribución a la resolución de algunos interrogantes arqueológicos” en las “VII Jornadas Arqueológicas Cuyanas”, Malargüe, Mendoza, 9-11 mayo.
- “60 años de aplicación del Análisis por Activación Neutrónica en estudios arqueológicos”, presentado en la “1ª Reunión Internacional Intersecciones Ciencia, Arte y Patrimonio – ICAP 2018”, en Buenos Aires, 28 de mayo al 2 de junio.
- “Haciendo y desplegando colores a lo largo de 2000 años en el oeste de Tinogasta, Catamarca, Argentina”, en el “Taller Metodología y aplicación, avances y nuevas técnicas para el análisis de cerámicas y pigmentos”, que tuvo lugar en Lima, Perú del 11 al 13 de junio.
- “Técnicas analíticas nucleares aplicadas en materiales arqueológicos. Análisis de procedencia de obsidiana arqueológica en el sur de Mendoza (Argentina)”, en el “13º Encuentro Internacional Ciencias de la Tierra (E-ICES 13)” celebrado en Malargüe, Mendoza, del 27 al 30 de noviembre.

En 2018 se elaboraron dos informes técnicos titulados: “Using Nuclear Techniques to Support Conservation and Preservation of Cultural Heritage Objects” (Project Progress Assessment Report (PPAR), Regional Project RLA/0/058) y “Using Nuclear Techniques to Support Conservation and Preservation of Cultural Heritage Objects” (Achievement Report Regional Project RLA/0/058).

- Desinfestación en bienes culturales: Ver Capítulo 4 – Aplicaciones de la tecnología nuclear a la salud, la industria y el agro – Aplicación de la tecnología nuclear en la industria – Desinfestación en bienes culturales.

### Proyecto Laboratorio Argentino de Uso de Haces de neutrones del Reactor RA-10

El “Laboratorio Argentino de Uso de Haces de Neutrones del Reactor RA-10” (LAHN) tiene como objetivo general la explotación plena de los haces de neutrones provenientes del reactor experimental multipropósito RA-10, mediante la implementación de instrumentos, la formación de recursos humanos y el desarrollo de una comunidad de usuarios. Este laboratorio está planteado como una instalación experimental de gran escala, abierta a la comunidad nacional e internacional y provisto de un conjunto de instrumentos de clase mundial para emplear los haces de neutrones provenientes del reactor en una variedad muy amplia de problemas del ámbito científico-tecnológico e industrial, ofreciendo herramientas únicas en la región y con altísimo impacto. Estas nuevas capacidades experimentales -decisivas en el abordaje actual de problemas centrales asociados a energía, salud, medio ambiente, nuevos materiales, etc. - no se encuentran disponibles

en Latinoamérica. Su implementación en el RA-10 significará un salto cualitativo en las posibilidades de desarrollo de la región.

El LAHN tiene entre sus objetivos consolidar a la Argentina y a la CNEA como líder en la región en el desarrollo y aplicación de técnicas neutrónicas de vanguardia a nivel internacional. Los primeros instrumentos previstos se han orientado hacia la utilización de tales técnicas en problemáticas del sector nuclear. También se contempló desde el inicio del proyecto, la creación de una plataforma necesaria para que estas técnicas puedan ser utilizadas por el sistema productivo y científico-tecnológico argentino y latinoamericano, incluyendo planes de promoción y difusión, de capacitación y de la formación de los recursos humanos requeridos para la explotación plena de los haces de neutrones del RA-10.

Durante 2018 se realizó un avance importante en el análisis de las opciones para los instrumentos a ser ubicados en el llamado “Hall de Guías” del LAHN – parte de la obra civil del RA-10 – hacia el cual se transportarán los neutrones generados en el reactor (tanto térmicos como fríos) a través de un sistema de guías de neutrones. Con la participación activa de toda la comunidad científico-tecnológica y luego de un análisis crítico de oportunidades en el sector internacional, se avanzó en la consolidación del Laboratorio como parte de una red internacional de instalaciones de “neutron scattering and imaging” y la reubicación en Argentina de instrumentos actualmente en uso en otros laboratorios internacionales.

#### Actividades y logros en 2018

- En el área de difusión se continuó la campaña de promoción del LAHN y las técnicas neutrónicas, realizando actividades como talleres temáticos en los centros atómicos, charlas en universidades en varios puntos del país, y varias presentaciones en congresos de diferentes áreas temáticas, tanto nacionales como internacionales. En total se realizaron 27 presentaciones, con 4 instituciones visitadas, la organización de 12 eventos de difusión y la participación en más de 10 congresos difundiendo el LAHN y las técnicas neutrónicas. La lista de distribución vía “email”, a través de la cual se difunde periódicamente un “Boletín de Noticias LAHN”, se incrementó en un 42% alcanzando más de 900 suscriptores.
- En el área de capital intelectual se organizó y desarrolló la 3ª edición de la “Escuela de Técnicas Neutrónicas Aplicadas ETNA 2018”, con 89 inscriptos de los cuales se seleccionaron 30, además de dictarse 3 cursos de doctorado en los Institutos de la CNEA y un módulo sobre Técnicas Neutrónica en la “Carrera de Ingeniería de Materiales” del Instituto Sábató.
- Recepción de la visita de 6 expertos internacionales de Dinamarca, España, Alemania y Francia para participar de eventos de capacitación, asesoramiento, y/o promoción de técnicas neutrónicas.
- Realizaron de las actividades de capacitación del equipo LAHN para la implementación de un Programa de Gestión de Conocimiento Nuclear (NKM).
- Envío de estudiantes avanzados y personal del LAHN para entrenamiento en los laboratorios europeos HZB, FRM-II e ILL a través del programa Bec.AR y a través de un proyecto de cooperación técnica del OIEA, con 10 estancias completadas a lo largo de 2018.
- En el área de vinculación se realizó una visita oficial al Helmholtz Zentrum Berlin de Alemania, para discutir la reubicación de dos instrumentos en el LAHN. Se realizó la solicitud oficial de estos instrumentos ante un comité en Alemania, y se obtuvo la aprobación unánime del traslado de los mismos hacia Argentina.
- En el área científica, se realizaron experimentos en el instrumento ANTARES del reactor FRM-II vinculando expertos en el área de paleobiología con el uso de técnicas neutrónicas avanzadas, y en el instrumento STRESS-SPEC en el área de materiales nucleares. También se realizaron experimentos en los institutos ILL (Institute Laue Langevin) y LLB (Laboratoire Leon Brillouin) de Francia en el área de magnetismo y reflectometría. Estas actividades contribuyen a la generación de una comunidad de usuarios de técnicas neutrónicas de diferentes grupos de la CNEA y de otras instituciones.
- En el área de desarrollo instrumental se realizó la compra e importación, así como los ensayos de funcionamiento, del sistema de posicionamiento de muestras para los instrumentos ANDES y ASTOR, así como del sistema de orientación de muestras (cuna de Euler) para el difractor de objetos ANDES. Asimismo, se realizó la Reunión de Revisión de Ingeniería Conceptual del instrumento de imágenes ASTOR y una “Reunión de Avance de Ingeniería Conceptual” del instrumento ANDES. Varios avances en el diseño instrumental se presentaron en la “Conferencia Internacional DENIM 2018” celebrada en Suiza.

#### Proyectos interinstitucionales

##### Programas Interinstitucionales de Plasmas Densos (PIPAD) y de Desarrollo de “Software” para Aplicaciones Especiales (PIDSAE)

PIPAD y PIDSAE son programas de cooperación interinstitucional entre la CNEA, la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Ambos programas tienen por misión realizar en forma multidisciplinaria y colaborativa desarrollos tecnológicos, el primero sobre aplicaciones de la fusión nuclear y plasmas, y el segundo sobre informática especializada; y son coordinados por el Instituto PLADEMA.

El Instituto está ubicado en el Campus Universitario de Tandil y cuenta con un equipo de 18 investigadores formados, otros tantos becarios de doctorado, 5 técnicos-administrativos y más de 60 personal contratado asociado a proyectos de desarrollo tecnológico.

A inicios del año 2018 se realizó la mudanza a la ampliación de más de 400 m<sup>2</sup> que fuera inaugurada a finales de 2017. A mitad de este mismo año se habilitó el nuevo edificio de 720 m<sup>2</sup> y se volvió a realizar un reacondicionamiento de todo el personal. Resta completar obras de veredas exteriores y adquirir algún mobiliario.

En este período también se consolidaron las 6 líneas de investigación que están funcionando como grupos coordinados liderados por uno o dos investigadores formados. La producción científica mostró un leve crecimiento con más de 20 publicaciones en revistas internacionales. En cuanto a desarrollos tecnológicos se destacan:

- Instalación de una facilidad de realidad virtual CAVE + PIP (Computer Assisted Virtual Environment y Puesto Inmersivo Personal) en el edificio CAREM del CAB.
- Instalación de una CAVE en el CAC.
- Instalación de la primera flota de simuladores de trenes subterráneos en estación Federico Lacroze de la CAB compuesta por tres puestos alumnos y un puesto instructor.
- A pedido del Ministerio de Educación de la Nación se desarrolló un Sistema para la Gestión Escolar, el cual está siendo instalado en seis provincias en su versión completa y en la provincia de Buenos Aires en su versión toma de asistencia (Sistema Asistiré).
- Acuerdo de un importante proyecto con la Fundación para el Transporte (FPT) para desarrollar un simulador de conducción de camiones. El mismo será instalado en más de 50 puntos de capacitación en el país y está en más de un 50% de ejecución.
- Se continuó trabajando en el desarrollo del “software” de diseño de separación de gases en toberas para el proyecto LASIE.
- A solicitud del Municipio de Tandil se desarrolló un sistema para el monitoreo automático de cámaras de video. Utilizando algoritmos de aprendizaje, la herramienta permite detectar y clasificar los diferentes objetos que aparecen en la escena y generar resúmenes que reducen drásticamente el esfuerzo para los operadores que realizan el monitoreo.

### Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA)

En 2009 la CNEA, el CONICET y la UNSAM 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. Su sede central se encuentra en el CAC y tiene una subsede en el Parque General San Martín de Mendoza.

El ITeDA contribuye en el ámbito internacional al estudio y detección de radiación proveniente del espacio exterior a lo largo de todo el espectro electromagnético y, muy especialmente, de astropartículas. También investiga en cosmología observacional. Realiza, 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, forma personal altamente especializado, generando un lugar de excelencia para la realización de posgrados en ingeniería. Las líneas estratégicas del ITeDA son:

- Participación en proyectos internacionales de astrofísica de altas energías.
- Diseño y construcción de detectores en el país.
- Desarrollo de recursos humanos calificados (astrofísicos, ingenieros, técnicos y administrativos).
- Desarrollo de proveedores y vinculación con la industria.

El ITeDA lidera el desarrollo de nuevos sistemas de detección dedicados a la medición de la componente muónica de los chubascos de rayos cósmicos en base a centelladores plásticos y ha estrechado sus vínculos internacionales con el Instituto Nazionale de Fisica Nucleare de Torino, Italia y el Karlsruhe Institut für Technologie de Karlsruhe, Alemania.

El ITeDA ha tenido una participación protagónica en el desarrollo de dos nuevos sistemas de detección: el proyecto AMIGA, en el marco del Proyecto Internacional Pierre Auger, y en el Proyecto Internacional CTA (Cherenkov Telescope Array) que se describen más adelante.

#### Actividades de docencia

Doctorado de doble titulación en Astrofísica:

En 2014 la CoNEAU, por resolución No. 847/14, acreditó provisoriamente (hasta tener la primera cohorte de egresados) la nueva carrera de “Doctorado en Astrofísica” de la UNSAM, el Instituto Sabato, el ITeDA y el Karlsruher Institut für Technologie (KIT) presentada en el marco del Programa Binacional para el Fortalecimiento de Redes Universitarias Argentino-alemanas, a dictarse en San Martín y en Karlsruhe. La puesta en marcha del doctorado binacional de doble titulación facilita y acrecienta la institucionalización de una colaboración científica internacional de punta, beneficiando en igual forma a los doctorandos y a los científicos participantes de ambos países. El programa implica la supervisión de 4 nuevos estudiantes de doctorado por año conjunta por científicos de ambos países, con la obligación de al menos 1/3 de permanencia en el país de la contraparte. Se lanzó oficialmente en el segundo semestre de 2015. La dirección de becarios del DDAp es cotutelada por un director de cada país.

Durante 2018 se llevó a cabo el lanzamiento de la Escuela Internacional de Graduados de la Fundación Helmholtz (HIRS) con sendas reuniones en el KIT en Karlsruhe, Alemania, y la otra en el Campus Miguelete de la UNSAM. En ambos casos hubo reuniones de trabajo que involucraron a los profesores y directores de la carrera como a todos los estudiantes inscriptos.

En 2018 se alcanzó un hito en el terreno de la formación de jóvenes profesionales ya que fue el año de las primeras graduaciones como doctores de cuatro estudiantes de Astrofísica en el programa doble UNSAM-KIT y una estudiante de Física de la UNSAM. Para 2019 se anticipan otras tres graduaciones.

#### Actividades de extensión y divulgación

Durante 2018 las tareas se concentraron en actividades que ocurrirán principalmente en 2019. Una de ellas es el “3er Workshop de Educación y Enseñanza de la Astronomía” que se desarrollará en la ciudad de San Juan, durante los días 4 y 5 de julio, tras el eclipse total de Sol que se producirá el 2 de julio y cruzará el territorio argentino de oeste a este.

## Proyecto Internacional Pierre Auger

El Observatorio Pierre Auger fue inaugurado en 2008 y está ubicado en la provincia de Mendoza. Con una superficie de 3.000 km<sup>2</sup> se trata de la facilidad experimental más grande del mundo. El objetivo de Auger es estudiar el misterio de las energías más altas conocidas en la naturaleza, rayos cósmicos (núcleos atómicos) que llegan desde distintas partes del universo. Además de su tamaño, otra característica distintiva del Observatorio es su naturaleza híbrida, pues consta tanto de detectores de superficie (1.600) como de telescopios (24). 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 permite detectar los extremadamente escasos rayos cósmicos de mayor energía y la combinación de estaciones de superficie con telescopios 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 con varios grupos y, en particular en la Argentina, con grupos de UTN, del Centro de Investigaciones en Láseres y sus Aplicaciones y del Instituto de Astronomía y Física del Espacio.

Luego de una primera fase iniciada en 2008, el Proyecto entró en su segunda fase con el objetivo de extender su capacidad de observación a rayos cósmicos de energías 10 veces menores, mejorando aún más la calidad de la medición. Para lograr detectarlos con la precisión necesaria se construyeron 3 telescopios adicionales con un campo de visión más alto (HEAT, "High Elevation Auger Telescopes") que permiten la observación de las lluvias generadas por rayos cósmicos de menores energías que se desarrollan a mayor altura. También está desarrollando el Proyecto AMIGA ("Auger Muons and Infill for the Ground Array"). Estos rayos cósmicos son sumamente interesantes dado que están en la región en la cual se supone que sus fuentes pasan de la Vía Láctea a otras galaxias pudiéndose así estudiar las más altas energías y sus fuentes cósmicas en la galaxia. HEAT y los detectores de muones de AMIGA permiten la medición de los dos parámetros fundamentales para determinar la naturaleza química del rayo cósmico primario sin la cual es muy difícil, sino imposible, cualquier avance sustantivo en su estudio actual.

Se está trabajando además en otros desarrollos de detectores complementarios. Desde fines del 2010 un detector de centelleo en superficie (ASC-II) está tomando datos de manera ininterrumpida. En 2011 se desarrolló una cámara microondas para medir cascadas de rayos cósmicos de manera análoga a los detectores de fluorescencia, pero con funcionamiento tanto de día como de noche, que fue instalada en el CAB.

El Proyecto Auger, desde fines de 2012, estaba evaluando la extensión de su capacidad de observación con un nuevo sistema de detección concomitante, con el objetivo de extremar la sensibilidad a la composición de los rayos cósmicos de energías superiores a  $3 \times 10^{18}$  eV por medio de una nueva electrónica para el arreglo SD, aumentar el tiempo de observación de los FD y agregar arreglos de centelladores en superficie (ASCII) y enterrados (AMIGA). La única manera de romper la degeneración actual de las observaciones entre los distintos escenarios astrofísicos y entre los diferentes modelos de interacciones nucleares a las más altas energías es estudiar la naturaleza química de los rayos cósmicos primarios. AMIGA y ASCII son dos propuestas de crucial importancia para el futuro del Observatorio Auger.

El año 2015 fue uno de los más relevantes en la historia del Observatorio. En noviembre se firmó un nuevo acuerdo internacional para la continuidad del funcionamiento del Observatorio hasta 2025. Este nuevo acuerdo abrió la posibilidad de duplicar las estadísticas actuales con la nueva versión del Observatorio y permite, de resultar exitoso, resolver el rompecabezas de larga data del origen de las partículas más energéticas del Universo.

Esta actualización de las características del Observatorio, denominada AugerPrime, mejora los 1.660 detectores de superficie existentes con nuevos detectores de centelleo, por lo que las partículas de la lluvia electromagnética y muónica se podrán separar de manera más eficiente. Esto, a su vez, junto con un área pequeña de detectores de muones enterrados, mejora la determinación de la masa de los rayos cósmicos primarios, no directamente medibles de lo contrario. La electrónica más rápida y potente también facilita la lectura de los nuevos componentes del detector y mejora el rendimiento general de los elementos del observatorio.

El año 2018 fue el de la captura y análisis de los primeros datos de AMIGA, una mejora y actualización del Observatorio. Dos tipos de actualizaciones están en curso, denominadas en conjunto AugerPrime y comprenden:

- El agregado de plásticos centelladores a los detectores de superficie (Surface Scintillator Detectors, SSD).
- El soterramiento de plásticos centelladores en zonas específicas del arreglo de detectores de superficie (Underground Muon Detectors, AMIGA-UMD).
- El agregado de un tubo fotomultiplicador (PMT) adicional en el centro de los tanques de efecto Cherenkov (Water Cherenkov Detectors, WCD) que constituyen el detector de superficie.
- La inclusión de una nueva electrónica de superficie trabajando a una frecuencia de 160 MHz.

Las dos actualizaciones que implican nuevos sistemas de detección (SSD y AMIGA) fueron concebidas por científicos y técnicos de la CNEA y una de ellas (AMIGA) fue realizada en su totalidad en el ITeDA.

Paralelamente a las actividades de AugerPrime, durante 2018 se obtuvieron los primeros resultados basados en mediciones directas de las densidades de muones de los chubascos extendidos en la región de energías que va entre  $3 \times 10^{17}$  eV y  $2 \times 10^{18}$  eV.

Estos datos confirman la inhabilidad de los modelos actuales de interacciones hadrónicas de reproducir las densidades de muones observadas en el rango de energía desde 0,3 EeV hasta 2 EeV. Un trabajo, donde se combinaron las mediciones de AMIGA con las del detector de fluorescencia, encontró una discrepancia entre los datos y las simulaciones a  $10^{17.5}$  eV y  $10^{18}$  eV con fuertes discrepancias, aun cuando se utilizan modelos de interacción hadrónica que ajustan muy bien los datos del Large Hadron Collider de Ginebra. Para el



Paneles solares en el Observatorio Pierre Auger

modelo denominado EPOS-LHC se requiere un aumento del 38% en ambas energías, mientras que para el QGSJET II y 04 se necesitan del 50% y 53% respectivamente.

Estos resultados se obtuvieron con el denominado “arreglo de ingeniería” del detector AMIGA. Este está compuesto por siete estaciones organizadas en un hexágono. A finales de 2015, luego de un período para el desarrollo de rutinas de calibración, se comenzó con la adquisición de datos para observar régimen, y finalmente los datos duros se comenzaron a juntar a finales de 2015. La recolección concluyó en noviembre de 2017, cuando se implementaron varias mejoras de “hardware” de acuerdo con el diseño de producción final del detector subterráneo de muones. La actualización más notable fue la selección de foto-multiplicadores de silicio en lugar de tubos foto-multiplicadores como dispositivos ópticos.

Las densidades de muones observadas, que son mayores que para las cascadas simuladas iniciadas por núcleos de hierro, demuestran la dificultad de los actuales modelos de interacción hadrónica para reproducir las mediciones en este rango de energías. Al convertir estas densidades al factor  $z$  (corrección relativista), se encontró que los resultados del prototipo AMIGA coinciden con mediciones anteriores de lluvias horizontales. Además, el desarrollo en energía de las medidas de muones combinadas reproduce el perfil esperado de la lluvia con la profundidad de la atmósfera ( $X_{max}$ ). Se prevé que el detector de tamaño completo, con 61 estaciones, se termine entre fines de 2019 y mediados de 2020.

## Proyecto Amiga

ITeDA tuvo una participación protagónica en el desarrollo de este nuevo sistema de detección; detectores de superficie densamente espaciados en conjunto con contadores de muones. El espaciamiento de los pares de detectores de superficie-muones fue reducido de 1.500 m del arreglo principal del Observatorio Pierre Auger a 750 m en un área de 23,5 km<sup>2</sup>, cubierta con 61 pares de detectores de superficie (detectores de efecto Cherenkov en agua) que operarán en conjunto con contadores de muones enterrados (detectores plásticos de centello). 190 m<sup>2</sup> de centelladores constituyen un arreglo de prototipos (Celda Unitaria) de AMIGA. Estos pares de detectores utilizan un nuevo sistema de telecomunicaciones basado en tecnología estandarizada que reduce los costos de construcción y mantenimiento y prevé su obsolescencia. En 2014 el ITeDA completó la instalación en el campo del arreglo de prototipos de AMIGA. La celda unitaria del detector AMIGA se completó en 2015 y consta de un detector de muones, enterrado a 2,3 metros, en cada uno de los vértices de un hexágono, más un detector en el centro debajo del tanque del Detector de Superficie (SD).

Cada uno de estos módulos consta de 4 módulos de muones, dos de 5m<sup>2</sup> y dos de 10 m<sup>2</sup>, más dos detectores mellizos para detectar diferencias (4 detectores más en cada uno); además 3 módulos extra de 10 m<sup>2</sup> se entierran cerca de uno de los tanques a 1,3 metros para estudiar el blindaje del suelo y su impacto en la señal de muones. En total son 37 módulos centelladores que cubren un área de 290 m<sup>2</sup>.

Hasta 2017 la celda unitaria de AMIGA estuvo trabajando con fotomultiplicadores multipíxeles de tubo (MaPMT) en 6 de sus 7 estaciones. Se inició en este período el reemplazo de los PMTs por fotomultiplicadores de silicio (SiPM). Entre octubre y noviembre se reemplazaron los “kits” electrónicos (35 en total). Además, se iniciaron las pruebas y la compra de los equipos de telecomunicaciones.

Cada módulo de AMIGA es disparado por el detector de superficie con una electrónica en la superficie que distribuye el “trigger” a los módulos. El desarrollo y emplazamiento del detector final depende de los tiempos de producción. Durante 2018, una vez iniciado el proceso, se trabajó a una tasa de dos módulos por semana utilizando dos mesas de ensamblaje y 4 miembros “full-time” del personal equivalentes. Esto implica 8 módulos por mes o alrededor 100 módulos por año.

La producción de módulos alcanzó el 25% del total y se realizó la compra del 50% de los materiales necesarios para esta etapa (incluyendo fibras, centelladores, PVC y pegamento). La producción de los 210 sistemas electrónicos para los módulos centelladores alcanzó el 70%.

A su vez, se concretó la construcción de la sala de ensamblaje de módulos de AMIGA, en el “Assembly Building” del Observatorio Pierre Auger. Los primeros diez módulos ensamblados en Malargüe estuvieron listos la primera semana de mayo de 2018. Se instalaron cuatro nuevos módulos en la Celda Unitaria, en las estaciones Yeka y Heisenberg, junto con seis módulos en las estaciones Peter Mazur y Constanza. El procedimiento de ensamblado se divide en dos etapas: la primera se realiza en las instalaciones de ITeDA en el CAC donde se ensamblan las fibras ópticas junto con las varillas centelladoras; en la segunda etapa, que se desarrolla en las instalaciones de AMIGA en el Observatorio Pierre Auger, se termina de ensamblar el módulo contador con los “packs” de fibras/centelladores que son enviados en cajas a Malargüe.

### Instalación del sistema fotovoltaico

Durante 2018 se completó la caracterización del funcionamiento de todo el sistema fotovoltaico instalado en una de las estaciones AMIGA y se detallaron los ciclos de carga y descarga, y el comportamiento de todo el sistema bajo diferentes condiciones climáticas y sus limitaciones; además se concluyó el diseño de un nuevo prototipo para monitorear todo el sistema en línea. Todo este trabajo se condensó en una publicación en la revista Energy Science & Engineering: Photovoltaic Monitoring System for AMIGA. Además, se demostró que la configuración de los controladores de carga solar en paralelo es capaz de gestionar paneles de diferentes potencias y marcas y que el sistema de monitoreo permite analizar períodos con condiciones climáticas adversas mediante la detección indirecta de nubes.

En el mismo período se completó el diseño de un Detector de Mejor Ángulo de Radiación Solar para ser aplicado al sistema fotovoltaico de AMIGA. El sistema incluye codificadores que posicionan a los paneles solares según el movimiento aparente del Sol. Hacia fin de 2018 se terminó con la adecuación del “software” de control. Los codificadores fueron especialmente diseñados para esta aplicación y fabricados en ITeDA-Mendoza con impresión 3D. Se espera finalizar la instalación de los cuatro sistemas fotovoltaicos en enero de 2019.



Fotomultiplicador de Silicio para AMIGA (izq); Electrónica frontal de los detectores de AMIGA (der)



Instalación de un módulo centellador de AMIGA en el campo

### Proyecto ASCII

El proyecto ASCII fue sugerido y liderado por el Laboratorio Detección de Partículas y Radiación del CAB. Fue elegido por la Colaboración Internacional Pierre Auger como proyecto de mejora del Observatorio que extenderá el plazo de operación por un período adicional de 10 años. La selección fue realizada luego de un año de comparaciones con otros 4 proyectos propuestos por otros grupos de la Colaboración Internacional. Para aprovechar al máximo esos 10 años conviene contar con una mejora cualitativa en la identificación del rayo cósmico primario en cada evento observado por el detector de superficie. La manera más directa consiste en medir la fracción de la cascada compuesta por muones. Dado que los detectores Cherenkov en agua del Observatorio son muy sensibles a los muones (y la mitad de la señal observada en esos detectores proviene de esa componente), ASCII agrega a cada detector Cherenkov en agua un detector de centelleo en superficie, para medir directamente la parte electromagnética de la cascada. La comparación entre ambas mediciones permite determinar por evento la naturaleza del rayo cósmico primario con buena precisión. En 2014 se instalaron 7 detectores de 2m<sup>2</sup> en una celda unitaria, aprovechando la existente de AMIGA. Posteriormente se juntaron dos detectores obteniéndose así 5 detectores equipados con 2m<sup>2</sup> y uno con 4m<sup>2</sup>. El funcionamiento de esta celda unitaria demostró la factibilidad del proyecto y convalidó el diseño, en particular en los aspectos de fiabilidad y resistencia a factores climáticos, gracias al permanente monitoreo que se hizo de los detectores. Los datos obtenidos demostraron la buena calibración del detector y se compararon con los detectores Cherenkov en agua, dando confianza en su funcionamiento como detectores. En base a esos resultados, la colaboración Pierre Auger eligió ASCII como proyecto de mejora para el período 2015-2025 bajo el nombre SSD (Scintillator Surface Detector). En 2015 se trabajó en el diseño final del prototipo de detector, habiéndose completado la instalación de los 1.660 detectores en 2018. Los prototipos existentes ASCII fueron utilizados para comprobar nuevos métodos de detección en base a fotomultiplicadores de silicio que permiten calibrar con precisión los detectores. Finalmente, se realizó una campaña de simulaciones de cascadas y de respuesta de detectores para evaluar la capacidad de los detectores ASCII para discriminar primarios. Se analizaron los datos simulados con códigos basándose en la universalidad de las cascadas de partículas, y se demostró la capacidad de ASCII en separar protones de núcleos pesados con factores de mérito mayores a 1,5.

### Proyecto QUBIC (QU Bolometric Interferometer for Cosmology)

El experimento QUBIC se ha diseñado para medir los modos B de polarización de la radiación cósmica de fondo. Lo destacable es que una colaboración internacional con el liderazgo de Francia, Italia y Argentina planea instalarlo en la Puna Salteña. QUBIC utilizará, por primera vez en la historia, la combinación de dos técnicas de detección diferentes, la interferometría y la detección bolométrica, combinándolas en forma innovadora muy diferente a las técnicas convencionales utilizadas hasta ahora. Permite combinar las ventajas de la interferometría (reducción de errores sistemáticos) y de los detectores bolométricos (alta sensibilidad de señal).

QUBIC observará el cielo en dos frecuencias (150 y 220 GHz) que distinguirán la señal útil de la de los primeros planos cosmológicos (emisiones de polvo en particular). Para detectar esta señal, el instrumento debe ser instalado dentro de un criostato refrigerado globalmente a 4 K (correspondiente a -269,15 °C) y los sensores bolométricos deben trabajar a temperaturas 10 veces menores (~300 mK). Esto implica el diseño de un complejo sistema de refrigeración basado en tecnología de punta especialmente diseñado para QUBIC.

Con QUBIC se planea observar en detalle una región particular del cielo y para esto se realizará un escaneo continuo de esta región, con una precisión de 0.05°. El criostato se instalará sobre una montura mecánica, con la cual se realizará el movimiento cenital y azimutal. Esta montura está siendo diseñada en Argentina, por el Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados de la Universidad Nacional de La Plata y será construida en Argentina.

ITeDA colabora en la fabricación de bolómetros TES (Transition Edge Sensors) y MMC (Metallic Magnetic Calorimeters), elementos críticos en la detección de la polarización de la radiación de fondo.

Con la firma de un convenio cuadripartito, a fines de 2017, las partes firmantes, la provincia de Salta, la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, el CONICET y la CNEA se comprometen a contribuir al diseño, construcción y operación del proyecto de acuerdo a compromisos específicos, a saber:

- El Gobierno de la provincia de Salta se compromete a apoyar el desarrollo del Proyecto a través de la gestión de recursos o servicios que oportunamente se acuerden.
- La Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, el CONICET y la CNEA se comprometen a participar en la realización de las diferentes etapas del proyecto, para lo cual realizarán ante el Poder Ejecutivo Nacional las gestiones para la financiación específica emergente de su participación, en función del detalle de tareas y responsabilidades a acordarse.

Durante 2018 se trabajó en el sitio de QUBIC en mantenimiento y en la instalación de una nueva central meteorológica. Se avanzó en las ideas centrales del proyecto en lo que respecta a instalación de generadores y construcción de edificios, habiéndose realizado los diseños para la instalación de antenas y detectores en colaboración con CNEA-RNO y con QUBIC Internacional. También se llevaron adelante gestiones con la Secretaría de Ciencia y Técnica de Salta y con la Municipalidad de San Antonio de los Cobres con el fin de tener disponibilidad de recursos humanos para la construcción de distintas instalaciones en Alto Chorrillos.

### Proyecto DSA-3 (Depp Sapace Antenna-3)

La DSA-3 es una antena de 35 m de diámetro de disco construida cerca de Malargüe, Mendoza, por la Agencia Espacial Europea (ESA). Su propósito es brindar apoyo a misiones interplanetarias con el objetivo de



Proyecto QUBIC: Vista interna del criostato mostrando todos los componentes principales del sistema

estudiar si hay vida o vestigios de ella en Marte. Está pensada para comunicarse con misiones que se encuentren a más de dos millones de kilómetros por lo que se requiere utilizar amplificadores de bajo ruido enfriados a temperaturas criogénicas, junto con sistemas de apuntamiento y calibración de mucha precisión. La instalación cuenta, además, con dispositivos para seguimiento, modulación y demodulación de telemetría, telecomandos y datos, mediciones radiométricas y meteorológicas.

La ESA cuenta con 3 estaciones: DSA-1 en New Norcia, Australia, desde 2002; DSA-2 en Cebreros, España, desde 2005; y DSA-3 puesta en funcionamiento en Malargüe en 2012, completándose así una red que asegura cobertura total del cielo para las actuales y futuras misiones interplanetarias. La antena trabaja en las frecuencias de 8 y 32 GHz lo que permite estudios de amplio espectro asociados con objetos del universo extremo (pulsares, estrellas de neutrones, galaxias con núcleos activos) y con material interestelar (nebulosas, nubes interestelares).

La gran ventaja para la Argentina es que, como contraprestación al país anfitrión y según convenio firmado en 2011, cuenta con hasta el 10% del tiempo de antena para investigación en astrofísica. Dadas las características tecnológicas únicas de la estación, esta fracción de tiempo puede ser aprovechada para realizar investigaciones de primer nivel en el campo de la radioastronomía y la astrofísica. A tal fin se firmó un convenio entre la CNEA, la CONAE y el CONICET para la administración del 8% del 10% mencionado. La utilización de la antena DSA-3 beneficia a la comunidad astronómica local por tratarse de un radiotelescopio de última generación con capacidad de realizar estudios de interferometría de gran base (VLBA) junto con las antenas de España, Australia y, por convenio, con la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos.

El ITeDA participó en el diseño de un programa científico de aprovechamiento del tiempo argentino en esta facilidad. El 8% de tiempo asignado al país permitió comenzar una línea de trabajo basada en el diseño de "hardware" y "software" para usarla como radiotelescopio y formar recursos humanos calificados.

Durante 2018 concluyeron trabajos relacionados con el análisis de datos provenientes de la antena bajo el título: "Multiprocesamiento de señales de radio, una implementación para la DSA3". A estos trabajos realizados con DS-3 se sumó una experiencia similar que se está llevando a cabo con el radiotelescopio CART (China-Argentina Radio Telescope) ubicado en Neuquén. Junto con la CONAE se iniciaron pruebas con un radiómetro diseñado en el Instituto Argentino de Radioastronomía con el objeto de tener un instrumento propio con el cual adquirir datos. Los resultados más importantes de las pruebas realizadas con equipo propio fueron:

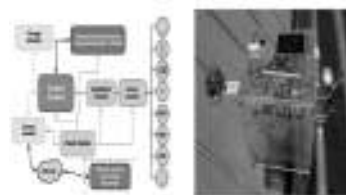
- La antena DS3 puede ser usada como radiotelescopio.
- Hay dificultades para su uso científico asociadas con la prioridad de trabajo que la operadora ESA (European Space Agency) adjudica a las misiones espaciales que monitorea.
- Los trabajos realizados constituyen una la primera aproximación al uso de una antena de ESA para radioastronomía. Esto marca un hito si se tiene en cuenta que ESA posee otras dos antenas en el mundo cuya ubicación estratégica permitiría hacer interferometría de línea de base muy larga (VLBI).
- El aprendizaje realizado en DS3 fue imprescindible para poder avanzar en el uso de CART y arribar a la conclusión de la necesidad de contar con equipo propio.
- La situación con vistas al futuro próximo es promisorio. Por un lado, el IAR decidió involucrarse en temas con ambas antenas aumentando las capacidades científicas existentes. Por el otro, ha quedado más clara la posibilidad de desarrollo de un instrumento propio y la capacidad de ambas antenas para realizar trabajo científico.

### Proyecto LAGO (Latin American Giant Observatory)

El proyecto LAGO (Latin American Giant Observatory) tiene como propósito el diseño, la instalación, la puesta en marcha y la operación de un observatorio extendido de astropartículas a escala global. LAGO es un observatorio de rayos cósmicos ampliado, compuesto por una red de detectores de agua Cherenkov que se extiende sobre una variedad de sitios ubicados a altitudes diferentes (desde el nivel del mar hasta más de 5.000 msnm) y latitudes que abarcan toda América Latina, cubriendo una amplia gama de cortes de rigidez geomagnética y niveles de absorción/reacción atmosférica. Esta red de detección está diseñada para medir la evolución temporal del flujo de radiación a nivel del suelo con un detalle extremo. El proyecto LAGO está orientado principalmente a realizar investigaciones básicas en 3 ramas: fenómenos de alta energía, tiempo espacial y radiación atmosférica a nivel del suelo. LAGO fue construido y es operado por la Colaboración LAGO, una unión no centralizada de más de 30 instituciones de 10 países.

Durante 2018 se produjeron avances en las siguientes áreas:

- Nuevo sistema de adquisición de datos: El grupo LAGO Bariloche lideró el diseño e implementación de un nuevo sistema de control de los detectores y adquisición de datos, basado en dispositivos comerciales STEMLab (RedPitaya). Colaboraron en el desarrollo grupos en Ecuador y Guatemala. Luego de pruebas del nuevo sistema se realizó la instalación durante 2018.
- Nodo Antártico: Durante 2018 el grupo LAGO Buenos Aires analizó los datos de la campaña Antártica de 2017. Durante la campaña se adquirieron datos meteorológicos con el sistema de medición de LAGO y pruebas de telemetría para el transporte de datos desde la Base Marambio al continente. Se espera que durante 2019 se instalen los primeros detectores permanentes en la Antártida.
- Monitor de Meteorología del Espacio: El grupo LAGO Perú, en colaboración con LAGO Argentina y LAGO Colombia, finalizaron un sitio web para reportar, hacer públicos y compartir con la comunidad los datos medidos en los distintos sitios LAGO. Se implementó para ello el nuevo esquema de análisis de datos de meteorología del espacio diseñada y desarrollada por LAGO Argentina, con aportes de grupos de Colombia y Venezuela.
- Se completó e integró la cadena de simulaciones (MAGCOS+CORSIKA+GEANT4), que permiten calcular el flujo de señales esperadas en un detector LAGO en cualquier lugar del mundo, incluyendo los



Proyecto LAGO: Primer prototipo de sensores de CO<sub>2</sub>, ruido ambiental, presión, temperatura, lluvia, radiancia, nebulosidad y luminancia

efectos geomagnéticos, atmosféricos y la respuesta del detector. Se avanzó en la inclusión del sistema GDAS para utilizar los perfiles atmosféricos locales de cada sitio en las simulaciones de las lluvias atmosféricas extendidas de baja energía.

### Laboratorio Subterráneo Andes



Proyecto Laboratorio ANDES

La construcción del túnel Agua Negra entre Argentina y Chile a la altura de San Juan presenta una oportunidad única para desarrollar el primer laboratorio subterráneo en el hemisferio Sur. El proyecto ANDES es una iniciativa que nació a fines de 2010 en el CAB. A fines del 2014 se inició el estudio conceptual para la inclusión del laboratorio ANDES en el túnel Agua Negra. De este estudio salió el diseño base del laboratorio. Incluirá facilidades para geociencia y biología.

Por el interés internacional en ANDES, se decidió organizar un congreso internacional que tuvo lugar en la UNSAM los días 29 y 30 de junio de 2017, donde se trataron aspectos de viabilidad y se debatió el buque insignia experimental a desarrollar. El 10 de mayo de ese año la CNEA y el Instituto Nacional de Física Nuclear de Italia firmaron un acuerdo con el fin de desarrollar una acción coordinada y conjunta en el campo de las astropartículas. Este acuerdo involucra al proyecto QUBIC y vincula al Laboratorio Subterráneo ANDES con el Laboratorio del GRAN SASSO para desarrollar tecnologías en sistemas de detectores.

### Centro Internacional de Ciencias de la Tierra (ICES)

El Proyecto Centro Internacional de Estudios de la Tierra (ICES-CIET) es un Programa Interinstitucional creado entre la CNEA y la UNCuyo. Los objetivos del ICES son fomentar y articular la multidisciplinariedad en el amplio espectro de las ciencias que estudian la Tierra. En la Argentina, el ICES dispone de 3 Delegaciones Regionales: Malargüe (Planetario de Malargüe), Mendoza (UNCuyo) y Buenos Aires (CAC) y un sitio de trabajo en San Rafael (CMFSR y la UTN Facultad Regional San Rafael).

El ICES realiza tareas de investigación y desarrollo, generando una producción que involucra la formación de investigadores y técnicos, producción de equipos, trabajos de transferencia tecnológica, etc. Además, este Proyecto reúne todos los años a investigadores del país y del extranjero en los Encuentros E-ICES, habiéndose realizado en 2018 el decimotercero en la ciudad de Malargüe, Mendoza, con gran concurrencia de investigadores y público en general, y alta calidad en las conferencias presentadas y "posters". También se llevó a cabo nuevamente el "Concurso de Jóvenes Investigadores" con muchos trabajos de alto nivel y tres investigadoras jóvenes premiadas.

A continuación, se detallan las tareas desarrolladas por cada una de las Regionales del Proyecto ICES durante 2018.

#### ICES-CNEA Regional Malargüe

- **Monitoreo ambiental de vegetación:** Se comenzó la segunda etapa de un proyecto de colaboración con el CMFSR para el monitoreo de la vegetación del sitio. Se estudiaron las muestras recolectadas durante la realización del herbario del CMFSR. El trabajo prosiguió en conjunto con el Laboratorio Técnicas Analíticas Nucleares del CAE, a fin de identificar el carácter fito metalífero de las especies relevadas.
- **Biomonitoreo y bioindicación:** Se prosiguieron estas tareas con el estudio de árboles y flora en zonas de parquización en Malargüe.
- **Campañas al volcán Peteroa:** Desde la Regional Malargüe se realizó el soporte a múltiples campañas de instalación y mantenimiento de equipos de la Estación Multiparamétrica Peteroa.
- **Cooperación con la Municipalidad de Malargüe:** Se puede destacar el relevamiento del estado de la vegetación de la cortina forestal Oeste de Malargüe.
- **Cooperación con el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) dependiente del CONICET:** Se realizaron tareas en conjunto con Regional Buenos Aires del ICES en temas de antropología ambiental, tal como la caracterización de obsidianas para usos con el Laboratorio, por medio de innovadoras técnicas ultrasónicas. Se presentaron trabajos a congresos y se generó una publicación.

#### ICES-CNEA-UNCUYO Regional Mendoza

- **Organización de Laboratorios Asociados en el marco del Programa Interinstitucional CNEA-UNCuyo:** Se prosiguió la organización del Sistema de Laboratorios Asociados al ICES.
- **Participación en la organización del "Encuentro E-ICES 13"** en la ciudad de Malargüe.
- **Publicación permanente de todas las tareas y novedades del Proyecto ICES en su página web.** Coordinación, diagramación y mantenimiento de la página web <http://www.uncuyo.edu.ar/ices/> y de redes sociales.
- **Gestión de emergencias:** Se continuó la participación en el desarrollo del Proyecto de Gestión de Emergencias Mediante el Análisis Satelital (GEMAS) para la formulación de respuestas en gestión de riesgos (UNCuyo).

#### ICES-CNEA-SAN RAFAEL

- **Prospección biogeoquímica:** Se continuó el desarrollo de métodos para la prospección biogeoquímica (microbiológica) por radioisótopos para la búsqueda de uranio en explotaciones petroleras de la Cuenca Neuquina. Se realizaron nuevas presentaciones a congresos y publicaciones.
- **Laboratorio de Biorremediación:** Se continuaron los trabajos de biorremediación de metales pesados en suelos y aguas contaminadas. Se prosiguió la mejora de la planta depuradora de agua ensayando nuevos agentes de retención de contaminantes. Se realizaron trabajos que fueron publicados en revistas internacionales y se participó en proyectos internacionales de la Comunidad Europea desde propuestas de Italia y Portugal.

#### ICES-CNEA-Regional Buenos Aires

### En Ciencias de la Tierra

- Estación Multiparamétrica Volcán Peteroa, Malargüe, Mendoza (2.500 m de altura): Se realizan tareas de investigación y desarrollo en dirección al monitoreo de volcanes.
- En diciembre de 2018 se produjo una nueva erupción de cenizas en el volcán el cual se encontraba en alerta amarilla. El ICES participó colaborando con el Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica del SEGEMAR, y a través de éste, con Defensa Civil Mendoza y también con el municipio de Malargüe, a partir de las cámaras que posee el ICES en el volcán que permitieron cuantificar la magnitud del impacto del fenómeno. Otras instituciones como el Servicio Meteorológico Nacional y Aerolíneas Argentinas solicitaron colaboración al ICES al respecto.
- En la Estación Peteroa, continuación de la medición de múltiples parámetros como ondas sísmicas volcánicas en banda ancha, Emisión Acústica (EA) (ondas ultrasónicas de baja frecuencia), parámetros meteorológicos (presión, temperatura, velocidad del viento) y consumo energético de la Estación. Se colocaron más cámaras con el fin de registrar la actividad de posibles fumarolas del complejo volcánico Planchón-Peteroa.
- Finalización de la construcción de un nuevo desarrollo de equipo Multigás (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) de diseño propio con mayores y mejores prestaciones que los prototipos previos. Se midieron los gases tanto en el área cratérica como en distintos sitios hidrotermales periféricos, evaluándose la resistencia y estabilidad del equipo en ambientes extremos. Se realizaron campañas para instalación de equipos, toma de datos y tareas de mantenimiento. Los sensores de H<sub>2</sub>S fueron fabricados en el Taller de Microtecnología. También se realizaron presentaciones del equipo en congresos. A partir de este equipo, se inició un nuevo proyecto en colaboración con el Grupo de Estudio y Seguimiento de Volcanes de UBA-CONICET en el cual se muestrearon gases volcánicos en la zona de Copahue.
- Red Sísmica Malargüe: Continuó la producción de resultados de los estudios del array sísmico MALARRGUE 2012, colocado por un año en una región cercana a Malargüe y en el volcán Peteroa. En 2018 se realizaron tres nuevas publicaciones internacionales y presentaciones a congresos, con resultados de ese proyecto. Estos trabajos se realizan en cooperación con la UNLP, la TU Delft de Holanda y otras instituciones internacionales.
- Colaboración entre ICES-CNEA y el Servicio de Geología y Minería Argentina (SEGEMAR): Continuó la importante cooperación entre CNEA y SEGEMAR en el tema de monitoreo volcánico, en el respaldo a la implementación del Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica. Se colaboró con el asesoramiento técnico para la futura instalación de nuevas estaciones de monitoreo. Se prosiguió la colaboración y planificación de tareas conjuntas en el área de volcanología con el Grupo de Estudio y Seguimiento de Volcanes Activos (Departamento Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA-CONICET), sismólogos volcánicos de la UNLP y del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF).
- Se prosiguió junto al CEREDETEC (Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción, Sismología y la Ingeniería Sísmica) de la UTN Facultad Regional Mendoza y con el IMM de Bologna, Italia, la planificación para la colocación de nuevos instrumentos en la estación de Termas de Cacheuta, Mendoza.
- Realización de una reunión técnica entre CNEA e YTEC (YPFTecnología). En esta reunión se establecieron temas de cooperación mutua. El ICES comenzó a elaborar una posible cooperación con YTEC para la aplicación de la emisión acústica para la solución de problemas relacionados con la industria del petróleo.
- Estudio de factibilidad para la aplicación de la Emisión Acústica en estudios de geofísica del Proyecto ANDES.
- En el tema de medición de infrasonidos se prosiguió con el desarrollo de sensores de ultra baja frecuencia como parte de un trabajo de tesis de doctorado, con posible impacto especialmente en el monitoreo de volcanes en vías de la futura fabricación de un equipo para aplicaciones en volcanes. Actualmente se está desarrollando el sensor micro barométrico y por otro lado la implementación de un sistema de adquisición de datos a partir de Raspberry. Se realizaron presentaciones a congresos.

### En Ciencias de los Materiales

Durante 2018 el Grupo de Ondas Elásticas (EA) del Proyecto ICES realizó los siguientes trabajos:

- Continuación del estudio de la acción térmica en el comportamiento mecánico de hormigones y otros materiales de matriz cementicia y su caracterización mediante ondas elásticas. Esta línea se trabaja en colaboración con el Laboratorio de Métodos Numéricos en Ingeniería y el Laboratorio de Materiales y Estructuras de la Facultad de Ingeniería de la UBA. Se instrumentaron nuevos ensayos de flexión en vigas de gran porte. Se encontraron parámetros característicos de EA que permitirían establecer el nivel de daño en materiales compuestos cementicios con el objetivo de implementarlo en un sistema de monitoreo de integridad estructural. Los resultados obtenidos fueron presentados en congresos especializados y en publicaciones internacionales.
- Caracterización de aleaciones base circonio para uso nuclear por métodos ultrasónicos. Se continuó la puesta a punto de un método ultrasónico para la detección y caracterización de hidruros en Zr-4. Se comprobó la utilidad de dicho método para determinar la textura de esas aleaciones. Se realizaron presentaciones a congresos. También se utilizó la metodología desarrollada para la caracterización de obsidianas.
- Estudios del proceso de maquinado de materiales compuestos tipo sandwich CFRP y panel de abeja de aluminio de uso aeroespacial por medio de la EA generada durante el mismo, para la determinación de la condición de la herramienta y del estado del corte en cada etapa. Se efectuaron presentaciones a congresos.

- *Prosecución del estudio de interfases metal cerámicas por medio del análisis de señales de EA producidas durante el despegue en ensayos normalizados de tres puntas. Se realizaron nuevas tandas de ensayos y se mejoraron los métodos de estudio de las señales. Se presentaron los avances en congresos. Ruido Magnético Barkhausen (RMB) y Emisión Magneto Acústica (EMA): Se prosiguieron las investigaciones en estas líneas, aplicadas al estudio de aceros inoxidables ferríticos y a la formación de martensita por deformación en inoxidables austeníticos (en colaboración con la UTN Facultad Regional Delta y con la Universidad Fluminense de Brasil). Se prosiguió el estudio para la aplicación de EMA y el RMB para el control de cordones de soldaduras en procesos industriales en cooperación con el Instituto Argentino de Siderurgia. Se realizaron presentaciones a congresos y publicaciones.*
- *Caracterización de materiales compuestos por EA: Se prosiguió el estudio del avance del daño de materiales compuestos tipo CFRP (polímero reforzado con fibra de carbono) sometidos a sollicitación mecánica a partir de la medición de la EA en ensayos mecánicos de flexión normalizados. Se realizaron presentaciones a congresos.*
- *Caracterización de daño en rocas por EA en ensayos mecánicos de rocas andesíticas. Caracterización de la generación y avance de fisuras en ensayos de rotura de rocas. Se realizaron presentaciones a congresos y publicaciones con referato.*
- *Métodos electromagnéticos para el estudio y caracterización de suelos y rocas: Se prosiguió la implementación de métodos que complementarán los estudios por EA con el fin de elaborar modelos que describan la evolución de los suelos y sistemas de rocas a tiempos prolongados.*
- *Tareas de normalización en EA: Se continuó con la elaboración de Normas de Aplicación del Método de EA en el IRAM, a nivel MERCOSUR y también en la ISO (Organización Internacional de Normalización). Formación de recursos humanos: además de las direcciones de tesis de grado y posgrado: Se continuó el dictado de materias de posgrado afines en el Instituto Sabato en la carrera de "Especialización en Ensayos No Destructivos" y clases en la "Maestría en Ciencia y Técnica de los Materiales" y en "Ingeniería en Materiales" del mismo Instituto.*

### Laboratorio Internacional Asociado en Nanociencias (LIFAN)

*En 2009 se acordó la creación del Laboratorio Internacional Asociado (LIFAN) que articula al Instituto de Nanociencia y Nanotecnología de la CNEA y el MINCYT por el lado argentino, con el Instituto de Nanociencia de Paris, la Universidad Pierre y Marie Curie y el Centro Nacional de Investigación Científica, por parte francesa, lo que abrió oportunidades para una provechosa integración en el campo de la ciencia y la tecnología y en la formación de recursos humanos.*

*En 2013 se renovó el convenio referido al LIFAN, al que se incorporó por parte argentina el CONICET, que a partir de 2014 financia viajes de investigadores y estudiantes argentinos involucrados.*

*Durante el año 2018 se realizaron cuatro misiones de investigadores argentinos al Institut des Nanosciences de Paris, Francia. En ese último año de ejecución del LIFAN se destaca la apertura de nuevas líneas de trabajo: Dinámica de paredes de dominios magnéticos y excitación de ondas acústicas superficiales en estructuras magnéticas y el empleo de grandes facilidades para el estudio de nanoestructuras magnéticas, particularmente el uso de técnicas neutrónicas. Es decir, la finalización de este proyecto exitoso trae consigo el inicio de una nueva etapa de trabajo.*

#### **Estudio de la estructura magnética de películas delgadas por medio de reflectometría de neutrones polarizados (PNR).**

*Misión de la becaria posdoctoral Dra. Dafne Goyman. Laboratorio de origen: Resonancias Magnéticas del CAB. Lugar de trabajo en el exterior: Institute des Nanosciences de Paris (INSP), Sorbonne Universités, Paris, Francia.*

*Estadía: 1º de mayo al 6 de julio 2018. La estadía tuvo tres etapas diferenciadas por las actividades desarrolladas y el lugar donde transcurrieron. La primera tuvo lugar en el INSP y consistió en la realización de experimentos de magnetismo sobre películas delgadas de FePt y de FePt/Py (fabricadas en el CAB), así como sobre estructuras Fe-N. El objetivo de las mediciones fue observar, por un lado, la presencia de dominios magnéticos en forma de tiras (stripes) y por otro, determinar el campo magnético de rotación de las "stripes". En el Laboratorio Léon Brillouin se realizaron experimentos de reflectometría de neutrones polarizados (Polarized Neutron Reflectometry PNR), y se recibió capacitación en el análisis de datos. En esta etapa se trabajó con el reflectómetro PRISM en configuración especular y campo magnético variable con el objetivo de determinar perfiles laterales de magnetización en los sistemas FePt, FePt/Py y FeN. Complementando estos experimentos se trabajó en el reflectómetro SuperAdam del Instituto Laue Langevin (ILL) de Grenoble en la última etapa de la misión. Parte de los resultados obtenidos fueron presentados en la "Reunión anual de la Asociación de Física Argentina 2018".*

*Misión del investigador Julián Milano. Laboratorio de origen: Resonancias Magnéticas del CAB. Lugar de trabajo en el exterior: Institute des Nanosciences de Paris, Sorbonne Universités, Paris, Francia.*

*Estadía I: 1º de enero al 3 de febrero 2018. Durante este período se trabajó en el análisis de mediciones de acoplamiento magnetoelástico realizadas sobre películas delgadas de Fe<sub>1-x</sub>Gax y el planteo de un modelo teórico para la descripción de los resultados obtenidos. También se discutieron los experimentos de PNR que se llevarían a cabo en junio de 2018 en los institutos Leon Brillouin y en el Laue-Langevin sobre películas delgadas de FePt y FeN. Ambos tipos de muestra presentan dominios en forma de tiras, como se ha mencionado anteriormente, con una textura magnética compuesta por dominios alineados en las tres direcciones espaciales.*

*Participó de la reunión de trabajo "Magnetic and Time Resolved Experiments" organizada en el INSP donde se expusieron los avances hechos hasta el momento en el estudio del acoplamiento magnético en bicapas FePt/permalloy.*

Estadía II: junio 2018: Esta segunda estadía fue dedicada principalmente a la realización de los experimentos de PNR en los institutos Leon Brillouin y Laue-Langevin descriptos en la sección anterior. Se publicó el artículo “Bulk-like behavior of magnetoelasticity in Fe1-xGax epitaxied thin films” en la “Physical Review B”.

**Propagación de paredes de dominios magnéticos en heteroestructuras híbridas metal-semiconductor** Misión de la investigadora Dra. Marina Tortarolo. Laboratorio de origen: Nanoestructuras Magnéticas y Dispositivos del CAC. Lugar de trabajo en el exterior: Institute des Nanosciences de Paris, Sorbonne Universités, Paris, Francia. Estadía: 1<sup>o</sup> de diciembre de 2017 al 28 de febrero de 2018.

Durante su estadía se familiarizó con técnicas magneto-ópticas empleadas para investigar la dinámica de paredes de dominios inducida por corriente eléctrica a fin de implementarla en el LNMD. Avanzó en el estudio de la dinámica de paredes de dominios magnéticos bajo la excitación de campos magnéticos y eléctricos en micro y nano pistas magnéticas de MnAs previamente micro fabricadas en la Sala Limpia del CAC. El depósito y definición de contactos eléctricos por “lift-off” se realizó en la sala limpia del INSP. Los resultados preliminares indican la presencia de óxido nativo de GaAs que es necesario remover en el proceso de micro fabricación de los dispositivos, ya que deterioran la calidad de los contactos eléctricos a bajas temperaturas. Actualmente se está trabajando en la sala limpia del CAC para resolver el problema. Por otra parte, durante esta estadía se realizaron mediciones de transporte a bajas temperaturas y altos campos magnéticos con el fin de determinar una transición en el tipo de portadores (de e- a agujeros+) con campo magnético y temperatura, comportamiento reportado en la literatura y evidenciado en las muestras. La caracterización del tipo de portadores eléctricos permitirá determinar la dinámica de paredes de dominios asistida por STT (spin torque transfer) e inducida por los distintos tipos de portadores por microscopía Kerr. Así mismo, se crecieron y caracterizaron por magnetometría y microscopía magneto-óptica multicapas de Co/Pt en la misma Universidad. Estos sistemas serán utilizados para facilitar la alineación del microscopio a construirse en Argentina, debido a su buen contraste magnético y la posibilidad de ajustar la anisotropía fuera o dentro del plano, así como el tamaño de dominio controlando el espesor de las capas y el número de períodos. Participó de la reunión de la “European X-Ray Free-Electron Laser Facility” realizada los días 11 y 12 de diciembre 2017 en París. También participó del “workshop MATE” realizado en París el 2 de febrero de 2018, donde presentó el trabajo “Injection locking at 2f of spin-torque oscillators under influence of thermal noise” en forma oral.

#### **Ondas acústicas superficiales en nanoestructuras magnéticas**

Misión de la investigadora Dra. Laura Steren. Laboratorio de origen: Nanoestructuras Magnéticas y Dispositivos del CAC. Lugar de trabajo en el exterior: Institute des Nanosciences de Paris, Sorbonne Universités, Paris, Francia. Estadía: 1<sup>o</sup> de febrero al 15 de febrero de 2018: Visita para discutir sobre futuras colaboraciones en el estudio de la inversión de magnetización de películas delgadas a través de ondas acústicas superficiales. Participación del “workshop MATE” realizado en París el 2 de febrero donde presentó el trabajo “Physics at oxides interfaces” en forma oral.

### **Laboratorio Ítalo Argentino de Nano Magnetismo (LIANAM)**

El 1<sup>o</sup> de abril de 2011 la CNEA y el Istituto di Struttura della Materia de Italia acordaron la creación del Laboratorio Ítalo Argentino de Nanomagnetismo (LIANAM), conformado por el Laboratorio de Resonancias Magnéticas del CAB y el Istituto Di Struttura Della Materia del Consiglio Nazionale Delle Ricerche de Italia. El LIANAM se dedica al estudio de las propiedades fundamentales de los materiales magnéticos nanoestructurados de interés tecnológico en áreas estratégicas tales como la nanoelectrónica, sensores magnéticos y almacenamiento de información. Los beneficios del laboratorio conjunto son la integración de la experiencia e instalaciones complementarias que permitan la preparación, caracterización y el estudio de las propiedades magnéticas y magneto-transporte de nuevos materiales, utilizando una amplia gama de metodologías y técnicas. En el año 2018, se realizaron trabajos conjuntos estudiando muestras diseñadas y producidas en el LRM. Se están interpretando los resultados obtenidos.

### **Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN)**

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 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 para incorporar el potencial innovador de las micro y 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 el país.
- 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.

## Proyecto Antena Radar de Apertura Sintética (ARAS)

Tiene como objetivo el desarrollo y fabricación por la CNEA de una antena de apertura sintética para un instrumento radar para la CONAE, en el marco de un contrato específico entre ambos organismos.

### Actividades y logros en 2018

En el año 2018 se completó la integración y la campaña de ensayos de aceptación del modelo de vuelo PFM de la Antena SAR destinada al satélite SAOCOM 1A. El satélite fue exitosamente puesto en órbita en octubre de 2018 y la antena del instrumento SAR, cuya estructura y mecanismos fueron diseñados y fabricados en la CNEA, se desplegó sin inconvenientes. CNEA también fabricó los módulos radiantes de la antena. Asimismo, se entregaron, prácticamente en su totalidad, los paneles estructurales, módulos radiantes y mecanismos destinados al modelo FM de la antena SAR destinada al satélite SAOCOM 1B y se comenzaron las tareas de asistencia a la CONAE en la integración y ensayo de esta segunda antena de vuelo.

## Investigación y Desarrollo en Química

**Objetivo Estratégico 1:** Generar capacidades científico-técnicas en el área de la química para atender los desarrollos tecnológicos que requiera CNEA y el resto del sector nuclear.

**Objetivo específico 1.1:** Desarrollar metodologías e ingeniería conceptual de procesos para la obtención y purificación de uranio y otros elementos de interés nuclear y recuperación de elementos asociados de interés industrial.

**Objetivo específico 1.2:** Desarrollar y diseñar tecnología, controles, procesos y diseño conceptual de equipos y sistemas asociados a la química del agua para centrales nucleares, reactores experimentales e instalaciones relacionadas.

**Objetivo específico 1.3:** Estudiar el comportamiento de los óxidos, generados sobre materiales estructurales de centrales e instalaciones nucleares, frente a los fluidos refrigerantes y de proceso.

**Objetivo específico 1.4:** Evaluar propiedades y diseño conceptual de dispositivos experimentales para refrigerantes de reactores de IV Generación.

**Objetivo específico 1.5:** Desarrollar tratamientos avanzados de purificación de aguas y tecnologías de descontaminación y remediación ambiental.

**Objetivo específico 1.6:** Desarrollar e implementar actividades de apoyo para el monitoreo ambiental decena.

**Objetivo específico 1.7:** Desarrollar capacidades de diseño del uso de la energía de centrales de baja potencia para desalinización de agua de mar y otros usos industriales y la optimización del empleo de agua en instalaciones y emprendimientos nucleares.

**Objetivo específico 1.8:** Mantener, actualizar y desarrollar la capacidad operativa de los análisis químicos e isotópicos para dar apoyo a los proyectos y actividades de CNEA y del sector nuclear.

**Objetivo Estratégico 2:** Generar y aplicar conocimiento original e innovativo vinculado a las ciencias químicas orientado a las necesidades de CNEA.

**Objetivo específico 2.1:** Desarrollar y aplicar adsorbentes para procedimientos separativos e inmovilización de metales pesados y radionucleidos.

**Objetivo específico 2.2:** Generar conocimientos científicos sobre la química de superficies de coloides para el diseño, optimización y control de procesos.

**Objetivo específico 2.3:** Generar conocimiento científico para el desarrollo de nanomateriales funcionales y nuevos materiales y su aplicación en procesos.

**Objetivo específico 2.4:** Generar y aplicar conocimientos para el uso de fluidos en condiciones subcríticas y supercríticas y de solventes benignos como medios de procesos.

**Objetivo específico 2.5:** Desarrollar capacidades científicas y tecnológicas para el diagnóstico y remediación ambiental.

**Objetivo específico 2.6:** Generar conocimiento acerca de los mecanismos de la dispersión y las transmisiones fisicoquímicas de especies químicas en aire, agua y suelo.

## Química

### Actividades y logros en 2018

- Diseño de facilidad para estudios de corrosión en metales líquidos, sodio, en condiciones estáticas. Participación en la Escuela de Sodio. CEA, Caradache, Francia.
- Conversión de energía, ciclos térmicos que involucran metales líquidos, circuitos intermedios y almacenamiento y distribución. Participación en el "Argentina-United States JSCNEN Advanced Reactor Technologies Collaboration-Energy Conversion".
- Desarrollo de procedimientos de recuperación de metales preciosos de material electrónico enviado a desuso.
- Caracterización de la interacción competitiva de zinc y cobalto con productos de corrosión formados sobre materiales estructurales del sistema primario de reactores PHWR y PWR.
- CAREM-25: diseño de presurizador de puesta en marcha. Diseño de pruebas pre-operacionales para sistemas pasivos. Ingeniería conceptual del acople de sistemas de desalinización a la central. "Fouling" de generadores de vapor helicoidales.
- CAREM-480 comercial: diseño conceptual de la fuente fría pasiva para casos de LOHS y LOCA y otros sistemas auxiliares.
- RA-10: Soporte en la ingeniería conceptual y básica y asistencia en el área de procesos del reactor. Circuito de irradiación para ensayo de EECC: Diseño del sistema pantalla de venenos líquidos y gas de cobertura asociado.

- Preparación de cupones de materiales para ensayos hidrotérmicos previos al acondicionamiento en caliente para la colocación en autoclaves del sistema primario de la CNE.
- Asistencia técnica a CNE: Responsable del “Contrato de asistencia técnica en el área de química, corrosión y materiales para la CNE en el Proyecto de Extensión para el Segundo Ciclo de Operación”.
- Implementación y desarrollo de normas y procedimientos para la caracterización de componentes de reemplazo, protección transitoria y limpieza durante la fabricación para el Proyecto CNE.
- Diseño de esquemas de “lay up” y conservación de equipos y componentes.
- Preparación del procedimiento y asistencia como responsable externo de la puesta en marcha en química y procesos de la CNE.
- Asistencia técnica a las CA I y II. Modelos e índices para la detección de EECC con falla. Relaciones entre química, corrosión y “fouling” de intercambiadores. Alternativas al uso de hidracina. Talleres de capacitación.
- Asistencia técnica para la alcalización de manuales y procedimientos de planta.
- Interacción del zinc con el óxido formado sobre materiales estructurales del sistema primario de reactores PHWR y PWR. Efectos en las Centrales Atucha I y II. Seguimiento.
- Nuevas centrales de potencia: Tecnologías para la planta de agua, gestión y optimización del consumo.
- Ingeniería conceptual, estudio y desarrollo de procesos para la extracción y purificación de concentrado de uranio a partir de minerales conteniendo molibdeno. Reducción y reciclaje del agua y tratamiento de colas de minería líquidas y sólidas mediante precipitación y bioprocesos.
- Membranas líquidas: Desarrollo de procesos y operaciones para hidrometalurgia del uranio y separación y recuperación de elementos asociados.
- Aplicaciones no eléctricas y mixtas (eléctricas y térmicas) de la energía nuclear: Desalinización y vapor para procesos industriales. Recuperación de elementos de salmueras.
- Participación en el OIEA - “Technical Working Group Nuclear Desalination and water Management in Nuclear Power Plants” y el OIEA - “Coordinated Research Project-Low Temperature Nuclear Desalination”. Diseño de sistema MP-MEE.
- Determinación de octadecilamina en presencia de otros aditivos de los circuitos de las centrales nucleares. Supervisión de personal del Química y Procesos en Instalaciones Nucleares de la CNEA.
- Participación en congresos nacionales e internacionales (“posters”, presentaciones orales, conferencias).

#### **Química Analítica**

- Participación en diversos ensayos de intercomparación de muestras de aguas, y matrices conteniendo U.
- Dirección de proyectos de investigación y desarrollo financiados por ANPCyT y CONICET:
  - “Especies metal-ligando de relevancia ambiental: Estudio de la especiación de complejos derivados de la actividad nuclear por espectrometría de masa con ionización por electrospray”.
  - “Origen y destino de aerosoles carbonosos en dos zonas relevantes de Argentina”.
  - “Revaluación y determinación de contaminantes emergentes en aerosoles urbanos”.
- Estudios de los efectos de la irradiación en el deterioro de películas de acetato de celulosa. Determinación de ácido acético por HPLC.
- Determinación de octadecilamina en presencia de otros aditivos de los circuitos de las centrales nucleares.
- Remoción de iones metálicos asociados a la actividad nuclear con materiales naturales de bajo costo.
- Estudios de especiación de mercurio en distinto tipo de matrices ambientales y nucleares.
- Síntesis, caracterización y funcionalización de nanomateriales.
- Estudios para evaluar la contaminación atmosférica:
  - Desarrollo y aplicación de métodos analíticos para la determinación de levoglucosano por GC-MS y PAHs en muestras aire y de material particulado por HPLC.
  - Desarrollo de métodos analíticos para la identificación y determinación de aminas aromáticas heterocíclicas en material particulado atmosférico por UHPLC-MS/MS.
  - Estudio comparativo de los niveles de contaminación atmosférica entre Buenos Aires y Tokio.
- Análisis isotópico de uranio por espectrometría de masas por termoionización (TIMS) para diferentes sectores del ámbito nuclear para control de calidad de combustibles nucleares para salvaguardias nucleares (ABACC).
- Análisis de concentración de uranio por espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente para NASA.
- Participación en ensayos de intercomparación de análisis isotópico de uranio, organizados por New Brunswick Laboratory (NBL) de Estados Unidos y el OIEA.
- Participación en el Proyecto de validación del método ABACC-Cristallini para el muestreo de  $UF_6$  en instalaciones nucleares y posterior análisis con fines de salvaguardias. Asistencia a reunión técnica en sede de ABACC.
- Capacitación en Lawrence Livermore National Laboratory de Estados Unidos de una profesional en espectrometría de masas por dilución isotópica (ID-MS) para análisis de Radiocronometría, aplicado a estudios de Forense Nuclear.
- Adecuación de Laboratorio para instalación de dos espectrómetros de masas para isótopos estables. Entrenamiento de personal en laboratorio Sede Central en el método de análisis isotópico de partículas de uranio.
- Trabajos de desarrollo analítico para la optimización del método FT-TIMS aplicado en salvaguardias.
- Estudio de factibilidad de modificaciones y diseño de “software” para el Microscopio Digital VHX-2000 con aplicaciones pertinentes al método FISSION TRACKS (análisis de partículas de actínidos).
- Diseño y fabricación de un recipiente (CAN) y un soporte de placas de vidrio, destinado a la irradiación de partículas de uranio. Fabricación y optimización de agujas de tungsteno para el levantamiento de partículas de uranio y para el corte de films de policarbonato.
- Desarrollo de nueva versión del “software” de cómputo y control del espectrómetro de masas termoionización NUCLIDE (en progreso, 15% de avance). Modificación del sistema de vacío del Nuclide.

- Armado de grilla de vidrio con partículas de uranio fijas en policarbonato para pruebas de irradiación en el RA-I, para optimización de técnica de revelado de detector de policarbonato y desarrollo de “software” para detección automatizada de “Fission Tracks”. Obtención y análisis de imágenes de “Fission Tracks”.
- Estudio de diferencias entre detectores de policarbonato y condiciones y tipos de “etching” para el revelado, en el método de “Fission Track”. Fabricación y optimización de agujas de tungsteno para el levantamiento de partículas de uranio. Avances en análisis de pico-cantidades de U.
- Auditoría realizada en el mes de mayo al Laboratorio de Espectrometría de Masas de la Norma ISO 17025/2005.
- “Curso de capacitación implementación de la norma IRAM-ISO 17025:2015” dictado en la CNEA.
- Participación en el “XIV Congreso Latinoamericano de Hidrogeología” realizado en Salta en octubre.
- Desarrollo de “script data logger” para monitoreo del ultra alto vacío del tubo del espectrómetro de masas por termoionización Triton-Plus.
- Aplicación de la fluorescencia de rayos X dispersiva en longitud de onda (WDXRF) para el análisis de aleaciones especiales y componentes estructurales.
- Calidad de agroalimentos aplicando la fluorescencia de rayos X, enfocados principalmente en calidad de leche.
- Implementación de la fluorescencia de rayos X en las técnicas forenses como soporte en el análisis químico elemental en muestras complejas.
- Aplicación de la metodología de análisis para la aleación Ag-In-Cd por fluorescencia de rayos X dispersivo en longitud de onda.
- Desarrollo de métodos para el análisis de impurezas en pines de cobalto por reflexión total (TXRF) para CONUAR.
- Participación en el proyecto de cooperación técnica del OIEA en el marco del programa ARCAL ARCAL CXXXIX “Developing indicators to determine the effect of pesticides, heavy metals and emerging contaminants on continental aquatic ecosystems important to agriculture and agroindustry”.
- Participación en el programa de investigación coordinado por el OIEA C6/ARG/15015VI/ARG/71008 “Use of isotopic techniques to improve the Management of water resources groundwater”.
- Participación en el programa de investigación coordinado por el OIEA “Use of Isotope Hydrology to Characterize Groundwater Systems in the Vicinity of Nuclear Power Plants”, Proyecto CRP F33022.
- Desarrollo de métodos quimiométricos para aplicaciones nucleares.
- Determinación de Co y B en aleaciones (Incoloy).
- Determinación de la composición isotópica de combustibles nucleares gastados por espectrometría alfa.
- Aplicación de nanomateriales a la preconcentración de metales y metaloides. Mercurio y metil mercurio.
- Estudios para evaluar la contaminación atmosférica urbana.
- Desarrollo y aplicación de métodos analíticos para la determinación de aminas aromáticas heterocíclicas en muestras de material particulado atmosférico y de cenizas por UHPLC-MS/MS.
- Estudio fuentes de isótopos elementales e isótopos de Pb y Nd en muestras de aire de diferentes continentes.
- Realización de análisis químicos que arrojaron 7.517 resultados analíticos informados. El 95% de los análisis se realizaron para solicitantes internos de CNEA y empresas relacionadas. Un 1% para solicitantes externos de organismos públicos y 4% para solicitantes externos del ámbito privado. Entre los servicios realizados se incluyen:
  - Análisis de aguas en el marco del diagnóstico y línea de base ambiental para el Programa Nacional de Gestión de Combustibles Gastados y Residuos Radioactivos.
  - La Línea de base ambiental de centros de medicina nuclear.
  - Análisis de aguas, aire (filtros) y efluentes en el marco del monitoreo ambiental en el CAE y el CAC.
  - Análisis de aguas y suelos en el marco de las tareas de las actividades de prospección y línea de base ambiental. Filtros de Policarbonato y acetato de celulosa para diagnóstico ambiental del área CAREM.
  - Vegetales, suelos, sedimentos, filtros y soluciones para diagnóstico ambiental del CTP.
  - Otras muestras de rutina relacionadas con el ciclo de combustible nuclear, como determinación de impurezas en polvo de grafito, pines de cobalto, UO<sub>2</sub>, aleaciones (Incoloy, AgInCd), pastillas de combustible nuclear, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, aluminio, alúmina, acero. Determinación de atmósfera interna y presión en barras de combustible de la CNE y garrafas, entre otras.

#### Aplicaciones de la Química

- Síntesis y caracterización de líquidos iónicos fluorescentes.
- Caracterización de procesos de transferencia de energía en líquidos iónicos.
- Desarrollo de líquidos iónicos como solventes para centelleo líquido y para detección de neutrones.
- Diseño, caracterización y obtención de nanomateriales metálicos y compuestos metal-óxido.
- Diseño, caracterización y obtención de nanomateriales con mesoporosidad controlada.
- Síntesis de materiales fotoactivos en el infrarrojo cercano basados en lantánidos.
- Caracterización de procesos de difusión en matrices mesoporosas.
- Desarrollo de procedimientos de recuperación de metales preciosos de material electrónico enviado a desuso.
- Desarrollo de procedimientos de funcionalización de superficies de nanomateriales.
- Caracterización de la interacción entre iones metálicos disueltos en medios acuosos y funciones químicas ancladas a partículas coloidales.
- Desarrollo de sensores basados en cristales fotónicos bidimensionales.
- Participación del “Laboratorio de Ideas – Y-TEC / CNEA” apuntado al desarrollo de innovaciones tecnológicas para el área de energía.

- Caracterización de la interacción competitiva de zinc y cobalto con productos de corrosión formados sobre materiales estructurales del sistema primario de reactores PHWR y PWR.
- Caracterización de la interacción de etanolaminas con partículas de crudo en suspensión.
- Desarrollo de nanosensores químicos y recubrimientos inteligentes para reconocimiento selectivo y detección de analitos de interés ambiental e industrial.
- Evaluación de las propiedades de medios refrigerantes (sodio) empleados en reactores de IV generación.
- Participación en el programa de investigación coordinada del OIEA CPR I3 I 024 "Sodium Properties and Safe Operation of Experimental Facilities in Support of the Development of Sodium-Cooled Fast Reactors (NAPRO)".
- Estudio de reacciones químicas en condiciones de plasma.
- Desarrollo de procesos para el acondicionamiento de gases provenientes del tratamiento térmico de residuos de matriz orgánica mediante plasma de baja temperatura.
- Para el Programa Nacional de Residuos Radiactivos de la CNEA:
  - Desarrollo de procesos químicos para el tratamiento y acondicionamiento de residuos radioactivos.
  - Desarrollo de reactores de plasma para el tratamiento de efluentes gaseosos provenientes del tratamiento y acondicionamiento de residuos radioactivos.
  - Desarrollo de procesos separativos para residuos radioactivos.
  - Desarrollo de nuevas matrices para la inmovilización de residuos radioactivos de bajo y medio nivel.
  - Participación en el desarrollo de detectores de neutrones con resolución espacial; Proyecto LAHN – RA-10.

## Química ambiental

### Actividades y logros en 2018

- Desarrollo de suspensiones estables de nanopartículas de materiales de hierro (nanofluidos) y evaluación de la movilidad en columnas de arena para una potencial aplicación en remediación de suelos contaminados con uranio.
- Investigación sobre la estabilización e inmovilización de materiales de hierro en biopolímeros aplicados a la remoción de uranio y cromo en agua.
- Continuación de la investigación de remoción de nitrato, nitrito y amonio en agua por medio de procesos fotolíticos y de ultrasonido.
- Síntesis y caracterización de nanopartículas de hierro empleando métodos de química verde para la remoción de Cr(VI), As(V) y As(III).
- Estudio de la remoción de As(III) en agua con ferrita de lantano a oscuras y bajo irradiación UV-C (254nm).
- Desarrollo de reactores para gases impresos en 3D para la remoción de NO<sub>x</sub> y para la conversión de CO<sub>2</sub> en metano o metanol por medio de fotocatalisis heterogénea con TiO<sub>2</sub> inmovilizado en PET.
- Estudio de las emisiones y envejecimiento del PET empleado como material de soporte para reactores fotocatalíticos impresos en 3D.
- Estudio sobre la identificación del rol de las fuentes locales y regionales en el material particulado atmosférico medido en la ciudad de Bahía Blanca.
- Desarrollo de un modelo simulación de la interacción de la radiación solar con la nieve, el hielo y el carbono negro depositado en los glaciares. Estudio del caso en el Cerro Tronador.
- Desarrollo de un inventario anual de emisiones antropogénicas para América Latina y el Caribe de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, amoníaco y dióxido de azufre.
- Estudio de la espacialización de los cortes de energía eléctrica en el AMBA para una serie temporal de 10 años y su relación con las variables meteorológicas, en el marco de la identificación de estrategias de adaptación del sistema energético argentino bajo tensiones generadas por el cambio climático y los fenómenos extremos.
- Continuación de las líneas de investigación y desarrollo en tratamientos avanzados de purificación de aguas; tecnologías de remediación; transporte de contaminantes en agua, aire, sedimentos y suelos; desarrollo de inventarios de emisiones y estrategias de mitigación del cambio climático y monitoreo de contaminantes atmosféricos. Las actividades se llevaron a cabo en el marco de proyectos nacionales e internacionales cuyas principales características se resumen a continuación:
  - Estudios de calidad de aire en el marco de los estudios de línea de base ambiental de proyectos de la CNEA; se realizaron campañas de muestreo para la determinación de concentraciones gravimétricas de material particulado en suspensión con diámetro menor a 10 micrones (PM10) y de fluoruro (en fase gaseosa y sólida) y de monitoreo continuo de gases (óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, y dióxido de azufre) en los siguientes sitios: CTP, RA-10, Ezeiza; Sitio Ezeiza y Proyecto CAREM.
- Evaluación de la calidad del agua en sitios de CNEA:
  - Estudios de calidad de agua subterránea, superficial, sedimentos y suelos en el marco de los estudios de la Línea de Base Ambiental del Sitio Ezeiza.
  - Estudio de calidad de agua superficial y subterránea en el ex complejo Minero Fabril Los Gigantes.
  - Estudio hidrogeológico del acuífero en el que se ubica el Complejo Minero Fabril Los Gigantes.
  - Estudio de caracterización hidrológica del sistema de agua superficial en el Sitio Los Gigantes.
  - Participación en la elaboración del Documento Marco Sitio Los Gigantes.
  - Desarrollo de un inventario de gases de efecto invernadero para la provincia del Chaco.
  - Coordinación líder del proyecto de cooperación técnica del OIEA en el marco del Programa ARCAL RLA7023 "Assessing Atmospheric Aerosol Components in Urban Areas to Improve Air Pollution and Climate Change Management" enfocado a dilucidar el rol de las principales fuentes de emisión de

aerosoles atmosféricos en áreas urbanas de las ciudades de Asunción, Buenos Aires, México, Kingston, La Habana, Lima, Medellín, Montevideo, Panamá, Quito, San José de Costa Rica, San Pablo y Santiago de Chile.

- Desarrollo metodológico para la estimación de los aportes de fuentes regionales de aerosoles atmosféricos en el marco del proyecto de cooperación técnica del OIEA en el marco del Programa ARCALARCAL RLA7023.
- Desarrollo de sistema de medición de caudales en conductos de gases del relleno sanitario Norte.
- Adecuación y puesta en marcha del impactador en cascada Moudi para el muestreo de aerosoles atmosféricos en 13 fracciones de tamaño de partículas.

### Investigación y Desarrollo en Ciencias de los Materiales

**Objetivo Estratégico I:** Generar conocimiento científico y tecnológico, en el área de materiales y ensayos no destructivos y estructurales, para atender los requerimientos de CNEA y posibilitar su transferencia a otros sectores tecnológicos.

Objetivo específico 1.1: Mantener e incrementar la capacidad en investigación y desarrollo de materiales de uso nuclear, nuevos combustibles nucleares, materiales estructurales y funcionales, barrera de contención matrices para inmovilización de residuos.

Objetivo específico 1.2: Generar conocimientos, desarrollar técnicas y metodologías para aplicarlas a la caracterización y evaluación de materiales, superficies, componentes e instalaciones para ensayos destructivos y no destructivos. Realizar el seguimiento de procesos y mejorar su seguridad.

Objetivo específico 1.3: Investigar e implementar las experiencias necesarias para el estudio, desarrollo, fabricación y calificación de materiales a emplear en el desarrollo de ultracentrifugadoras.

Objetivo específico 1.4: Estudiar materiales bajo o post irradiación de neutrones.

Objetivo específico 1.5: Desarrollar y aplicar técnicas físicas, químicas y nucleares para el estudio y preservación de materiales de valor cultural.

Objetivo específico 1.6: Ampliar el conocimiento y desarrollar nuevos materiales y recubrimientos de interés para el sector tecnológico.

### Ciencias de los materiales y ensayos no destructivos

En el marco de estas disciplinas la CNEA realiza investigación básica y aplicada en materiales de uso en el campo nuclear. Las diferentes líneas de investigación comprenden:

- Componentes de reactores nucleares en servicio y de nueva generación.
- 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 y térmicas y fenómenos de transporte de los materiales.
- Daño por radiación y 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 y transmisión, difracción de Rayos X y microanálisis cuantitativo EDS y WDS.

### Actividades y logros en 2018

En 2018 la actividad continuó a ritmo sostenido manteniéndose la CNEA como referente para la provisión de asistencia técnica en temas de corrosión, selección de materiales, análisis de falla y caracterización de materiales, tanto de la industria nuclear como convencional. La investigación aplicada se concretó en la realización de 113 Informes Técnicos y en un total de 198 Informes de Ensayos y Documentos Técnicos, la mayoría de ellos se desarrollaron en las áreas de: caracterización de materiales, fundición de aleaciones, evaluación de propiedades y análisis de falla de diversos componentes de la industria nuclear y convencional, degradación de materiales por fenómenos de corrosión, y análisis termomecánico de componentes destinados a la industria aeroespacial. Además: Significativa producción científica, con un total de 50 publicaciones. Se presentaron 52 trabajos en congresos internacionales y 65 en congresos nacionales.

- Continuación de la participación de los integrantes de esta área en la formación de recursos humanos en distintas especialidades de Materiales, participando en docencia de grado y posgrado.
- Participación en evaluación de Proyectos del PICT 2015-Nº 226. Contrato OIEA 20913. Proyecto ANPCYT PICT/ 2016-0082 y Convenio técnico específico: SIDERCA S.A.I.C. / UNSAM / YPF Tecnología S.A.
- Participación en un total de 50 publicaciones.
- Realización de 11 viajes al exterior y 84 al interior con fines de asistencia a congresos, estudios de investigación, visitas técnicas e inspecciones de fabricación.

Otras actividades:

- Solicitud de Patente Nacional: INPI 20180100400; 21/02/2018: "Aleaciones de circonio con resistencia a la corrosión y temperatura de servicio mejoradas para usar en el revestimiento del combustible y las partes estructurales del núcleo de un reactor nuclear".
- Participación en la elaboración escritura y presentación de la Guía 2 para un BAPIN con el objeto de la construcción y equipamiento de un laboratorio para Estudios Pos-irradiación de Materiales Irradiados en el predio del RA-10.
- Conclusión de las tareas de calificación de soldaduras en los "feeders" de la CNE, (contratos con NASA).
- Caracterización de tensiones residuales por difracción de rayos X en tubos de Incoloy 800 producidos por FAE- CONUAR y utilizados para generadores de vapor de centrales nucleares.



Microscopio electrónico de transmisión  
Laboratorio de Materiales  
Centro Atómico Constituyentes

- Participación externa en grupo de coordinación del proyecto RA-10 para el tema de dopado de silicio por neutrones.
- Participación en el Proyecto ARAS para el Proyecto Satélite SAOCOM 1B: Recubrimientos de nitruro de cromo de piezas componentes del Mecanismo de Retención-Liberación de la Antena SAR 1B.
- Comienzo de la participación en proyectos de desarrollo. Por un lado, asistiendo en el acuerdo de servicio (AS-EN-GMAT-001 / 2018) en el marco del Proyecto BU-MAN (fundición de blindajes de U empobrecido en el horno de inducción bajo vacío ALD-VIM 6. Por otro, participando como apoyo en el “Proyecto Fabricación de Pastillas Absorbentes de Ag-In-Cd) para el Reactor CAREM-25”.

Los logros científicos más relevantes en 2018 fueron:

- Culminación de la tercera irradiación (1.860 horas) del material del recipiente de presión de la CNA II.
- Concreción de un amplio estudio sobre el efecto de los ciclos térmicos sobre la rotura diferida inducida por hidruros.
- El modelo PFM (Proto Flight Model) del satélite SAOCOM 1A, superó el nivel de calificación de los ensayos de vibración propuestos por los fabricantes del lanzador FALCON 9 en las instalaciones de CEATSA siendo lanzado a su órbita espacial desde la base de Vandenberg, Estados Unidos, el 7 de octubre, en forma exitosa.
- Premio José Galvele al “Mejor trabajo de investigación de materiales” presentado en el 18º Congreso SAM-CONAMET 2018. “Repasivación por enfriamiento de la corrosión en rendijas de aleaciones Ni-Cr-Mo”.
- Puesta punto de la autoclave Parker-Engineers de 4 litros de capacidad, adquirida en 2017. Equipo imprescindible para realizar ensayos de corrosión de aleaciones de circonio según Norma ASTM G2/ G2M-06.
- Solicitud de Patente Nacional: INPI 20180100400; 21/02/2018. Tema: “Aleaciones de circonio con resistencia a la corrosión y temperatura de servicio mejoradas para usar en el revestimiento del combustible y las partes estructurales del núcleo de un reactor nuclear”.
- Trámite en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) de patentamiento: “Aleaciones de circonio con resistencia a la corrosión y temperatura de servicio mejoradas para usar en el revestimiento del combustible y las partes estructurales del núcleo de un reactor nuclear”. En 2018 se aprobó el examen preliminar administrativo y técnico y se inició la solicitud. Trámite N° 18029168.
- Realización exitosa de los recubrimientos Arc-PVD para partes del Mecanismo de Retención-Liberación del Satélite SAOCOM 1B.
- Participación como responsables de las inspecciones durante la fabricación del recipiente de presión del CAREM- 25 y su “liner” de contención.



Ensayos No Destructivos - Laboratorio de Técnicas Superficiales Centro Atómico Constituyentes

### Investigación y Desarrollo en Robótica

El avance de la técnica permite la utilización de brazos robóticos en el ámbito nuclear. A diferencia de los dispositivos mecánicos diseñados para funciones específicas, los brazos robóticos pueden ser programados para diferentes actividades sin modificar su estructura mecánica básica. En su diseño intervienen varias disciplinas, como la electrónica, la mecánica, la óptica, la neumática y los sistemas de cómputo. A este conjunto se lo conoce como mecatrónica, la cual permite dar movimiento al brazo robótico.

La aplicación de la robótica en el área nuclear es extensa, desde robots que puedan tomar muestras de elementos físicos dentro de plantas nucleares, hasta aquellos que realizan tareas de inspección o mantenimiento dentro de las centrales nucleares. Su uso permite evitar la exposición de operarios a ambientes hostiles, como las altas temperaturas, las radiaciones o los trabajos repetitivos de mucho esfuerzo.

La CNEA, desde 2009, comenzó el estudio de esta tecnología para poder aplicarla al reactor argentino CAREM-25. Hoy cuenta con dos unidades robóticas. Para que un brazo robot realice una tarea determinada, primero éste debe aprenderla. Para ello se deben grabar todos los puntos y posiciones que ocupa el brazo en el espacio, que lo conducen a la tarea que se necesita realizar. Esta operación demanda personal entrenado tanto en robótica como en mecánica y en el área nuclear. Una vez concluido el aprendizaje, se coloca el brazo robot en modo de ejecución automática realizando la tarea en pocos minutos con precisiones del orden de los 0,1 mm. Los brazos robóticos permiten desarrollar o izar cargas, según los modelos, desde 340 Kg. hasta 500 Kg.

La CNEA cuenta con un brazo robótico que puede seguir un programa en forma automática hasta un determinado punto o fase de una operación y luego pasar al modo telecomando en el cual un operador puede guiar el brazo con su propia mano por medio de un bastón de mando.



Laboratorio de Robótica Centro Atómico Constituyentes

### Actividades y logros en 2018

- Automatización de conjunto rotador de pastillas de uranio-gadolinio para inspección visual (proyecto CAREM):
  - Asesoramiento mecánico a la empresa proveedora del conjunto rotador de pastillas de uranio-gadolinio para inspección visual.
  - Solución del problema en engrane que presentaba el diseño original del conjunto provisto por la empresa ganadora de la licitación.
  - Redacción de un informe detallando el funcionamiento propuesto.
  - Modificación e instalación del “software” desarrollado para el funcionamiento del equipo.
  - Entrega, prueba y puesta en marcha del equipo.
- Soldadura TIG:



Robótica

Corte por robot utilizando plasma

- Realización de tareas de soldadura del tipo TIG (tungsteno inerte gas) con aporte de material y robot KUKA KR16, soldadura sobre chapas de aluminio en diferentes espesores y ángulos.
- Cooperación con sector CELCA:
  - Realización del estudio de mercado sobre pequeños robots SCARA de 4 ejes, para aplicación requerida por personal del CAE, sector CELCA (celdas calientes). Posicionamiento de probetas para ensayo Charpy. Visita a instalaciones y proveedores analizando las propuestas ofrecidas.
- Visión Artificial:
  - Desarrollo de una aplicación capaz de reconocer una tuerca de tamaño real que podría formar parte de la brida de un reactor. En esta aplicación el robot se mueve sobre el plano de una mesa de trabajo en búsqueda constante de una tuerca. Una vez encontrada, el robot es capaz de manipularla mediante una garra específicamente diseñada y depositarla en una bandeja con la misma forma de la tuerca la cual también puede variar de posición y aun así es posible detectarla mediante procesamiento de imagen.
  - Trabajos en la calibración de la imagen ya que presenta deformaciones producidas por la curvatura del lente de la cámara, lo cual afecta a la hora de detectar las posiciones sobre un plano de manera exacta. La calibración, no solamente abarca a la toma de la imagen sino también a la traducción de píxeles (medidas que utiliza la visión artificial) a unidades de XYZ (que utiliza el robot Kuka kr16) para obtener una respuesta en milímetros. Se logró mejorar dicha calibración consiguiendo una precisión de  $\pm 10$  mm, suficiente para una abertura de garra mayor a  $80+25$  mm. del tamaño de la pieza a elevar o tomar. Distancia entre caras paralelas de la tuerca 80 mm. Esto permite al robot KUKA KR16 (el cual se encuentra montado en una plataforma omnidireccional) reconocer la posición exacta de una tuerca en un plano, es decir, de reconocer tanto su centro como la posición de sus caras. De esta manera se consigue un mayor grado de autonomía a la hora de trabajar en campo.
  - Próximamente se espera encontrar una solución a la problemática de las fuentes de luz, ya que las sombras que se generan cuando se trabaja con objetos en tres dimensiones dificultan la detección de dichos objetos.

Otras:

- Preparación de material educativo para cálculo de estructuras mecánicas y vibraciones y profesionalización del conocimiento. Capacitación del personal.
- Realización de visitas de universidades e intercambio, estudio de factibilidad de proyectos conjuntos (Universidad Nacional de San Juan).
- Plataforma autónoma (PAMO): Demostraciones varias, mantenimiento de baterías en PAMO y control remoto. Fabricación de cargador para remoto.

## SEGURIDAD NUCLEAR Y AMBIENTE

### **Área temática Gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados**

- *Infraestructura*
- *Investigación y desarrollo*
- *Servicios de gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados*

### **Área temática Desmantelamiento**

### **Área temática Seguridad nuclear, protección radiológica, física y salvaguardias**

- *Seguridad*
  - *Protección radiológica y seguridad nuclear*
  - *Seguridad en la gestión de los desechos radiactivos y del combustible gastado*
  - *Emergencias y seguridad física*
  - *Riesgos asociados a eventos externos*
  - *Seguridad e higiene en el trabajo*
- *Salvaguardias*

### **Área temática Gestión ambiental**

- *Actividades de gestión ambiental realizadas por el organismo central*
- *Actividades de gestión ambiental realizadas en los Centros Atómicos, Complejos y Delegaciones Regionales*
- *Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable (IEDS)*

### **Área temática Gestión de la calidad**

## SEGURIDAD NUCLEAR Y AMBIENTE

## Área Temática Gestión de Residuos Radiactivos y Combustibles Gastados

**Misión:** “Realizar la gestión segura de los residuos radiactivos y de los combustibles gastados, derivados exclusivamente de la actividad nuclear y sus aplicaciones efectuadas en el territorio de la Nación Argentina, de tal manera que se garantice la protección del ambiente, la salud pública y los derechos de las generaciones actuales y futuras”.

**Objetivo Estratégico 1:** Construir nuevas instalaciones y remodelar las existentes dentro del Área de Gestión Ezeiza (AGE) para completar las capacidades de gestión de los residuos radiactivos y las fuentes en desuso que son ingresadas a esta instalación.

Objetivo específico 1.1: Establecer las condiciones para el tratamiento y/o acondicionamiento de los residuos radiactivos generados en instalaciones públicas, privadas y de CNEA, y mejorar las instalaciones del AGE.

Objetivo específico 1.2: Continuar con la evaluación periódica de seguridad de los sistemas de disposición final del Área de Gestión Ezeiza, hasta establecer las condiciones de cierre definitivo.

**Objetivo Estratégico 2:** Mantener almacenados en forma segura los combustibles gastados de los reactores experimentales y de producción de radioisótopos.

Objetivo específico 2.1: Optimizar las condiciones de almacenamiento de los combustibles gastados de los reactores experimentales y de producción de radioisótopos.

Objetivo específico 2.2: Estudiar sistemas de almacenamiento en seco para los combustibles gastados de reactores de investigación y producción de radioisótopos.

**Objetivo Estratégico 3:** Definir y obtener la aprobación del sitio para los nuevos repositorios de residuos radiactivos de medio, bajo y muy bajo nivel.

Objetivo específico 3.1: Generar capacidad técnica para la caracterización ambiental de formaciones aptas para el emplazamiento de los nuevos repositorios cercanos a la superficie.

Objetivo específico 3.2: Realizar estudios ambientales en los sitios preseleccionados.

Objetivo específico 3.3: Proponer un sitio apto para su aprobación.

**Objetivo Estratégico 4:** Diseñar y licenciar los nuevos repositorios de residuos radiactivos de medio, bajo y muy bajo nivel.

Objetivo específico 4.1: Evaluar el inventario radiológico que será dispuesto en los sistemas de disposición acorde con los actuales requerimientos de caracterización de residuos.

Objetivo específico 4.2: Diseñar las barreras de ingeniería para los nuevos repositorios.

Objetivo específico 4.3: Realizar las actividades necesarias para el licenciamiento de las instalaciones.

**Objetivo Estratégico 5:** Evaluar las condiciones y la estrategia de transporte de los residuos radiactivos desde las actuales instalaciones de almacenamiento hacia los futuros repositorios de disposición final.

**Objetivo Estratégico 6:** Completar y mantener actualizado el inventario nacional de residuos radiactivos y de combustibles gastados.

Objetivo específico 6.1: Actualizar el sistema de inventario de los residuos radiactivos dispuestos en el AGE.

Objetivo específico 6.2: Estandarizar el Informe Nacional de Inventario de Residuos, Fuentes en Desuso y Combustibles Gastados.

**Objetivo Estratégico 7:** Actualizar de acuerdo con los avances del conocimiento y la experiencia, las tecnologías y métodos de gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados.

Objetivo específico 7.1: Disponer de las capacidades para la caracterización radioquímica de los residuos radiactivos generados en las centrales nucleares e instalaciones de CNEA, y de verificación de la calidad de residuos acondicionados.

Objetivo específico 7.2: Desarrollar y establecer procesos de tratamiento y acondicionamiento de las distintas corrientes de residuos generados en las centrales nucleares o que resulta necesario gestionar en el AGE.

Objetivo específico 7.3 Estudiar el comportamiento de distintos materiales utilizados como barreras de ingeniería para los sistemas de disposición.

Objetivo específico 7.4 Evaluar y definir los sistemas de tratamiento y acondicionamiento de los combustibles gastados de los reactores de investigación y de producción de radioisótopos.

**Objetivo Estratégico 8:** Establecer criterios de aceptación y recomendaciones a los generadores de residuos radiactivos y combustibles gastados y supervisar su cumplimiento para que se realice una adecuada transferencia en la oportunidad de ser recibidos por el PNGRR.

**Objetivo Estratégico 9:** Realizar actividades de información y divulgación de la temática en concordancia con la política de comunicación de CNEA.

**Objetivo Estratégico 10:** Realizar actividades que conduzcan a la selección y caracterización de posibles sitios para la disposición final de los residuos radiactivos de alto nivel.

Cumpliendo con las responsabilidades asignadas por la Ley Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (Ley N° 25.018), la CNEA, a través del Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR), realiza actividades de recolección, clasificación, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento y disposición final de residuos radiactivos mediante procedimientos establecidos por el Programa y aprobados por la ARN. Asimismo, planifica y diseña instalaciones para ampliar y actualizar la capacidad de tratamiento y acondicionamiento y para el almacenamiento interino del combustible gastado.

Como ocurre desde 2003, en marzo de 2018 se elaboró y elevó al Honorable Congreso de la Nación, conforme a lo establecido por la antemencionada ley, el “Informe sobre la gestión de los residuos radiactivos y de los combustibles gastados en la República Argentina” correspondiente al año anterior (2017).



Gestión de residuos radiactivos  
Edificio de acondicionamiento  
Área de Gestión Ezeiza

**Actividades y logros en 2018**

**Infraestructura**

Como en años anteriores, en 2018 se ejecutaron numerosas acciones tendientes a mejorar las instalaciones con que cuenta el Programa, y para optimizar la gestión del combustible gastado y los residuos radiactivos:

- En el Laboratorio para la Caracterización de Residuos Radiactivos (LABCAR) se continuó con las prácticas sin actividad para poner a punto las técnicas.
- Obtención de las autorizaciones específicas para el personal de la Planta Piloto de Cementado y Compactado, completándose y enviándose a la ARN el Informe Final de Seguridad y la Solicitud de la Licencia de Operación.
- Finalización de la obra civil y del sistema de ventilación de la Planta de Tratamiento y Acondicionamiento de Residuos Radiactivos (PTARR), y continuación de la construcción de un sistema de transferencia de resinas de intercambio iónico para pruebas en frío a escala real.
- En cuanto al tomógrafo gamma scanner, se calcularon con los programas MATLAB y MCNP las curvas de calibración para poder determinar la actividad contenida en los tambores medidos.
- La Facultad de Almacenamiento de Combustibles Irradiados de Reactores de Investigación continuó recibiendo combustibles gastados del RA-3, contabilizándose un total de 217 elementos almacenados en la instalación.

**Investigación y desarrollo**

En el marco del concepto de mejora continua de la gestión del combustible gastado y los residuos radiactivos, durante 2018 se ejecutaron actividades de investigación y desarrollo sobre:

- Cementado, procesos térmicos, inmovilización y respuesta a la radiación de resinas poliméricas de intercambio iónico agotadas generadas en los reactores de investigación y las centrales nucleares.
- Matrices cerámicas y vitrocerámicas, y de prensado isostático en caliente para la inmovilización del combustible gastado de los reactores de investigación y de producción de radioisótopos.
- Nuevos procesos para la producción de molibdeno-99 que eliminan o reducen de manera significativa la generación de residuos radiactivos.
- Caracterización hidrogeológica e hidrogeoquímica y prospección geofísica en la cuenca del Río Areco, provincia de Buenos Aires; y del sitio Los Gigantes, provincia de Córdoba.
- Caracterización del acuífero freático y suelos del Área Gestión Ezeiza (AGE), provincia de Buenos Aires.
- Mecanismos de corrosión y degradación de contenedores de residuos radiactivos, del combustible gastado de reactores de investigación y de las centrales nucleares durante su almacenamiento en húmedo y en seco, y de los silos de almacenamiento en seco del combustible gastado de las centrales nucleares.
- Degradación de estructuras de hormigón armado destinadas a la construcción de repositorios de residuos radiactivos.
- Caracterización no destructiva de residuos radiactivos históricos almacenados en el AGE.
- Reducción de volumen e inmovilización de residuos radiactivos mediante una torcha de plasma.
- Inmovilización de residuos radiactivos mediante un proceso termoquímico a baja temperatura en un solo paso para la concentración, desnitrificación, mezclado con la matriz de vidrio o vitrocerámico, y molienda, secado y producción de un polvo nanoparticulado homogéneo (en proceso de patentamiento).

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

Los servicios que se prestan son:

- Gestión de los combustibles gastados del reactor de investigación y producción de radioisótopos RA-3 y de los residuos de niveles bajo y medio generados en las instalaciones de la CNEA y en la Planta de Fabricación de Combustibles Nucleares de la empresa CONUAR.
- Supervisión de la gestión "in situ" de los residuos radiactivos de niveles bajo y medio generados en las centrales nucleares bajo responsabilidad de la empresa NA-SA, operadora de las mismas.
- Recolección, transporte y almacenamiento de fuentes de radiación decaídas provenientes de usuarios médicos e industriales de todo el país.
- Asesoramiento sobre tecnologías de gestión a distintos generadores de residuos radiactivos y distribución de los procedimientos de aceptación de residuos y capacitación a generadores.

Las instalaciones para esa gestión se encuentran en el Área de Gestión Ezeiza del CAE, provincia de Buenos Aires.

**Residuos radiactivos, fuentes decaídas y combustibles gastados gestionados en 2018**

Tipo	Cantidad
Combustible gastado del reactor RA-3	62 unidades
Residuos sólidos de nivel bajo procesados	9,80 m <sup>3</sup>
Residuos sólidos de nivel bajo sin procesar	11,16 m <sup>3</sup>
Residuos líquidos	1,35 m <sup>3</sup>
Fuentes decaídas de uso médico	91 unidades
Fuentes decaídas de uso industrial	731 unidades



Gestión de residuos radiactivos de baja actividad  
Área de Gestión Ezeiza



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



Gestión de residuos radiactivos  
Almacenamiento de fuentes de irradiación en desuso  
Área de Gestión Ezeiza



Facilidad de Almacenamiento de Combustibles Irradiados de Reactores de Investigación Centro Atómico Ezeiza

**Residuos radiactivos y combustibles gastados generados en 2018 en las Centrales Nucleares**

<b>Central Nuclear Atucha I</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
Combustible gastado	198 unidades (31,81 t de uranio inicial)
Residuos sólidos de nivel bajo	31,00 m <sup>3</sup>
Residuos sólidos de nivel medio - Filtros	0,11 m <sup>3</sup>
Residuos sólidos de nivel medio - Resinas	0,97 m <sup>3</sup>

<b>Central Nuclear Atucha II</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
Combustible gastado	364 unidades (68,80 t de uranio inicial)
Residuos sólidos de nivel bajo	3,20 m <sup>3</sup>
Residuos sólidos de nivel medio - Filtros	0,21 m <sup>3</sup>
Residuos sólidos de nivel medio - Resinas	2,82 m <sup>3</sup>

<b>Central Nuclear Embalse*</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
Combustible gastado	0 unidades
Residuos sólidos de nivel bajo	222,00 m <sup>3</sup>
Residuos sólidos de nivel medio – Filtros	0,00 m <sup>3</sup>
Residuos sólidos de nivel medio – Resinas	1,50 m <sup>3</sup>
Residuos sólidos de nivel medio –Barros	0,30 m <sup>3</sup>
Residuos estructurales procesados de nivel bajo	110,00 m <sup>3</sup>
Residuos estructurales procesados de nivel alto	0,00 m <sup>3</sup>

En agosto de 2016 comenzaron las tareas de desmantelamiento de algunos componentes y sistemas como parte del Proyecto de Extensión de Vida de la Central Nuclear Embalse. Durante el año 2017 y 2018 la CNEA continuó con estas tareas y por lo tanto no generó combustible gastado. Los residuos informados se deben, asimismo, a las tareas de Extensión de Vida de la central y no a las de operación y mantenimiento.

**Área Temática Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares**

**Misión:** “Planificar y realizar las actividades necesarias para el desmantelamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas en forma sostenible”.

**Objetivo Estratégico 1:** Elaborar planes preliminares de desmantelamiento estimando las corrientes y volúmenes de residuos radiactivos a generar por todas las instalaciones nucleares y radiactivas de CNEA.

**Objetivo Estratégico 2:** Impulsar, coordinar y efectuar desarrollos tecnológicos en descontaminación y en corte de estructuras y de componentes radiológicamente activos.

**Objetivo Estratégico 3:** Realizar la gestión y el tratamiento de estructuras, componentes e instalaciones.

**Objetivo Estratégico 4:** Desarrollar capacidades para evaluar planes de clausura para las centrales nucleares en operación.

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”.

**Actividades y logros en 2018**

En 2018 no se registraron actividades relevantes.

**Área Temática Seguridad Nuclear, Protección Radiológica, Física y Salvaguardias**

**Misión:** “Entender en todo lo relativo a protección radiológica, seguridad nuclear, protección física de materiales e instalaciones nucleares, seguridad física de fuentes radiactivas, salvaguardias, transporte seguro de material radiactivo e higiene y seguridad en el trabajo en todo el ámbito de CNEA, a efectos de proteger a los trabajadores, la población, el ambiente y los bienes”.



Pileta de almacenamiento temporario de elementos combustibles gastados Central Nuclear Embalse

**Objetivo Estratégico 1:** Garantizar la seguridad en CNEA, para el personal, el público y el ambiente, así como en las instalaciones desde el diseño hasta la clausura al fin de su vida útil.

Objetivo específico 1.1: Fortalecer la capacidad existente en los temas de seguridad en todo el ámbito de CNEA.

Objetivo específico 1.2: Optimizar los programas de monitoreo radiológico ambiental de los sitios de CNEA, haciendo públicos sus resultados.

Objetivo específico 1.3: Fortalecer el sistema de emergencias médicas radiosanitarias y optimizar el sistema de medicina laboral.

Objetivo específico 1.4: Optimizar programas de monitoreo radiológico del personal de las instalaciones radioactivas.

Objetivo específico 1.5: Optimizar programas de monitoreo de instalaciones y locales.

Objetivo específico 1.6: Fortalecer y mantener los sistemas de control y apoyo a las instalaciones.

Objetivo específico 1.7: Implementar una red de apoyo al licenciamiento de las instalaciones.

**Objetivo Estratégico 2:** Fortalecer la participación de CNEA en materia de seguridad, en el ámbito nacional e internacional.

Objetivo específico 2.1: Promover la adecuación de la legislación vigente en el contexto del Plan Estratégico de la CNEA.

Objetivo específico 2.2: Desarrollar e implementar un Programa de Protección Radiológica del Paciente a nivel nacional, posicionado a CNEA como referente en el tema.

Objetivo específico 2.3: Promover las actividades relacionadas con la seguridad, protección radiológica y salvaguardias, participando activamente en los foros nacionales e internacionales, representando a la CNEA.

## Seguridad

### Actividades y logros en 2018

#### Protección radiológica y seguridad nuclear

El objetivo principal de la CNEA como entidad responsable frente al organismo de control, la ARN, 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, promoviendo la cultura de seguridad en todos sus sectores, priorizando las cuestiones de seguridad de manera tal que reciban la atención que merecen en razón de su significado e importancia.

Un organismo central de seguridad radiológica y nuclear trabaja junto a los grupos que gestionan la seguridad en los diversos sitios y dirige sus esfuerzos en procura de:

- Fortalecer el compromiso de la CNEA con la seguridad y el ambiente.
- Contribuir con el incremento del capital intelectual mediante capacitación y entrenamiento en su área.
- Propiciar las medidas necesarias para lograr la operación segura de las instalaciones radiactivas, el transporte seguro de 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, 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 y autorizaciones respectivas emitidas por la ARN.

Durante 2018, el organismo central asesoró y brindó asistencia técnica a otros organismos y sitios de la CNEA, en aspectos tales como la elaboración y revisión de la documentación mandatoria, revisión de programas de monitoreo radiológico ambiental, cálculos de blindaje, dosimetría y condiciones de criticidad; asesoramiento en aspectos regulatorios de instalaciones Clase I, II, III y en la importación de fuentes y bultos de transporte, entre otros.

En el marco del proyecto nacional de cooperación técnica con el OIEA ARG9015 “Fortalecimiento de la Infraestructura Nacional para Seguridad Física y Radiológica” se organizó el “Curso nacional sobre capacitación en el uso de “software” IMBA (Integrated Modules For Bioassay Analysis Professional Plus) y se participó en la actualización de las nuevas publicaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

En 2018 se dictaron clases en carreras de grado, posgrado y cursos de protección radiológica, así como también en los cursos de entrenamiento y reentrenamiento de personal de las Instalaciones Clase I, dando inicio además al “Curso de Actualización para Personal de Instalaciones Radiactivas Clase II y Clase III del Ciclo de Combustible Nuclear”, diseñado conforme a los requisitos regulatorios establecidos en la Norma AR 0.11.4 Revisión 0 Licenciamiento de personal de instalaciones Clase II y Clase III del Ciclo de Combustible Nuclear.

Por otro lado, dentro del marco del evento público masivo “Reunión del G-20”, el organismo central participó en reuniones previas coordinadas por el Ministerio de Seguridad de la Nación, colaboró en las capacitaciones ofrecidas por la SSEN/OIEA a las fuerzas de seguridad y, además, participó en el evento G-20 en sí, teniendo como principal función el asesoramiento a dichas fuerzas de respuesta.

Se participó en la “Intercomparación de cálculo de dosis interna”, organizada por EURADOS.

Se elaboró una propuesta metodológica para la Revisión de Seguridad de los Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos con el objetivo de adecuarse a las normas y recomendaciones internacionales y se continuó participando en el Comité de Revisión Técnica de Reactores.

#### Laboratorio de Dosimetría Externa e Irradiación del CAC

Se realizaron 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), prestando servicios a las diversas instalaciones de la institución. A tal efecto, en 2018 se efectuaron 11.975 mediciones de dosímetros personales para 37 instalaciones, emitiéndose 317 informes de dosis. También se emitieron 8 informes de dosis individual de los últimos 5 años, solicitados por el OIEA. En dosimetría ambiental se emitieron 10 informes de dosis equivalente ambiental.

#### **Laboratorio de Dosimetría Personal y de Área del CAE**

Se realiza la medición de uranio y actividad en excretas humanas del personal profesionalmente expuesto con el objeto de detectar potenciales incorporaciones de material radiactivo y, además, se llevan a cabo las mismas determinaciones en muestras provenientes de áreas de trabajo. En el área ambiental, se realiza el análisis de muestras de agua, suelo y filtros provenientes de los monitoreos radiológicos ambientales en los diversos sitios de CNEA y zonas aledañas. También se trabaja en el desarrollo de técnicas analíticas que incluyen las determinaciones de nuevos analitos y en nuevas matrices, ampliando los servicios del Laboratorio. Asimismo, se brinda asistencia a los proyectos que requieran el desarrollo de una línea de base ambiental radiológica previa. Durante 2018, se analizaron aproximadamente 2.500 muestras, entre biológicas y ambientales. Se obtuvo la reacreditación y extensión del alcance de la acreditación emitida por el OIEA, la cual incluye las técnicas de “Determinación de uranio en aguas superficiales y subterráneas” y “Tritio en aguas”. Además, se desarrolló la técnica de “Determinación de uranio en heces” lo que permitirá dar una mejor respuesta al personal potencialmente expuesto en caso de incidente/accidente. En el marco del desarrollo del Programa de Protección Radiológica del Paciente se realizaron jornadas de capacitación, asistiendo y colaborando en el desarrollo de cursos en hospitales públicos; se promovió la formación y asesoramiento de comisiones de protección radiológica en hospitales, se establecieron canales de comunicación con las autoridades competentes para la actualización de la normativa vigente en protección radiológica en radiodiagnóstico y evaluación de las condiciones de trabajo en materia de protección radiológica, y se establecieron canales de comunicación con las diversas sociedades médicas para la realización de acciones conjuntas, como capacitación y evaluación de las condiciones de trabajo entre otras.

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

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 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).

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 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.

#### **Emergencias y seguridad física**

El objetivo principal de la CNEA en el campo de las emergencias radiológicas y convencionales es coordinar y promover las actividades necesarias para la actualización y mejora de los dispositivos, el equipamiento y la infraestructura requeridos para afrontar dichas emergencias en sus diferentes emplazamientos. Durante 2018 se continuó trabajando en la definición y organización de un sistema de emergencias radiológicas que incluya centros de atención e internación de sobreexpuestos y/o contaminados, y en el armado de un laboratorio de dosimetría biológica, mejorando las capacidades existentes. El organismo central participó en la organización y realización de simulacros de accidente radiológico en instalaciones Clase I a fin de incluir la capacidad de respuesta médica en dichos ejercicios.

La CNEA tiene también como responsabilidad contar con los sistemas de protección física adecuados correspondientes con el objetivo de evitar el robo, sustracción, hurto o dispersión indebida de material protegido, como así también evitar el sabotaje o intrusión en instalaciones significativas. A tal fin, en 2018 se trabajó en diversas acciones destinadas a mejorar, adecuar o implementar sistemas de protección física en las instalaciones operadas por la Institución.

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

El propósito de esta actividad es prevenir la ocurrencia de accidentes laborales y enfermedades profesionales en el ámbito de la CNEA, tanto para su personal como para el personal de empresas contratistas que presten servicios a la Institución. Las premisas en que se basan estas actividades son:

- Proteger la vida y preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores.
- Identificar los riesgos en los distintos puestos de trabajo y establecer e implementar medidas para su control.
- Estimular y desarrollar una actividad proactiva 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 e implementando medidas preventivas y/o correctivas adecuadas para minimizarlos o eliminarlos. Durante el año 2018 se verificaron “in situ” las condiciones de trabajo y el cumplimiento del marco normativo vigente en la materia realizándose visitas técnicas a los establecimientos de la CNEA y de terceros donde desarrolla actividades el personal.

## Salvaguardias

La Argentina exhibe un importante desarrollo con fines pacíficos de tecnología nuclear avanzada, habiendo logrado el dominio completo del ciclo de combustible nuclear. Ello posiciona al país en un lugar de prestigio internacional, comprometido con las aplicaciones pacíficas de esta tecnología de punta. En materia de salvaguardias y garantías de no proliferación, la Argentina y Brasil han establecido un mecanismo de construcción de confianza y transparencia mediante la firma en 1991 del “Acuerdo para el Uso Exclusivamente Pacífico de la Energía Nuclear”, que estableció la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC), cuya responsabilidad es aplicar un sistema de salvaguardias a las actividades nucleares de ambos países. Se trata de un mecanismo de confianza y representa una contribución tangible al andamiaje de la no proliferación nuclear mundial.

El compromiso de la Argentina con los usos pacíficos de la energía nuclear y la no proliferación también se constata con la firma del acuerdo de salvaguardias firmado con la ABACC, Brasil y el OIEA (Acuerdo Cuadripartito) por el cual todas las actividades nucleares del país están sujetas a un sistema de inspecciones internacionales. Por otra parte, la Argentina ha 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 a la ARN, a la ABACC y al OIEA. En 2018 la CNEA continuó el cumplimiento rutinario de las actividades que le corresponden en función de los acuerdos de salvaguardias concertados por el país, facilitó inspectores para desempeñar tareas en la ABACC y participó en la elaboración de proyectos conjuntos con Brasil a fin de que ambos países dispusieran de laboratorios analíticos acreditados con fines de salvaguardias.

## Área Temática Gestión Ambiental

**Misión:** “Disponer de un sistema de gestión ambiental y desarrollar conocimientos y tecnologías sostenibles acordes a las necesidades de CNEA”

**Objetivo Estratégico 1:** Consolidar el sistema de gestión ambiental de CNEA.

Objetivo específico 1.1: Completar y fortalecer el marco normativo interno.

Objetivo específico 1.2: Controlar en forma continua la situación ambiental en los sitios de CNEA y evaluar su evolución.

**Objetivo Estratégico 2:** Fortalecer la relación entre la sociedad y CNEA en lo concerniente al desempeño ambiental de la Institución.

Objetivo específico 2.1: Fortalecer el vínculo con las autoridades de aplicación.

Objetivo específico 2.2: Sistematizar y poner a disposición de la Institución la información ambiental.

Objetivo específico 2.3: Incorporar en la toma de decisión ambiental al medio socioeconómico y cultural de los sitios de CNEA.

**Objetivo Estratégico 3:** Desarrollar capacidades científico-tecnológicas para la gestión ambiental. Objetivo específico 3.1: Identificar las necesidades y fortalecer las capacidades científico-tecnológicas de investigación y desarrollo para la gestión ambiental.

Objetivo específico 3.2: Desarrollar e implementar tecnologías sostenibles.

Objetivo específico 3.3: Realizar estudios y desarrollar estrategias vinculadas a la eficiencia energética.

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 sostenible 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 2003 la CNEA hizo explícita su política ambiental a través de una “Declaración de Política Ambiental”. En su marco la CNEA aprobó, en diciembre de 2008, su “Manual de Sistema de Gestión Ambiental” (SGA) el cual establece los objetivos y las metas, determina la estructura funcional y asigna las responsabilidades que en materia ambiental corresponden a cada uno de los sectores de la Institución. De conformidad con ello, la gestión ambiental de la CNEA se realiza bajo la modalidad de la responsabilidad repartida y compartida entre un organismo central en materia ambiental y los sitios que la integran.

El organismo central entiende en el desarrollo y control del SGA, así como en la planificación de las estrategias de la gestión ambiental, participando con los sectores responsables de la ejecución de las actividades de la Institución en la determinación de las metas y objetivos necesarios. Por su parte, los sectores que desarrollan sus actividades en los sitios tienen la responsabilidad de determinar y asignar los recursos (humanos, técnicos y económicos) para la implementación del SGA y de controlar su desarrollo en sus respectivas áreas.

A partir de 2013, la gestión ambiental está estructurada en 4 áreas:

**Análisis ambiental**, de los impactos ambientales de las nuevas instalaciones y de las preexistentes, a partir de distintas herramientas de gestión ambiental.

**Auditoría ambiental**, del SGA de la CNEA en los sitios e instalaciones donde la CNEA desarrolla sus actividades.

**Fortalecimiento ambiental**, con responsabilidad en el asesoramiento del marco jurídico ambiental en el que se desarrollan las actividades, el diseño e implementación de actividades de capacitación y la compilación y comunicación interna de la información ambiental a través de un sistema de información geográfica, bases de datos y página web.

**Vigilancia ambiental**, con responsabilidad en la vigilancia y control del cumplimiento de los monitoreos establecidos en el marco del PGA y Procedimientos Operativos de Monitoreo Ambiental y, en casos específicos, la participación en las actividades de monitoreo ambiental en los sitios y proyectos de la CNEA.

#### Actividades y logros en 2018

En cumplimiento de los principios de la política ambiental establecidos en 2003 y en el marco de su SGA, la CNEA desarrolló en 2018 importantes actividades y alcanzó significativos logros:

- Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “Plan de Cierre del Yacimiento Schlagintweit. Etapa I: Gestión Zona de Diques”; presentado a la Secretaría de Minería del Ministerio de Industria, Comercio y Minería de Córdoba.
- Manifestación de Impacto Ambiental – Complejo Minero Fabril San Rafael – Etapa de Remediación – Fase I. Revisión y respuestas a las observaciones de Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI)
- Acondicionamiento de la Planta de Tratamiento de Efluentes del Sitio Ezeiza.
- Evaluación de Impacto Ambiental Acumulado Sitio Ezeiza.
  - Elaboración de informes de estudios de suelo, agua superficial y sedimentos y agua subterránea de línea de base ambiental (LBA) del Sitio Ezeiza.
  - Diseño e implementación del Programa de Capacitación Virtual para la Gestión Ambiental de la CNEA (12 módulos): Módulo I – Gestión Ambiental. Diseñado e Implementado para Personal General de CNEA y empresas asociadas.
- Presentación del Informe Final: “Proyecto Construcción, Puesta en Marcha, Operación y Desmantelamiento de la V Central Nuclear en la provincia de Río Negro. Selección de sitio. Evaluación del área geográfica de interés Costa Oeste”.
- Uso de Técnicas Isotópicas para la mejora de la Gestión del Recurso Hídrico Subterráneo (proyecto de cooperación técnica con el OIEA ARG/7/008): Presentación del Modelo Conceptual Hidrogeológico mejorado del sitio Los Gigantes, Córdoba, que contribuyó a la definición de la ingeniería de su remediación.
- Reunión del Grupo de Coordinación Institucional, con participación de los responsables de la Gestión Ambiental de los Sitios de la CNEA y sus empresas asociadas, evaluándose el desempeño ambiental 2018 y la planificación ambiental en el 2019 para los 19 sitios de la CNEA y el organismo de gestión ambiental central.

#### Actividades de Gestión Ambiental realizadas por el organismo central

##### Análisis Ambiental

- Participación en el Proyecto Centro Argentino de Protonterapia.
- Participación en el Proyecto Complejo Minero Fabril San Rafael – Etapa de Remediación – Fase I.
- Informe Impacto Ambiental del Proyecto Plan de Cierre del Yacimiento Schlagintweit, Provincia de Córdoba.
- Participación como docente en el Módulo I del Programa de Capacitación Virtual para la Gestión Ambiental.
- Desarrollo de bioensayos preliminares para el monitoreo de sitios impactados de la CNEA en el marco del Programa de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Gestión Ambiental.
- Participación en la elaboración y revisión de los documentos ambientales: Procedimiento General. Gestión de Residuos Peligrosos – Sitio Constituyentes; Informe de Impacto Ambiental – Etapa de Exploración Cateo Eugenio (Provincia de Río Negro); Memoria descriptiva del Laboratorio para Estudios de Materiales Irradiados (LEMI) – Sitio Ezeiza; Memoria Descriptiva – Sitio Constituyentes; Informe de Actividades - Centro Atómico Constituyentes; y Reporte Preliminar “Muestreo de agua en las inmediaciones al Yacimiento uranífero Rodolfo”.

##### Auditoría Ambiental

- Elaboración y ejecución del Programa de Auditoría Ambiental de la CNEA. Realización de auditorías ambientales de los siguientes sitios e instalaciones: Sitio Córdoba, Sitio Constituyentes, Sitio Ezeiza, Sitio Bariloche, Sitio Salta, Sitio Tonco, Sitio Trelew, Sitio Cerro Solo, Proyecto RA-10 y Sitio Lima.
- Participación en las dos ediciones del Módulo I del Programa de Capacitación Virtual para la Gestión Ambiental.
- Participación en las reuniones de EIA de Protonterapia.
- Realización de la auditoría ambiental para la renovación del Certificado Aptitud Ambiental del Proyecto RA-10.
- Participación de la inspección de ACUMAR en el CAE.
- Participación en la actualización y respuestas del EsIA del Complejo Minero Fabril San Rafael.
- Participación en la elaboración del Informe de Impacto Ambiental correspondiente al “Plan de cierre del Yacimiento Schlagintweit, provincia de Córdoba”- EsIA Los Gigantes - Capítulos Medidas de Mitigación y Plan de Gestión Ambiental.
- Participación en el “Encuentro Nacional de Evaluación Ambiental de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable”.

- Participación en la inspección realizada por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, para la renovación del Certificado de Aptitud Ambiental del Proyecto RA-10.

#### **Fortalecimiento Ambiental**

- Presentación del Programa de Capacitación Virtual para la Gestión Ambiental (PCVGA) en sitios de la CNEA e implementación para agentes de la Institución y de empresas asociadas del Módulo I.
- Desarrollo de planes de Capacitación Ambiental y Comunicación Ambiental para el “Plan de Cierre del Yacimiento Schlagintweit (Los Gigantes)”.
- Participación en la redacción de respuestas a las observaciones realizadas por la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI) vinculadas a Percepción Social en la Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael – Etapa Remediación – Fase I.
- Implementación del Plan de Comunicación Interna que incluye la actualización de la página de IntraWeb.
- Sistematización del archivo de publicaciones periódicas del ámbito nuclear.
- Informe mensual de Actualización de Normas Ambientales.
- Gestión de calidad de los documentos generados en el marco del SGC de la CNEA.
- Organización de la reunión anual del Grupo de Coordinación Institucional 2018. En el marco del Sistema de Gestión Ambiental de CNEA, los Sitios CNEA, las Empresas Asociadas ENSI SE, CONUAR-FAE SA, DIOXITEK SA, el organismo regulador ARN y la empresa INVAP presentaron sus actividades 2018 de gestión ambiental.

#### **Vigilancia ambiental**

- Vigilancia y control de los Sistemas de Monitoreo de los Sitios de la CNEA: Constituyentes, CAREM, Salta, Malargüe, San Rafael, Pilcaniyeu, Trelew, Los Gigantes, Cuyo, Bariloche y Ezeiza.
- Participación en la revisión del Documento Síntesis de Respuesta al Dictamen Técnico de la Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael Etapa de Remediación – Fase I, emitido por la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI).
- Elaboración del capítulo 2, “Descripción del Ambiente” y participación del proyecto ejecutivo del Informe de Impacto Ambiental “Plan de Cierre del Yacimiento Schlagintweit, provincia de Córdoba”, sitio Los Gigantes.
- Coordinación de actividades de estudios de Línea de Base Ambiental (LBA) en curso del Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia” de la CABA.
- Elaboración de informes de suelo, agua superficial y sedimentos y agua subterránea de LBA acumulada del sitio Ezeiza.
- Participación de la Comisión de Trabajo para la puesta en funcionamiento del Sistema Nacional de Datos de la Tierra, Agua y Atmósfera (SNDTAYa), en el marco del Programa de los Sistemas Nacionales.
- Elaboración de informe de análisis de resultados mensuales de los puntos de control de agua superficial y subterránea del sitio San Rafael.
- Revisión de Procedimientos de sitios Ezeiza, Los Gigantes y San Rafael.
- Revisión de informes técnicos de sitios de la CNEA.
- Revisión de Formularios de División Vigilancia y Control Ambiental.
- Adquisición de equipos de monitoreo ambiental.
- Actualización de la base de datos de las actividades de monitoreo ambiental (proveedores, laboratorios, insumos, equipos).

#### **Actividades de Gestión Ambiental realizadas por los Sitios de la CNEA**

En cumplimiento del SGA aprobado en 2008, los Sitios de la CNEA implementan y desarrollan actividades de gestión con miras a mejorar de forma continua su desempeño ambiental. Las realizadas en 2018 fueron:

##### **Sitio Ezeiza**

- Estudio del Impacto Ambiental acumulativo del sitio en curso.
- Adecuación de la planta de tratamiento de efluentes cloacales.
- Inspección de ACUMAR.
- ADA: Carga de documentación digital de los permisos a gestionar.
- SAyDS: Carga de documentación digital del Certificado Ambiental Anual.

##### **Sitio Bariloche**

- Monitoreo ambiental de parámetros convencionales y radiológicos.
- Elaboración del Plan de Gestión Ambiental.
- Inicio de la mensura del predio.

##### **Sitio Constituyentes**

- Gestión de residuos peligrosos.
- Monitoreo ambiental de efluentes líquidos y aire.
- Relevamiento consumos de gas y electricidad en las instalaciones del sitio.
- Sistema de separación de material reciclable interno.

##### **Sitio San Rafael**

- Presentación del documento Síntesis y Respuesta al Dictamen Técnico de la Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael – Etapa de Remediación – Fase I, emitido por la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.
- Realización de la Audiencia Pública de la Manifestación General de Impacto Ambiental Complejo Minero Fabril San Rafael: CNEA- Etapa de Remediación Fase I.
- Certificado Ambiental Anual N° G - 001013 en calidad de Generador de Residuos Peligrosos.

**Sitio Pilcaniyeu**

- Autorización por parte de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Río Negro de la Propuesta Metodológica del PGA.

**Sitio CAREM**

- Certificado de Aptitud Ambiental (2018-2020).
- Actualización de procedimientos PGA.
- Control de PTECs. Instalación de caudalímetros para efluentes.

**Sitio Trelew**

- Presentación ante el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de Chubut de la Declaración Jurada para la Renovación como Generadores de Residuos Peligrosos de la Regional Patagonia en la Provincia del Chubut (Sitio Trelew y Campamento Los Adobes).

**Sitio Salta - Tonco**

- Gestión de residuos peligrosos e industriales.
- Programa de monitoreo bacteriológico y físico-químico.
- Implementación del plan de acción de medidas correctivas ambientales.

**Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable (IEDS)**

El IEDS es un instituto de la CNEA creado en 2003 para dotar al Estado Nacional de un centro de referencia en Energía y Ambiente, a fin de contribuir al desarrollo económico y social del país. Su objetivo principal es promover el uso racional de los recursos energéticos, las energías limpias y el desarrollo sustentable. Sus permanentes áreas de trabajo son: la capacitación y divulgación del conocimiento, la investigación científica e innovación tecnológica y el desarrollo de proyectos relacionados. Actualmente trabaja en materia de eficiencia energética, bioenergía, biorremediación, bioindicadores ambientales y biohidrógeno.

**Actividades y logros significativos en 2018**

En 2018 el IEDS desarrolló los siguientes proyectos sobre Eficiencia Energética:

- Participó en la “Prueba Piloto Bariloche 2018 de Etiquetado de Viviendas”, como parte del Plan Nacional hacia la Eficiencia Energética.
- Analizó los consumos y factores que afectan la demanda energética en el CAB.
- Desarrolló el “software” para simulación de consumo energético de “dispensers” de agua con el objeto de ahorrar energía no utilizada.
- En cuanto al programa informático Qalcular, de distribución gratuita, desarrollado junto con la UTN para el cálculo de la eficiencia térmica de los edificios y su etiquetado, se firmó el acuerdo entre instituciones y se solicitó el registro como propiedad intelectual compartida CNEA (60%) y UTN (40%).
- Verificó el etiquetado energético de edificios a partir de mediciones en edificios construidos.
- Estudió la Variación de la Resistencia Superficial en viviendas de uso permanente en la zona templada húmeda, usando sensores para adquisición de datos y termografías.
- Colaboró en el desarrollo del procedimiento de cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas para Calificación y Certificación de Inmuebles.

Durante 2018 el IEDS también llevó a cabo los siguientes proyectos:

- Estudios de precursores de biodiesel y remediación de efluentes a partir de microalgas en la región andino-patagónica norte.
- Biorremediación de efluentes y producción simultánea de hidrógeno.
- Remediación de suelos y sedimentos contaminados mediante acoplamiento de procesos catalizados por microorganismos oxidantes y electrogénicos.
- Estudios de biorremediación de cromo utilizando microalgas, utilizando mecanismos de resistencia y remoción del metal.
- Optimización de biofilms de microorganismos autóctonos para remediación y producción de energía.

Además, en 2018, el IEDS participó en los siguientes eventos:

- En febrero, durante el Foro Internacional G-20 en Buenos Aires, el IEDS participó del Grupo de Trabajo de Transiciones Energéticas (ETWG) cuyo objetivo fue el fortalecimiento de la eficiencia energética y las energías renovables, el acceso y asequibilidad a la energía en América Latina y el Caribe, la reducción de los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles, y la transparencia de la información energética y digitalización de los mercados energéticos.
- En marzo, durante el taller “Advanced Materials And Nano-Technology For Energy And Environmental Sustainability” organizado por el CONICET, la Royal Society, la Royal Society of Chemistry y la UK Science and Innovation Network, llevado a cabo en el Centro Cultural de la Ciencia (C3) en Buenos Aires, el IEDS expuso sobre sus líneas de investigación en energía sustentable.
- En abril participó en el “XXVII Encuentro sobre Diseño y Sustentabilidad” organizado por la Unión de Arquitectos Andino Patagónicos en Villa Huinid, San Carlos de Bariloche.
- Durante junio y julio, participó en la organización y el dictado del curso “Certificación Energética de Viviendas – Proyecto Piloto Bariloche”.
- En junio, en el “6th International Symposium on Environmental Biotechnology and Engineering 2018 (6ISEBE)” que tuvo lugar en México, el IEDS presentó tres trabajos de investigación del Laboratorio de Bioenergía y Procesos de Biorremediación:
  - “Biological production of graphene hydrogels for electrode applications in bioelectrochemical systems”.

- “An electrogenic microbial community from the polluted Reconquista River as revealed by molecular and kinetic analysis”.
- “Metal bioremediation performed by native algae isolated from the Reconquista River”, llevado a cabo en colaboración con la UNSAM.
- En julio, invitado por el Centro de Formación Continua del IB, el IEDS dictó el curso “Enzimas: la Máquina de la Vida” en el CAB.

#### Tareas de difusión:

- Publicación en la Revista Científica de la Royal Society of Chemistry (Reino Unido) del artículo “Development and Characterisation of Self-Assembled Graphene Hydrogel-Based Anodes for Bioelectrochemical Systems”.
- Confección del documento técnico interno “Aislamiento de Especies de Microalgas con Interés Biotecnológico”, en base a trabajos de investigaciones desarrolladas en el Laboratorio del IEDS en el CAB.
- Confección del informe técnico “Determinación de electrotrofia del consorcio de microorganismos electrogénicos del Río Reconquista”.
- Presentación en el Café Científico organizado por el IB, en la ciudad de Bariloche, del tema “Eficiencia Energética en Hogares ¿Hacia dónde vamos?”.
- Publicación de 24 nuevos títulos de la publicación de divulgación “Hojitas de Conocimiento”. La misma incluyó una edición especial sobre eficiencia energética con la participación de 10 especialistas de renombre, de la CNEA, otras instituciones y empresas privadas.
- Desde este año el IEDS pasó a ser miembro pleno de LANENT (Red Latinoamericana para la Educación y la Capacitación en Tecnología Nuclear).

### Área Temática Gestión de la Calidad

**Misión:** “Participar en la formulación y revisión periódica de la Política de la Calidad de la CNEA, instrumentando las acciones necesarias para que dicha política sea implementada en todos los sectores, propendiendo a la mejora continua”

**Objetivo General 1:** Lograr el compromiso de las jefaturas y el personal de la Institución con la Política de la Calidad.

**Objetivo Particular 1.1:** Disponer, en todos los niveles de la organización, de objetivos de calidad alineados con la Política y con los presentes Objetivos Institucionales de la Calidad, y contar con responsables que coordinen su implementación.

**Objetivo General 2:** Contribuir a la implementación de sistemas de gestión de la calidad.

**Objetivo particular 2.1:** Disponer de sistemas de gestión de la calidad calificados, en los sectores que prestan servicios a proyectos, a terceros o que llevan a cabo actividades científicas, técnicas u operativas prioritarias.

**Objetivo particular 2.2:** Disponer de diagnósticos, autoevaluaciones y auditorías internas en los sectores que tengan sistemas de gestión de la calidad.

**Objetivo General 3:** Fortalecer la Red de Calidad de CNEA y sus interacciones con organismos externos en la materia.

**Objetivo particular 3.1:** Mantener y mejorar la capacidad de la red para realizar intercambios de información, experiencias y otras colaboraciones entre los participantes.

**Objetivo particular 3.2:** Fomentar y participar en programas de capacitación internos y externos a la organización, en los aspectos referidos a la temática de calidad.

**Objetivo particular 3.3:** Mantener y mejorar la participación en los organismos rectores en materia de calidad y con organizaciones del área nuclear en temas de calidad.

**Objetivo General 4:** Mantener y mejorar el funcionamiento del Comité de Calificación de Laboratorios e Instalaciones – CoCALIN.

**Objetivo particular 4.1:** Asegurar la disponibilidad de auditores, evaluadores y expertos técnicos para realizar las auditorías internas y evaluaciones de gestión de la calidad.

**Objetivo particular 4.2:** Mantener operativo y fortalecer el COCALIN tanto en su organización como en su funcionamiento. Elaborar e implementar un plan de calificación a todos los sectores que tengan sistemas de gestión de la calidad y recalificar periódicamente los sectores que no tengan una certificación o acreditación.

**Objetivo General 5:** Fortalecer el funcionamiento del Comité de Gestión de Interlaboratorios de CNEA - INTERLAB.

**Objetivo particular 5.1:** Establecer e implementar programas de interlaboratorios que cubran las necesidades y prioridades institucionales en la materia.

**Objetivo General 6:** Contribuir a la confiabilidad metrológica en las actividades de los laboratorios e instalaciones de CNEA.

**Objetivo particular 6.1:** Mantener y ampliar la oferta de servicios de calibración.

**Objetivo particular 6.2:** Calificar y/o lograr la acreditación de todos los laboratorios de CNEA que presten servicios de calibración.

Las actividades de gestión de la calidad de la CNEA se enmarcan en la “Política de Calidad” de la Institución y en los objetivos aprobados en el Plan Estratégico CNEA 2015-2025 para el área temática Gestión de la Calidad. Dichas actividades se realizan a través de la “Red de Calidad de la CNEA”, integrada por todos los sectores y personas de la organización que desarrollan actividades de gestión de calidad y coordinada por un organismo central. Dichos sectores actúan como nodos de la Red. Cabe destacar que están funcionando 3 Comités de Gestión de la Calidad, uno por Centro Atómico, que reúnen a participantes de las redes locales

de calidad y realizan, entre otras actividades, capacitaciones en calidad y coordinación de auditorías internas.

#### Actividades y logros en 2018

En el año 2018 las actividades relevantes fueron:

- Participación en el Programa de Acreditación de Laboratorios del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, para la acreditación del laboratorio de ensayos de la CNEA ante el Organismo Argentino de Acreditación (OAA).
- Mantenimiento de la acreditación vigente ante el OAA por la norma ISO/IEC 17025 del Laboratorio de Calibración de Instrumentos de Medición (LCIM) del CAC y del Laboratorio de Dosimetría de Radiaciones (CRRD), el Laboratorio de Metrología de Radioisótopos (LMR), ambos del CAE, el Laboratorio de Ensayos bajo la norma ISO/IEC 17025 del Laboratorio de Microscopía Electrónica del Laboratorio de Ensayos de Materiales del CAC, del Laboratorio del Complejo Minero Fabril de San Rafael (LCMFSR), del Laboratorio de Técnicas Analíticas Nucleares (TAN) y del Laboratorio de Dosimetría Personal y de Área, del CAE.
- Mantenimiento de la acreditación ante el OAA como Proveedor de Ensayos Interlaboratorio bajo la norma ISO/IEC 17043 del Comité de Gestión de Interlaboratorios - INTERLAB.
- Mantenimiento vigente de la certificación del IRAM por la norma ISO 9001 del Departamento de Instrumentación y Control y de la Planta de Irradiación Semi Industrial, ambos del CAE, del Departamento de Ingeniería de Elementos Combustibles del CAC, del Departamento Control de Gestión Técnico Administrativa de Sede Central, del Laboratorio de Ensayo de Materiales y de la Planta de Producción de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación, ambos del CAC.
- Coordinación y realización de 4 cursos de capacitación y talleres de capacitación en el CAE, de 5 cursos programados y 2 cursos no programados en el CAC, de 3 cursos en el CAB, y de 8 cursos en el CTP.
- Coordinación y realización de 21 capacitaciones para el proyecto CAREM (incluyendo Calidad, Medio Ambiente y Seguridad e Higiene Industrial).
- Asistencia a diversos sectores y laboratorios del CAB, CAC y CAE y a 61 áreas técnicas de la estructura matricial del Proyecto CAREM-25.
- Coordinación y realización de 14 auditorías internas programadas y 4 auditorías no programadas en el CAC. Realización de 10 auditorías internas, 3 evaluaciones de proceso/producto y 59 evaluaciones de desempeño de proveedores en el Proyecto CAREM. Coordinación y realización de 4 auditorías en el CAE. Coordinación y realización de 4 auditorías en el CAB-CTP.
- Comité de Calificación de Laboratorios e Instalaciones Nucleares (CoCaLIN): calificación de 3 auditores y 1 auditor líder en la norma ISO 9001, de 2 auditores en la norma ISO/IEC 17025 y 1 auditor líder y una auditora en la norma ISO/IEC 17024 y de 2 expertos técnicos.
- Comité de Gestión de Interlaboratorios (INTERLAB): coordinación de 9 ensayos de aptitud por comparación interlaboratorios: determinación del contenido de uranio en agua, ensayo de aptitud por comparaciones interlaboratorio en mediciones de concentraciones de gases con analizadores de gases de combustión, determinación del contenido de tritio en agua (dos rondas), forense nuclear, irradiación y medición de dosímetros, inspección de equipos de izaje, difracción de rayos X y calibración en temperatura. De estos 9 interlaboratorios, 6 finalizaron en el mismo año y 5 corresponden al sector nuclear.
- Laboratorio de Calibración de Instrumentos de Medición (LCIM): realización de 178 calibraciones de equipos correspondientes a distintos sectores de la CNEA en distintos sitios y a usuarios externos.
- Realización de 10 inspecciones de equipos de izajes del sector OICM y el sector Calidad y Metrología del CAC.
- Elaboración, adecuación y liberación de los Procedimientos Normativos de la CNEA, generales de las áreas técnicas y los Centros Atómicos, y colaboración en la elaboración de documentos de sistemas de gestión de áreas de apoyo y proyectos. Actividades relacionadas con el fortalecimiento de la red de calidad de CNEA.
- Coordinación de los Comités de Calidad del CAC, el CAE y el CAB.
- Participación en los Comités de Acreditación y de Evaluación de Evaluadores del OAA, en diversos comités técnicos del IRAM y en los Consejos Directivos de ambos organismos.
- Participación en la Comisión Metalúrgica Nuclear de ADIMRA y en la Junta Nacional de Inspección de Calderas.
- Presentaciones en el panel de Gestión de la Calidad en Reunión Anual de la AATN.
- Diseño y desarrollo de la nueva página de IntraWeb de Gestión de la Calidad.

## **ASISTENCIA Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y DESARROLLO Y PROMOCIÓN DE RECURSOS ECONÓMICOS VINCULADOS A ORGANISMOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **Área temática Asistencia y transferencia de tecnología**

- *Proyectos de innovación tecnológica*
- *Asistencia y transferencia de tecnología en el marco del contrato CNEA-NASA*
- *Asistencia y transferencia de tecnología por Centro Atómico*
  - *Centro Atómico Bariloche*
  - *Centro Atómico Constituyentes*
  - *Centro Atómico Ezeiza*

### **Área temática desarrollo y promoción de recursos económicos vinculados a organismos de ciencia y tecnología**

- *Proyectos con la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva*
  - *Proyectos con la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica*
  - *Proyectos con la Dirección de Cooperación Internacional*
  - *Proyectos con la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica*
  - *Proyectos con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*
- *Proyectos con la Secretaría de Gobierno de Salud*
- *Coordinación de proyectos especiales de la CNEA*

## ASISTENCIA Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y DESARROLLO Y PROMOCIÓN DE RECURSOS ECONÓMICOS VINCULADOS A ORGANISMOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### Área Temática Asistencia y Transferencia de Tecnología

**Misión** “Brindar asistencia científico-tecnológica a sectores externos a CNEA satisfaciendo los requerimientos de la sociedad”.

**Objetivo General 1:** Coordinar y promover las actividades de innovación y asistencia tecnológica que se realizan en CNEA y efectuar la supervisión operativa y contable.

Objetivo Particular 1.1: Crear las bases de datos que registren las capacidades técnicas de todos los grupos y las asistencias tecnológicas realizadas por CNEA.

Objetivo Particular 1.2: Planificar y llevar a cabo la difusión interna y externa de las capacidades técnicas (oferta tecnológica) de la CNEA.

Objetivo Particular 1.3: Promover nuevos procedimientos, normativas y mejoras con el objeto de optimizar las actividades de innovación y asistencia tecnológica.

**Objetivo General 2:** Contribuir mediante asistencias y desarrollos tecnológicos al fortalecimiento del sector nuclear y de otros sectores de la sociedad.

Objetivo particular 2.1: Proveer desarrollos y asistencia tecnológica al sector nuclear argentino.

Objetivo particular 2.2: Contribuir con desarrollos y asistencia tecnológica al sector de salud.

Objetivo particular 2.3: Proveer desarrollos y asistencia tecnológica para el sector industrial, energético y aeroespacial.

Objetivo particular 2.4: Contribuir con asistencia técnica y asesoramiento para la conservación del ambiente.

Objetivo particular 2.5: Contribuir con las capacidades tecnológicas a las áreas de cultura, justicia y otros sectores que hacen al bien común de la sociedad.

**Objetivo General 3:** Valorizar la transferencia de tecnología de los desarrollos y asistencias que se brindan a los sectores socio-productivos.

Objetivo Particular 3.1: Establecer una metodología para cuantificar la transferencia de tecnología.

Objetivo Particular 3.2: Evaluar el impacto de las asistencias científico-tecnológicas que se brindan.

### Proyectos de Innovación Tecnológica

La CNEA, a fin de cumplir sus funciones primarias en el campo nuclear, ha debido desarrollar a lo largo de su historia una intensa actividad en investigación científica, básica y aplicada, y en desarrollos tecnológicos en diversas disciplinas. Esto la ha habilitado para estar en situación de ofrecer una significativa variedad de servicios de asesoramiento y asistencia tecnológica a organismos y empresas públicas y privadas, a fin de contribuir al establecimiento de puentes entre las actividades científico-tecnológicas y el desarrollo social y productivo, tanto nacional como internacional. Tales servicios son prestados en el marco de la “Ley de Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica” (Ley 23.877), a través de las Unidades de Vinculación Tecnológica (UVT):

- Fundación José A. Balseiro
- Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción
- Asociación Cooperadora del Departamento de Física

La facturación durante el ejercicio 2018 de los proyectos de desarrollo y asistencias tecnológicas prestados en el marco de esa Ley ascendió a \$ 248.117.881 lo cual representa un incremento del 51% respecto del año anterior, según la siguiente distribución:

#### Asistencias y/o proyectos realizados en el 2018 por área

Fundación José A. Balseiro	\$ 226.478.265	91,3%
Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción	\$ 12.329.630	4,9%
Asociación Cooperadora del Departamento Física (ACDEF)	\$ 9.309.986	3,8%
<b>Total</b>	<b>\$ 248.117.881</b>	

Los proyectos de innovación tecnológica y asistencias tecnológicas se canalizan a través de los Centros Atómicos y otras dependencias de la CNEA y, a los efectos prácticos, se encuentran actualmente distribuidos en 6 operatorias activas. Las ventas por cada una de ellas en 2018 fueron las siguientes:

- Centro Atómico Ezeiza: \$ 104.694.107 (42,2%).
- Centro Atómico Constituyentes: \$ 75.808.613 (30,6%).
- Centro Atómico Bariloche: \$ 3.684.202 (1,4%).
- Unidad de Proyectos Especiales de Suministros Nucleares: \$ 586.653 (0,3%).
- Convenio CNEA –NASA (Nucleoeléctrica Argentina S.A.): \$ 60.863.986 (24,5%).
- Programa Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR): \$ 2.480.320 (0,9%).

**Perfil de los solicitantes de asistencias y desarrollos tecnológicos**

Durante 2018, 566 organismos públicos y privados han solicitado asistencias y desarrollos tecnológicos a diferentes sectores de la CaNEA, siendo la distribución por sector económico la siguiente.

Público*	14%
Privado**	86%

\*Se considera sector público a las instituciones financiadas por el Estado a través de presupuestos públicos (municipios, organismos públicos, organismos de ciencia y tecnología, universidades, etc.)

\*\*Se considera sector privado a empresas y organismos que realizan actividades socio productivas a partir de subsidios, aportes de diversa raigambre, así como de los resultados económicos de sus propias actividades

Asimismo, la distribución de los clientes según actividad productiva principal es la siguiente:

Sector socio productivo	Monto por ventas	Cantidad de clientes
Nuclear	\$ 191.509.953,96	9
Aeroespacial	\$ 32.538.196,42	11
Farmacéutico	\$ 3.895.289,55	57
Vialidad	\$ 1.816.600,00	7
Energética	\$ 1.815.767,77	70
Salud	\$ 1.422.002,50	4
Química	\$ 1.375.828,60	22
Servicios de Ingeniería	\$ 1.209.230,00	17
Alimentos Y Bebidas	\$ 1.076.219,19	48
Minería	\$ 1.062.562,00	11
Certificación y Calidad	\$ 975.335,00	12
Ensayos Industriales	\$ 766.720,96	20
Otros	\$ 763.103,00	302

**Asistencia y transferencia de tecnología en el marco del convenio CNEA-NASA**

Ver Capítulo 3. Reactores nucleares – Asistencia técnica a las centrales nucleares en operación.

**Asistencia y transferencia tecnológica por Centro Atómico****Centro Atómico Bariloche**

En 2018 el CAB realizó distintas actividades a través de contratos y servicios en el marco de la Ley 23.877. Esas actividades generaron un total de \$3.684.202.28 siendo las más relevantes las siguientes:

- Para la empresa INVAP SE.
  - Implementación de simuladores.
  - Ensayos mecánicos para la caracterización de propiedades mecánicas.
  - Desarrollo de la tecnología de fabricación de recubrimientos de alta conductividad térmica para circuitos electrónicos a ser utilizados en aplicaciones espaciales.
  - Tareas de asesoramiento y consultoría para el proyecto cambio de núcleo y aumento de potencia del reactor NUR por un total de 200 horas hombre.
  - Capacitación y entrenamiento en el Reactor RA-6 para 8 integrantes del futuro plantel de operación del Reactor LPRR de Arabia Saudita.
- Para la empresa CONICET - LATE Andes S.A.:
  - Realización en forma conjunta del diseño y construcción de una unidad de medición denominada magnetómetro criogénico para medición de magnetismo remanente natural en muestras geológicas.
- Para Hospitales, Sanatorios, Cooperativas, Empresas y Universidades:
  - Servicios de dosimetría periódicos al Hospital Privado Regional; Sanatorios: San Carlos, La Merced, Medicina Integral Bariloche y Sanatorio del Sol; Cooperativa de Trabajo, Halliburton, Servicios de microscopía electrónica para Universidad Nacional del Comahue, Universidad de Río Negro.

### Centro Atómico Constituyentes

En 2018 el CAC prosiguió las asistencias y transferencias tecnológicas través de la ejecución de nuevos proyectos y de otros iniciados en años anteriores. Estas actividades se llevaron a cabo en el marco de la “Ley de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica” (Ley 23.877), estando la gestión contractual de dichos compromisos a cargo de dos UVT reconocidas por la CNEA: la Fundación Balseiro (FB) y la Asociación Cooperadora del Departamento de Física (ACDEF).

Las actividades más significativas en materia de transferencia tecnológica en 2018 fueron:

- Gestión técnico administrativa en la emisión de 135 cotizaciones por FB y 245 cotizaciones por ACDEF, haciendo un total de 380 cotizaciones. Esto representa una disminución del 11 % respecto al año anterior.
- Gestión contractual de 824 contratos nuevos de asistencias, proyectos, etc, y la continuidad en ejecución de los de años anteriores, control de fondos, cierres técnico administrativos de los compromisos con dos UVT (FB-ACDEF), lo que representa una disminución del 13% respecto del año 2017.
- Confección y emisión de 1.764 órdenes de Servicio lo que implica una disminución del orden del 3% respecto al número de órdenes emitidas en el 2017.
- Recepción de 54 Notas de Pedido de las dos UVT de la CNEA: 11 de Fundación José A. Balseiro, 43 de ACDEF.

Las actividades científico-tecnológicas más significativas de la operatoria del CAC fueron:

Elaboración de los siguientes contratos a través de la UVT ACDEF:

- **Contrato CNEA / Y-TEC:** Asistencia Tecnológica: Síntesis por vía electroquímica de nanotubos de TiO<sub>2</sub> y negro de titanía y posterior caracterización electroquímica de los mismos. Fabricación. Integración (\$ 76.000.-).

Elaboración de los siguientes contratos a través de la UVT ACDFB:

- **Convenio CNEA-EBY:** Convenio de Asistencia Tecnológica: Inspección y reparación mediante ensayos no destructivos de los equipos y componentes de las turbinas en las unidades generadoras de la Central Hidroeléctrica Yacyretá (\$ 962.079.-).
- **Contrato CNEA-CEAMSE:** Contrato Tecnológico en Servicios: Caracterización de emisiones gaseosas de las antorchas de combustión de biogás y motogeneradores de los diferentes complejos ambientales. Determinación en un punto previo a la combustión del biogás y en los sitios de toma de muestra de los conductos de las antorchas de combustión, de los siguientes contaminantes: tolueno; xileno, benceno y el resto de los NMOC's (Non-methane organic compounds) por “screening” (\$ 220.920.-).
- **Contrato CNEA-MINERA DEL ALTIPLANO:** Contrato Tecnológico en Servicios: Mediciones continuas de contaminantes gaseosos de NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y PM-10 en calidad de aire, durante 4 días en 5 puntos de la zona Complejo Industrial (Proyecto Fénix) y medición de contaminantes gaseosos de NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y PM-10 en calidad de aire durante 3 días en 2 puntos de la zona Extracción de Salmuera. (\$ 575.000.-).

**Avances en proyectos en ejecución de años anteriores:**

- **Subproyecto SAOCOM VI**  
Ver Capítulo 5 “Investigación y desarrollo” – Investigación y desarrollo en Física” - “Energía solar” – “Aplicaciones espaciales de la energía solar y otros dispositivos electrónicos”.
- **Proyecto Antena Radar de Apertura Sintética (ARAS V)**  
Ver Capítulo 5 “Investigación y desarrollo” – Investigación y desarrollo en Ciencias de Materiales” – “Proyectos interinstitucionales” – “Proyecto Antena Radar de Apertura Sintética”.

#### Asistencias y/o proyectos realizados en el 2018 por área

Cantidad de contratos firmados en 2018	824
Montos Contractuales	\$ 12.806.747
Fondos Facturados en 2018	\$ 71.997.688

Los montos contractuales se redujeron en un 67% con respecto a 2017 y los fondos facturados se incrementaron en un 7% con respecto a ese año.

### Centro Atómico Ezeiza

Las actividades desarrolladas en el CAE por la ejecución de asistencias tecnológicas desempeñan un rol de creciente relevancia en el ámbito de la Institución. Las mismas se desarrollan en el marco de la “Ley de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica” (Ley 23.877), a través de dos UVT reconocidas por la CNEA: la Fundación Balseiro (FB) y el Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción. Las órdenes de servicio emitidas a las UVT en 2017 fueron 1.754.

**Facturación emitida en el ejercicio 2018 por Unidad de Vinculación Tecnológica**

Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT)	Facturación 2018 (\$)
Fundación José A. Balseiro	89.612.109,35
Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción	12.183.545,46
<b>Total</b>	<b>101.795.654,81</b>

**Contratos de asistencia tecnológica, emprendimientos y proyectos conjuntos gestionados en 2018:**

- Continuación de la ejecución de las asistencias tecnológicas a las empresas Laboratorios BACON SAIC, a la empresa TECNONUCLEAR S.A. y a la FCDN a efectos de suministrar los radiofármacos que requiere el mercado nacional de medicina nuclear. La actividad entregada en 2018 fue la siguiente: radioisótopos Mo-99: 11.355,30 Ci, I-131: 1.169.734 mCi, Cr-51: 6 mCi y Sm-153: 200 mCi.
- Contratos de Prestaciones Técnicas entre el Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción y la FCDN y entre el Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción y la FUESMEN.
- Contratos de Asistencias Tecnológicas en servicios de irradiación a través de la Planta de Irradiación Semi-Industrial.
- Continuación de las asistencias tecnológicas a INVAP SE en el marco de los Contratos de Asistencia Tecnológica entre La Fundación Balseiro e INVAP S.E. para la implementación de una Planta de Producción de Mo-99 en la India y para la implementación de un Laboratorio de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos en Argelia.

**Servicios de asistencia tecnológica relevantes gestionados en 2018:**

- Producción de 2.476 reactivos biológicos.
- Emisión de 1.353 certificados de “no contaminación radiactiva en alimentos”.
- Realización de 39 calibraciones nivel radioterapia y 150 calibraciones nivel radioprotección.
- 219 determinaciones de distintos radionucleídos y actividad en matrices o muestras ambientales, entre ellas 160 muestras de agua y 59 muestras de suelo.

**Área Temática Desarrollo y Promoción de Recursos Económicos Vinculados a Organismos de Ciencia y Tecnología**

**Misión:** “Dotar a CNEA de los instrumentos para la vinculación con los organismos del ámbito público y privado financiadores de proyectos científicos-tecnológicos, que permitan potenciar las actividades de los sectores de la Institución”.

**Objetivo General 1:** Fortalecer la capacidad de gestión del área para desarrollar mecanismos de vinculación con los organismos financiadores de proyectos científicos-tecnológicos.

**Objetivo Particular 1.1:** Dotar al área de una estructura organizativa funcional.

**Objetivo Particular 1.2:** Optimizar mecanismos de seguimiento y control de proyectos de Ciencia y Tecnología.

**Objetivo General 2:** Consolidar las relaciones con los organismos que integran el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y generar mecanismos que permitan el acceso a los sectores financiadores dentro de dicho sistema.

**Objetivo Particular 2.1:** Brindar a los distintos sectores de CNEA, información y capacitación, para analizar proyectos de Ciencia y Tecnología a los fines de vincular y ejecutar eficientemente los diferentes financiamientos.

**Objetivo Particular 2.2:** Desarrollar programas conjuntos con los organismos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

**Proyectos con la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva**

La Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva ofrece distintos instrumentos de financiación para la ejecución de proyectos que amplíen la capacidad científico tecnológica y promuevan la formación de recursos humanos de excelencia, a través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales, la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica y el CONICET.

La 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 el 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 su 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 1997, a través de la presentación a convocatorias de proyectos de investigación en diversas áreas, proyectos que involucran modernización de equipamiento, vinculados a áreas estratégicas y formación de recursos humanos.

- EL Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) que financia proyectos de innovación a través de distintos instrumentos. La CNEA ha tenido participación a través de presentaciones a convocatorias a Créditos a Instituciones (CAI), actualmente identificados como Aportes Reembolsables a Instituciones (ARAI).
- El Fondo Sectorial Argentino (FONARSEC) que apoya proyectos y actividades cuyo objetivo 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 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 extranjeros sobre la base del mutuo interés. La Secretaría de Articulación Científico Tecnológica realiza tareas ejecutivas a fin de vincular áreas claves para el desarrollo científico nacional con la finalidad de optimizar el empleo de los recursos existentes para mejorar la eficacia entre los programas y proyectos de las instituciones.

El 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.

### Proyectos con la Agencia Nacional de Promoción Científica Y Tecnológica (ANPCYT)

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

De la totalidad de proyectos concursados en las distintas convocatorias fueron adjudicados nuevos subsidios para 28 proyectos por un total de \$ 18.957.750.- según se detalla en el cuadro siguiente:

Convocatoria	Proyectos aprobados	
	Cantidad	Monto
Subsidio para Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT)	28	\$ 18.957.750

### Subsidio para Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT)

Código	Título	Subsidio
PICT 2017 - 3156	Sensores cuánticos: Desarrollo de tecnologías y aplicaciones cuánticas en espectroscopia e imágenes por resonancia magnética.	\$ 1.008.000
PICT 2017 - 4519	Estudio del Daño por Irradiación con Electrones y Rayos X en Sistemas Nanoestructurados durante su Caracterización con Técnicas Avanzadas.	\$ 220.500
PICT 2017 - 1836	Nuevos sistemas de gases 2D de electrones.	\$ 488.250
PICT 2017 - 0906	Desplazamiento de paredes de dominio en películas magnéticas delgadas.	\$ 488.250
PICT 2017 - 0427	Estudio de la Deformación Plástica Severa de Aleaciones no Ferrosas.	\$ 220.500
PICT 2017 - 1239	Desarrollo de sondas multifuncionales para diagnóstico por imágenes y terapia por captura neutrónica en boro en melanoma.	\$ 1.008.000
PICT 2017 - 0307	Materiales Nanocompuestas para Nano/Microfabricación de Dispositivos de Electrónica Flexible.	\$ 220.500
PICT 2017 - 2547	Desarrollo, implementación y aplicación de técnicas de contraste avanzadas en radiografía y tomografía neutrónica.	\$ 1.197.000
PICT 2017 - 2182	Termodinámica, estructura y magnetismo de nanocristales de vórtices.	\$ 1.197.000
PICT 2017 - 4076	Aplicación del hidrógeno como vector energético: Desarrollo de materiales para su producción y almacenamiento.	\$ 1.197.000
PICT 2017 - 0598	Efecto de la radiación UVA en la expresión genética y respuesta fisiológica de Pseudomonas aeruginosa.	\$ 220.500

PICT 2017 - 2976	Simulación numérica de propiedades sísmicas de rocas fracturadas en el marco de la geofísica ambiental y aplicada.	\$ 220.500
PICT 2017 - 2820	Diseño e implementación de nuevos dispositivos de caracterización de materiales en condiciones no ambientales y con capacidades in-operando.	\$ 220.500
PICT 2017 - 0927	Desarrollo de un sensor de carga de hidrógeno en materiales formadores de hidruros a partir de estudios con técnicas neutrográficas.	\$ 1.197.000
PICT 2017 - 2292	Patrones de acumulación de metales pesados y elementos traza potencialmente tóxicos en <i>Galaxias maculatus</i> , un eslabón clave de las tramas tróficas de los lagos andino-patagónicos.	\$ 220.500
PICT 2017 - 1133	Diseño y construcción de sensores fotónicos basados en cerámicos porosos.	\$ 1.197.000
PICT 2017 - 1109	Coordination Polymers and Related Materials for the Selective Extraction of Rare Earth Elements and other Heavy Metals.	\$ 813.750
PICT 2017 - 2478	Evaluación de los perfiles de expresión de los genes asociados funcionalmente a <i>CFL1</i> en melanoma humano como indicadores de malignidad. Validación clínica de su uso como biomarcadores predictivos y pronósticos.	\$ 488.250
PICT 2017 - 4518	Optimización de efecto superelástico y estudio de propiedades magnéticas de aleaciones Fe-Mn-Al-Ni.	\$ 220.500
PICT 2017 - 1149	Aspectos Mecánico Estadísticos de Solvatación en Ambientes Inhomogéneos de Dimensión Nanométrica.	\$ 1.008.000
PICT 2017 - 4088	Dispersión elástica y reacciones de "breakup" con proyectiles débilmente ligados.	\$ 1.008.000
PICT 2017 - 1661	Desarrollo de un método inmunomagnético para mejorar el diagnóstico coproparasitológico de endoparásitos.	\$ 110.250
PICT 2017 - 1701	Emisores y detectores infrarrojos inter-sub banda: desarrollos iniciales para el diseño y caracterización de dispositivos.	\$ 220.500
PICT 2017 - 0571	Métodos de teoría de campos en física nuclear y subnuclear.	\$ 1.197.000
PICT 2017 - 0858	Desarrollo de materiales nanoestructurados para dispositivos de conversión de energía.	\$ 488.250
PICT 2017 - 2198	Desarrollo de aleaciones ferrosas Fe-Mn-Cr con memoria de forma y aplicaciones nucleares.	\$ 1.197.000
PICT 2017 - 0725	Control de interfaces en heteroestructuras de óxidos, para sensado de elementos volátiles y para aumento del acople magnetoeléctrico en multiferroicos.	\$ 1.197.000
PICT 2017 - 4581	Redes de comunicaciones híbridas: ópticas e inalámbricas	\$ 488.250
<b>Total</b>		<b>\$ 18.957.750</b>

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

#### Aportes Reembolsables a Instituciones (ARAI)

El financiamiento a través de los aportes reembolsables a Instituciones 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.

Desde 2003 se obtuvieron 8 proyectos por un total de \$15.795.862, de los cuales 6 se encuentran finalizados y dos en la etapa de devolución del crédito.

### Proyectos con la Dirección de Cooperación Internacional de la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

En el marco de la cooperación bilateral:

Son proyectos de cooperación bilateral con Estados extranjeros que financian gastos de traslados y estadía para viajes de los investigadores afectados a tareas específicas del proyecto. En 2018 se presentaron 7 proyectos que financian gastos de traslados y estadías para viajes de los investigadores afectados a tareas específicas del proyecto.

País	Título del proyecto
Argentina	Sub. César Milstein Raíces.
Inglaterra	Segregación de cationes en óxidos tipo perovskita: implicaciones en la degradación de dispositivos electroquímicos de alta temperatura.
Inglaterra	Memristive and memcapacitive devices for neuromorphic computing.
Inglaterra	Síntesis, caracterización y estabilización de nanopartículas de hierro cerovalente y óxidos de hierro para la descontaminación de aguas.
Inglaterra	School of Aerospace, Transport and Manufacturing - Cranfield University.
Perú	Diseño de Nanocontactos y Nanoantenas para Aplicaciones de Detección y Caracterización Opto-Electrónica de Moléculas.
Argentina	Sub. César Milstein Raíces.
Inglaterra	Segregación de cationes en óxidos tipo perovskita: implicaciones en la degradación de dispositivos electroquímicos de alta temperatura.
Inglaterra	Memristive and memcapacitive devices for neuromorphic computing.

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

Son proyectos de Cooperación Multilateral con dos o más Estados extranjeros que financian gastos de traslados y estadía para viajes de los investigadores afectados a tareas específicas del proyecto. En 2018 se aprobó un proyecto.

Institución extranjera	Título del proyecto
HORIZON 2020	"PAPILA" Prediction of Air Pollution in Latin America and the Caribbean

#### Proyectos con la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica

Durante 2018 la CNEA se presentó a las convocatorias realizadas en los diferentes Sistemas enmarcados en el Programa de Grandes Instrumentos y Bases de Datos, a partir de lo cual se adjudicaron los subsidios que se detallan a continuación:

#### Sistema Nacional de Microscopia (SNM)

Código	Título Proyecto	Subsidio Aprobado
SNM - SNM M 64	Posicionador XY para recambio de remoto de puntas de prueba.	\$ 401.000

#### Sistema Nacional de Rayos X (SNRX)

Código	Título del proyecto	Subsidio adjudicado
SNRX - SNRX C27	Curso Avanzado: X Escuela de la Asociación Argentina de Cristalografía.	\$ 211.800
SNRX - SNRX RX-MI 6	Proyecto de mejora: Adquisición de tubo de rayos x.	\$ 105.408
SNRX - SNRX C28	Curso Introductorio: ETNA2018, Escuela de Técnicas Neutrónicas Aplicadas.	\$ 339.300
<b>Total</b>		<b>\$ 656.508</b>

#### Sistema Nacional de Magnetometría (SNMAG)

Código	Título del proyecto	Subsidio adjudicado
SNMAG - Mag-AC2	Proyecto de Adquisición de Criostato con Criogenerador para equipo de magnetotransporte a bajos campos.	\$ 800.000

**Sistema Nacional de Micro y Nano Fabricación (SNMNF)**

Código	Título del proyecto	Subsidio adjudicado
SNMNF - SNMNF MNF-C-1	ENN Escuela de Nanociencia y Nanotecnología 2018.	\$ 128.857

**Coordinación de proyectos especiales de la CNEA**

- Se colaboró en la instrumentación del proyecto “Polo Científico Tecnológico Bariloche de Investigación Traslacional e Insumos Médicos”, el cual tendrá por objeto fomentar un ámbito para la transferencia tecnológica y la innovación productiva que permita la incubación de empresas de base tecnológica relacionadas con la salud, sustentado en la generación de conocimientos y tecnologías orientadas al avance de la medicina y la promoción del desarrollo económico y social local, la investigación interdisciplinaria de vanguardia, preclínica y clínica, la formación de capital humano de excelencia y la mejora en la calidad de la atención médica y la salud de la población de la región patagónica y del país. Este proyecto se prevé se desarrolle en colaboración con el CONICET, el Ministerio de Salud de la provincia de Río Negro, la Universidad Nacional de Río Negro, INVAP S.E., la UNCuyo e INTECNUS.
- En ese sentido se desarrollaron los instrumentos para la constitución de la Fundación que administraría los fondos asignados a través del FONTAR de la ANPCyT.
- Se participó en la elaboración de los siguientes instrumentos:
  - Adenda al Contrato PICT 2011 entre la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y la CNEA con el objeto de efectivizar lo dispuesto en la Resolución 131/2016 del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, del 6 de abril de 2016, por el cual se modifica el monto total de los subsidios incorporándose un incremento del 17,5%.
  - Adenda al Contrato PICT 2012 entre la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y la CNEA con el objeto de efectivizar lo dispuesto en la Resolución 131/2016 del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, del 6 de abril de 2016, por el cual se modifica el monto total de los subsidios incorporándose un incremento del 17,5%.
  - Adenda al Contrato PICT 2013 entre la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y la CNEA con el objeto de efectivizar lo dispuesto en la Resolución 131/2016 del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, del 6 de abril de 2016, por el cual se modifica el monto total de los subsidios incorporándose un incremento del 17,5%.
  - Adenda al Contrato PICT 2014 entre la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y la CNEA con el objeto de efectivizar lo dispuesto en la Resolución 131/2016 del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, del 6 de abril de 2016, por el cual se modifica el monto total de los subsidios incorporándose un incremento del 17,5%.
  - Adenda al Contrato PICT 2014 CABBIO entre la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y la CNEA con el objeto de efectivizar lo dispuesto en la Resolución 131/2016 del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, del 6 de abril de 2016, por el cual se modifica el monto total de los subsidios incorporándose un incremento del 17,5%.



## PLANIFICACIÓN

### *Área temática Planificación*

- *Planificación estratégica*
- *Prospectiva y planificación energética*
- *Planificación operativa - Ejecución presupuestaria*
- *Propiedad intelectual*

## PLANIFICACIÓN

### Área temática Planificación

**Misión** “Dirigir la planificación estratégica y operativa de la Institución, coordinar y cohesionar los procesos y actividades, efectuar el control, las gestiones necesarias, y proveer la información que facilite la toma de decisiones”.

**Objetivo General 1:** Coordinar la planificación estratégica de proyectos y actividades que realiza CNEA, optimizando los recursos disponibles.

Objetivo Particular 1.1: Dirigir la elaboración del Plan Estratégico de CNEA y sus revisiones y actualizaciones periódicas.

Objetivo Particular 1.2: Diseñar e implementar un sistema con indicadores de gestión para información de las autoridades.

**Objetivo General 2:** Planificar y proponer la asignación de los recursos presupuestarios, realizando el control de la ejecución física y financiera de actividades y proyectos, manteniendo actualizada la información pertinente.

Objetivo Particular 2.1: Coordinar y armonizar los requerimientos para el Presupuesto Preliminar y Anteproyecto de la Institución y articular con el área de Administración y Finanzas su elaboración.

Objetivo Particular 2.2: Consolidar y mantener actualizado un registro con el destino de los recursos económicos disponibles en CNEA, para una asignación eficiente de los créditos presupuestarios.

Objetivo Particular 2.3: Proponer a las autoridades la distribución de créditos presupuestarios asignados a CNEA.

Objetivo Particular 2.4: Realizar el control de gestión sobre el uso de los créditos presupuestarios asignados a actividades y proyectos.

Objetivo particular 2.5: Consolidar y mantener actualizada la información que debe enviarse a otros Organismos referente a la ejecución de actividades y proyectos.

Objetivo particular 2.6: Coordinar las acciones para mantener actualizada la información referente a la ley N° 24.354, correspondiente a los proyectos de inversión pública, propendiendo a la capacitación específica de los diferentes sectores responsables de su ejecución.

**Objetivo General 3:** (Transferido al Área Temática Académica).

**Objetivo General 4:** Coordinar y ejecutar las actividades de prospectiva y planificación nuclear y energética.

Objetivo particular 4.1: Asesorar a las autoridades de CNEA sobre prospectiva y planificación nuclear y energética.

Objetivo particular 4.2: Evaluar la competitividad de la energía nuclear y realizar estudios de factibilidad técnico-económica de instalaciones nucleares.

Objetivo particular 4.3: Coordinar y dirigir estudios de localización para potenciales emplazamientos de centrales nucleares de potencia y otras instalaciones nucleares,

Objetivo particular 4.4: Difundir la información técnica relevante de los sectores nuclear y energético mediante publicaciones periódicas.

Objetivo particular 4.5: Afianzar y acrecentar vínculos cooperativos con los actores del sector energético y organismos que realicen actividades de planificación, tanto a nivel nacional, regional como internacional.

Objetivo Particular 4.6: Consolidar y mantener actualizada la información técnica referente a prospectiva y planificación nuclear que debe enviarse a otros Organismos.

**Objetivo General 5:** Planificar, coordinar y promover las acciones tendientes a la protección de la tecnología generada en CNEA.

Objetivo particular 5.1: Profundizar la protección de la propiedad intelectual y favorecer la transferencia de nuevas tecnologías.

Objetivo particular 5.2: Promover la protección de tecnologías nucleares en Argentina, a través del seguimiento de patentes de terceros, para evitar que se puedan afectar los intereses de CNEA y del país.

Objetivo Particular 5.3: Instaurar una red de protección de la producción intelectual de CNEA, tendiente a resguardar la propiedad de los nuevos conocimientos generados.

Objetivo Particular 5.4: Desarrollar y mantener actualizado un registro de patentes de invención en temas nucleares en Argentina.

**Objetivo General 6:** Consolidar un sistema de control de gestión y seguimiento de proyectos nucleares de CNEA.

Objetivo Particular 6.1: Fortalecer el grupo de control preventivo de desvíos en la ejecución de proyectos.

Objetivo Particular 6.2: Diseñar e implementar procedimientos para efectuar un control de gestión de proyectos.

### Planificación Estratégica

#### Actividades y logros en 2018

Durante 2018 se dio continuidad a diversas tareas relacionadas con la Planificación Estratégica:

- Desarrollo de actividades con algunas áreas temáticas intervinientes, realizando el seguimiento de los presupuestos de esas áreas mediante su vinculación con la Planificación Operativa. Esto no solo aporta a la toma de decisiones de las autoridades de la Institución para el cumplimiento de los objetivos institucionales, sino que, además, permite a los integrantes de las áreas intervinientes situar su contribución en el Sistema Nuclear Argentino.

- Definición de la metodología para el seguimiento de las metas y objetivos de las áreas temáticas de la CNEA, con sus proyectos de inversión para el período 2015-2018. Se trabajó con un área temática en particular, a los efectos de corroborar la metodología, extendiéndose luego a otras tres áreas piloto.
- Realización de un relevamiento de los indicadores de gestión definidos en el año 2014 para la Oficina Nacional de Presupuesto (ONP), actualizando los valores hasta el año 2017 y proyectando los próximos tres años. Además, se verificó a través de los indicadores el cumplimiento de las actividades de los proyectos que alcanzaron el 100%, surgiendo así la necesidad de definir nuevos indicadores. Los doce indicadores establecidos monitorean el seguimiento de cinco programas (P): P1 — Actividades Centrales; P20 — Desarrollo y Suministros para la Energía Nuclear (RA-IO); P21 — Aplicaciones de la Tecnología Nuclear; P22 — Acciones para la Seguridad Nuclear y Protección Ambiental; P24 — Suministros y Tecnologías del Ciclo de Combustible Nuclear.

## Prospectiva y Planificación Energética

### Actividades y logros en 2018

En 2018 se desarrollaron las siguientes actividades:

- Realización del análisis de costo de generación de la energía para la IV y V central nuclear a distintas tasas de descuento, comparando la competitividad frente a otras tecnologías de generación de energía eléctrica. El trabajo fue solicitado por el OIEA y presentado en la “Reunión Técnica sobre Estimación de Costos de la Energía Nucleoeléctrica y Metodologías de Análisis” en Viena.
- Participación en la elaboración de la publicación referida al “Proyecto de construcción, puesta en marcha, operación y desmantelamiento de la V central nuclear en la provincia de Río Negro. Selección de sitio, evaluación del área geográfica de interés Costa Oeste”.
- Implementación, a través del modelo FINPLAN del OIEA, de un análisis financiero para IV y V central nuclear con distintas alternativas de financiación.
- Cálculo de requerimientos del ciclo de combustible nuclear y relevamiento de las capacidades de las tecnologías para la actualización del anuario de la OECD NEA.
- Presentación de la actualización de la publicación anual del “Nuclear Country Profile” realizada a solicitud del OIEA.
- En el marco del Programa ARCAL, participación en el proyecto de cooperación técnica regional del OIEA RLA2016 bienio 2018-2019 “Apoyo al desarrollo de los Planes Nacionales de Energía, con el propósito de satisfacer las necesidades energéticas de los países de la región con un uso eficiente de los recursos en el mediano y largo plazo”. Se capacitó a 16 países de Latinoamérica y el Caribe, logrando en primer lugar la obtención de un estudio de demanda y otro de oferta energética a nivel subregional para el período 2015-2050, evaluando la competitividad de la energía nuclear y, en segundo lugar, la capacitación del personal de Planificación Estratégica en temas de Planificación Energética Nuclear. Argentina participó activamente tanto en el desarrollo como en la coordinación del proyecto, como así también en la contribución de dos expertos por ser CNEA referente en el uso de las herramientas informáticas de planificación energética del OEA.
- Dentro de las actividades de planificación estratégica se realizó el “Estudio de Energías Renovables en la República Argentina”, solicitado por la Subsecretaría de Energía Nuclear, que contempla el relevamiento y análisis de la incorporación de las energías renovables en el país, analizando la competitividad de la energía nuclear frente a las tecnologías enmarcadas en la ley 27191.

## Planificación Operativa - Ejecución Presupuestaria

### Actividades y logros en 2018

8

En 2018 el presupuesto total asignado a la CNEA disminuyó, en términos nominales, un 21% respecto del año anterior, alcanzando \$6.660,9 millones. A nivel global la ejecución del presupuesto ascendió al 93,7% del crédito final y al 159% del crédito inicial.

La variación del crédito durante el transcurso del ejercicio se explica principalmente por un refuerzo presupuestario de \$520 millones para atender gastos en personal, \$342 millones para el proyecto de inversión “Construcción del nuevo reactor multipropósito de investigación y producción de radioisótopos RA-10”, \$308,8 millones para el proyecto de inversión “Construcción del prototipo de reactor CAREM”, y \$200 millones para la construcción, equipamiento y puesta en marcha de Centros de Medicina Nuclear en el marco del Plan Nacional de Medicina Nuclear.

El presupuesto en los mencionados proyectos CAREM (\$1.102,3 millones) y RA-IO (\$1.150,1 millones), más el Plan Nacional de Medicina Nuclear (\$341,1 millones), han significado en conjunto un 38,8% del crédito total asignado, y un 41% de la ejecución presupuestaria de la CNEA. Si se incluye el resto de los proyectos de inversión en marcha, la incidencia de estos rubros sobre el total del presupuesto ejecutado por CNEA ascendió a un 44,27%, con un importe de \$2.763,8 millones.

## Ejecución Presupuesto 2018 - Clasificación por Incisos

INCISO	CRÉDITO INICIAL	CRÉDITO FINAL	DEVENGADO	EJECUTADO
Inciso 1 - Gastos en Personal	1.920.944.004	2.440.944.004	2.414.585.006	98,9%
Inciso 2 - Bienes de Consumo	74.569.928	100.363.481	46.227.121	46%
Inciso 3 - Servicios No Personales	993.590.722	1.046.423.273	861.039.894	82,3%
Inciso 4 - Bienes de Uso	75.793.180	1.500.748.889	1.350.807.614	90%
Inciso 5 - Transferencias	37.164.000	186.638.615	185.238.583	99,2%
Inciso 6 - Activos Financieros	834.515.085	1.343.347.032	1.343.293.805	99,9%
Inciso 7 - Servicio de la Deuda	534.732	534.732	534.732	100%
Inciso 8 - Otros Gastos		1,000		0%
Inciso 9 - Gastos Figurativos		41.917,367	41.917.366	100%
<b>TOTALES</b>	<b>3.937.111.651</b>	<b>6.660.918.093</b>	<b>6.243.644.121</b>	<b>93,7%</b>

(1) El porcentaje total ejecutado está calculado sobre el Crédito Final. Sobre el Crédito Inicial representa el 159%.

Además, durante el año 2018 se llevó a cabo el análisis y evaluación de los convenios en cuanto a compromisos de erogaciones presupuestarias, identificación de beneficios que representan para CNEA, necesidades de personal de la Institución y de uso de instalaciones y equipamientos para su ejecución. También se realizó la renovación y gestión de los Acuerdos de Asistencia Técnica vigentes con la UNSAM y la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda, dándose por finalizados el 31 de diciembre.

En relación a los Proyectos de Inversión se elaboraron los Informes de Ejecución Trimestrales y Anual correspondientes al cierre del Ejercicio 2018 y se mantuvo actualizado el Sistema Integral de Proyectos de Inversión (SIPI) de los cronogramas de avance físico y la descripción de las tareas realizadas en los Proyectos. Para presentar ante las autoridades de la CNEA se elaboraron Informes de Seguimiento de la Ejecución Presupuestaria con el detalle del estado de avance semanal de la ejecución por Programa-Actividad-Proyecto. Además, durante 2018 se llevó a cabo el análisis y evaluación de los convenios en cuanto a compromisos de erogaciones presupuestarias, identificación de beneficios que representan para la CNEA, necesidades de personal de la Institución y de uso de instalaciones y equipamientos para su ejecución. También se han realizado la renovación y gestión de los Acuerdos de Asistencia Técnica vigentes con la UNSAM y UTN-FRA. En relación con los Proyectos de Inversión se elaboraron los Informes de Ejecución Trimestrales y Anual correspondiente al cierre del Ejercicio 2018 y se mantuvo actualizado el Sistema Integral de Proyectos de Inversión (SIPI) de los cronogramas de avance físico y la descripción de las tareas realizadas de los Proyectos. Para presentar ante las autoridades, se elaboraron Informes de Seguimiento de la Ejecución Presupuestaria de la CNEA con el detalle del estado de avance semanal de la ejecución por Programa-Actividad-Proyecto.

### Propiedad Intelectual

#### Actividades y logros en 2018

A fin de proteger la Propiedad Intelectual de la tecnología desarrollada por la CNEA en el transcurso de 2018 se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Atención de nuevas creaciones susceptibles de ser protegidas a través de:
  - Derechos de Propiedad Industrial: patentes de invención, modelos de utilidad, marcas, modelos industriales y diseños industriales.
  - Secreto Comercial e Industrial.
  - Derechos de Autor: Obras literarias, científicas, fotográficas, audiovisuales, multimedia, diseños gráficos, páginas web, bases de datos, programas de computación, etc., mediante el asesoramiento, la consiguiente evaluación técnico-jurídica, la intervención en sus correspondientes convenios (asistencia tecnológica, y colaboración), la elaboración de los eventuales convenios de Propiedad Intelectual (cesión o transferencia, confidencialidad, cotitularidad, y licencia), y su eventual registro ante el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), ante la Dirección Nacional de Derecho de Autor (DNDA), y las Oficinas de Propiedad Intelectual de otros países del mundo.

- **Presentación y ratificación ante el INPI de las siguientes Solicitudes de Patente de Invención:**
  - N° 1°20180100274, denominada “Método de manipulación de fluidos utilizando una película mesoporosa y kit para dicho método”.
  - N° P20180100400, denominada “Aleaciones de circonio con resistencia a la corrosión y temperatura de servicio mejoradas para usar en el revestimiento del combustible y las partes estructurales del núcleo de un reactor nuclear”.
  - N° 1°20180103091, denominada “Un líquido iónico radioluminiscente con intensidad de emisión regulable por temperatura”.
  - N° 20180103101, denominada “Recubrimiento biocompatible híbrido de nanopolímero-óxido metálico mesoestructurado con actividad bactericida intrínseca y un método para su obtención”.
- **Obtención de los títulos de patente en la República Argentina de las siguientes invenciones:**
  - Patente de Invención N° AR090387B1, denominada “Método autocontrolable de fabricación de micro y nanoporos específicamente localizados”.
  - Patente de Invención N° AR062846B1, denominada “Método para la incorporación de insulina en un sustrato polimérico”.
- **Seguimiento de las solicitudes de patente de invención presentadas por terceros relativas a cuestiones del área nuclear publicadas en la República Argentina, realizando la presentación de antecedentes ante el INPI para que sean tenidos en cuenta por el mismo en su evaluación del patentamiento de esas invenciones, con el fin de evitar que interfieran con los intereses de la Institución y del país.**
- **Seguimiento de trámites de registro ante el INPI y la DNDA, mantenimiento de la vigencia de las patentes de invención de la CNEA mediante el pago de anualidades ante el INPI, confección de informes de debida diligencia para determinar el estado de situación de las tecnologías, y la contestación de oficios judiciales.**
- **Confección de estudios de patentamiento en el exterior junto con sus debidas Fichas Tecnológicas (Tech Cards) para la búsqueda de posibles licenciatarios.**
- **Selección de patentes de invención de la Institución y preparación para su postulación en el “Primer Concurso de Inventos Patentados de la Región PROSUR 2018”, en el cual la Patente de Invención N° AR082130B1, “Microviscosímetro Capilar”, fue seleccionada por el INPI entre las 3 mejores argentinas de los últimos 5 años.**
- **Registro del derecho de autor: ISBN: 978-987-132362-3, “Libro de resúmenes extendidos del 18º Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMET 2018”, 1ª edición, Editorial Comisión Nacional de Energía Atómica - CNEA.**

<b>Propiedad Intelectual de CNEA - Año 2018</b>	
Solicitudes de Patentes de Invención presentadas	4
Patentes de Invención concedidas	2
Patentes de Invención de la CNEA vigentes en Argentina	24
Solicitudes de patentes de terceros, sobre temas nucleares, detectadas para oposición	18
Seguimiento del trámite de las solicitudes en el INPI	29
Registros de Marcas	0
Registros de Derecho de Autor	1
Intervención en expedientes	20



## RELACIONES INSTITUCIONALES Y COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL

### **Área temática Relaciones institucionales, nacionales e internacionales**

#### **Relaciones institucionales**

- *Relaciones nacionales*
- *Relaciones internacionales multilaterales*
- *Relaciones internacionales bilaterales*
- *Publicaciones institucionales*

### **Área temática Comunicación institucional**

- *Actividades centralizadas*
- *Actividades regionales*
  - *Centros Atómicos*
  - *Delegaciones Regionales*

## RELACIONES INSTITUCIONALES Y COMUNICACIÓN SOCIAL

### Área temática Relaciones institucionales, nacionales e internacionales

**Misión** “Asesorar a las autoridades de CNEA en la formulación de la Política Institucional y coordinar con los diversos sectores de la Institución la estrategia de vinculación nacional e internacional y gestionar su implementación”.

**Objetivo General 1:** Fortalecer la capacidad de gestión en lo concerniente a las Relaciones Institucionales, Nacionales e Internacionales.

Objetivo Particular 1.1: Dotar al área de una estructura organizativa funcional.

Objetivo Particular 1.2: Promover nuevos Procedimientos Normativos y optimizar los existentes en relación a las actividades del área.

Objetivo Particular 1.3: Implementar un sistema de comunicación e interacción intrainstitucional vía intranet.

**Objetivo General 2:** Gestionar la implementación de la política institucional en los Organismos y Foros Internacionales.

Objetivo Particular 2.1: Generar y consolidar un mecanismo de consulta y seguimiento de las actividades de los organismos y Foros Internacionales relativos a los intereses de la Institución.

Objetivo Particular 2.2: Coordinar la participación de la Institución en los diferentes Organismos y Foros Internacionales con los actores nacionales involucrados.

Objetivo Particular 2.3: Establecer un registro documental de las actividades de los Organismos y Foros Internacionales relativas a los intereses de la Institución.

**Objetivo General 3:** Fortalecer el rol de la Institución como organismo nacional de enlace en materias técnicas y de cooperación técnica con el OIEA.

Objetivo particular 3.1: Entender y asesorar a las autoridades de CNEA en la elaboración del Marco Programático Nacional.

Objetivo particular 3.2: Consolidar y ampliar el rol de CNEA en las actividades del acuerdo regional ARCAL.

Objetivo particular 3.3: Entender y asesorar a las autoridades de CNEA en la elaboración del “Perfil Estratégico Regional” y encuadrar las actividades del Acuerdo Regional ARCAL dentro del mismo.

**Objetivo General 4:** Gestionar la inserción internacional de CNEA a partir de la vinculación bilateral con instituciones, organismos y empresas extranjeras en el campo de los usos pacíficos de la energía nuclear.

Objetivo particular 4.1: Fortalecer la capacidad del área para el asesoramiento, la orientación y el encuadre institucional con los diversos sectores de CNEA en relación a la cooperación bilateral.

Objetivo particular 4.2: Coordinar con los actores nacionales involucrados, la vinculación internacional de la Institución en el plano bilateral.

**Objetivo General 5:** Gestionar la vinculación institucional con organizaciones e instituciones públicas y privadas en el ámbito nacional.

Objetivo particular 5.1: Fortalecer la capacidad del área para el asesoramiento, la orientación y el encuadre institucional con los diversos sectores de CNEA para la vinculación con organizaciones en instituciones públicas y privadas en el ámbito nacional.

Objetivo particular 5.2: Entender en la formalización de los vínculos institucionales a nivel nacional.

### Relaciones nacionales

Desde su creación, la CNEA ha establecido regularmente vínculos de diversa índole con organismos nacionales, provinciales, municipales y privados orientados hacia el cumplimiento de sus objetivos específicos. En particular, los convenios de cooperación científico tecnológica se generan a través de gestiones que se establecen con esos organismos tras constatarse 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 implementación de la cooperación en la ejecución de proyectos concretos.

### Actividades y logros en 2018

En 2018, las actividades de cooperación científico-tecnológica llevadas adelante con diversas instituciones públicas como privadas, arrojaron la suscripción de seis Convenios Marco, cuatro Acuerdos Específicos, tres Actas de Acuerdos y tres Convenios de Cooperación Científico-Técnica. Por otra parte, se confeccionaron y actualizaron bases de datos referidas a convenios nacionales, coordinadores de convenios marco, representantes de la CNEA ante otros organismos, autoridades de empresas asociadas a la CNEA, proyectos de universidades nacionales con aplicaciones de la tecnología nuclear, laboratorios de la CNEA acreditados ante el OAA y contactos institucionales generados. Así mismo, atendiendo lo establecido en los objetivos estratégicos, se trabajó en la redacción de informes en distintos temas para el asesoramiento a las autoridades. Esos informes incluyen temas como innovación tecnológica, minería, medicina nuclear, reactores de investigación, estados de situación política de las provincias, actores sociales estratégicos, y legislaciones nacionales y provinciales en tópicos como minería, energía nuclear y ciencia y tecnología.

Se destaca el afianzamiento de los vínculos institucionales con la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires para la irradiación de patrimonio cultural, con el Centro de Educación Médica e Investigaciones Clínicas (CEMIC) para la investigación conjunta y desarrollo de proyectos en el área medicinal y con la Provincia de San Juan, con el CONICET y la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) para el Programa Interinstitucional de Desarrollo del Proyecto Laboratorio Internacional Andes. Se recalca, a su vez, la suscripción de un nuevo Convenio Marco con la Universidad Nacional de Salta para el desarrollo de proyectos de investigación y tecnológicos de manera conjunta, así como la firma de un Convenio Marco con la Fundación para la Innovación y Transferencia de Tecnología (INNOVA-T) para promover la interconexión adecuada entre las redes de las partes, con el propósito de desarrollar, probar y usar, sin fines comerciales, aplicaciones avanzadas para la investigación y la educación. Por otro lado, se destaca la suscripción de un nuevo Convenio Marco con Nucleoeléctrica Argentina S.A para la provisión por parte de la CNEA de servicios de asistencia tecnológica a las Centrales Nucleares Atucha I y II y Embalse.

Al mismo tiempo se establecieron nuevos vínculos con representantes de distintas instituciones gubernamentales y de empresas vinculadas a la industria alimentaria. En esta línea, se organizaron visitas de autoridades de instituciones científicas, políticas y empresariales a diferentes instalaciones de la CNEA y de empresas del sector nuclear.

Por otro lado, se trabajó en el vínculo institucional con el sector científico-tecnológico destacando la representación institucional en reuniones científicas, congresos y seminarios y en reuniones del Centro Científico Tecnológico CONICET Patagonia Norte. Además, se llevaron adelante una serie de actividades en lo concerniente al fortalecimiento de los vínculos internos entre distintos sectores de los Centros Atómicos, Delegaciones Regionales y empresas asociadas, de cara a la consolidación de la referencia institucional en lo concerniente a las relaciones formales en el ámbito nacional que lleva adelante la CNEA (convenios, representaciones, etc.).

## Relaciones internacionales

### Relaciones multilaterales

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

En el marco de dicha vinculación estratégica con el OIEA, en noviembre ese organismo internacional designó a la CNEA, a través de sus institutos de formación y capacitación de recursos humanos -Balseiro, Sábato y Beninson-, como “Centro Colaborativo” en América Latina. El acto fue celebrado en Viena, Austria, y fue encabezado por los Directores Generales Adjuntos de Ciencias y Aplicaciones Nucleares y de Cooperación Técnica del OIEA.

Adicionalmente, cabe destacar que la CNEA se integró de forma activa a las actividades desarrolladas en el marco del reciente proceso de incorporación de la República Argentina a la Agencia de Energía Nuclear (NEA, por sus siglas en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), así como de sus grupos de trabajo y actividades temáticas, considerando el ingreso formal a dicha institución a partir del 1 de septiembre de 2017.

Por su parte, continuó participando en foros e iniciativas internacionales referidas a la tecnología nuclear, entre los que destacan el Grupo de Suministradores Nucleares (NSG), la Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear (GICNT) y el Marco Internacional para la Cooperación en Energía Nuclear (IFNEC), en procura de consolidar el posicionamiento de la Argentina en relación con el derecho al pleno desarrollo tecnológico nuclear con fines pacíficos, en particular en las áreas asociadas al ciclo de combustible nuclear y el comercio de bienes y servicios nucleares.

### Actividades y logros en 2018

- La CNEA, a través de sus autoridades, integró la comitiva ante la 62ª Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA -en calidad de Delegado Alterno-. Asimismo, representantes de la CNEA -en calidad de Gobernadores Alternos- conformaron las delegaciones argentinas ante las reuniones de la Junta de Gobernadores de dicho organismo internacional, participando en las discusiones de los documentos aprobados en dicho contexto y celebrando paralelamente reuniones de trabajo sobre áreas y temas de interés para la Institución con autoridades de las diferentes áreas del mismo y otras contrapartes internacionales.
- La CNEA continuó participando activamente en numerosas iniciativas del OIEA, integrando diversos comités, grupos de expertos y técnicos convocados en relación a distintos aspectos de la energía nuclear con fines pacíficos. Particularmente, y en línea con la estrecha colaboración mantenida con ese Organismo, se destaca la visita en el mes de marzo a nuestro país del Director de la División de Ciclo de Combustible Nuclear, Tecnología de Residuos y Reactores de Investigación del Departamento de Energía Nuclear, quien tuvo oportunidad de recorrer las instalaciones del Proyecto CAREM así como también el CAB, en donde mantuvo reuniones con autoridades y personal técnico de la institución vinculados al Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos. En igual sentido, en mayo se tuvo oportunidad de recibir al Director de la División de Seguridad Física Nuclear del Departamento de Seguridad Nuclear y en el mes de octubre recorrió las instalaciones del Proyecto RA-10 el Director General Adjunto y Jefe del Departamento de Salvaguardias. Adicionalmente cabe destacar que en el mes de junio se desarrolló en instalaciones de la CNEA el “Taller Regional sobre Evaluación y Desarrollo de Amenazas de Base de Diseño”, en articulación con la Subsecretaría de Energía Nuclear y el OIEA.



Organismo Internacional de Energía Atómica  
Centro Internacional de Viena - Austria

- La CNEA participa de las reuniones desarrolladas en el marco de la NEA-OECD, particularmente aquellas desarrolladas por el Banco de Datos (MBDAV, por sus siglas en inglés), el Comité de Gestión de Residuos Radioactivos (RWMC), el Comité de Desmantelamiento de Centrales Nucleares (CDLM), el Comité de Ciencias Nucleares (NSC) y el Comité de Desarrollo Nuclear (NDCs). Asimismo, expertos técnicos de la CNEA participaron en reuniones de los múltiples Grupos de Trabajo y de Expertos entre las que destaca la Reunión de Alto Nivel para el Suministro Garantizado de Radioisótopos Médicos (HLGMR). Adicionalmente, cabe considerar que en el marco de la celebración del “X Congreso Internacional de la Juventud Nuclear” (International Youth Nuclear Congress – IYNC) realizado en marzo en la ciudad de San Carlos de Bariloche, se recibió la visita del Director General de la NEA, quien tuvo oportunidad de recorrer las instalaciones del CAB y el Instituto Balseiro.
- En mayo representantes de la CNEA participaron en las reuniones del Grupo de Desarrollo de Infraestructura (IDWG) y del Comité de Conducción (SG) del IFNEC, celebradas en la sede de NEA-OECD en París, Francia.
- Representantes de la CNEA participaron en la 28° Reunión Plenaria y la 45° Reunión del Grupo Consultivo (CG) del NSG, celebradas entre el 11 y 15 de junio en Jûrmala, Letonia. Adicionalmente, cabe destacar la presencia de personal técnico en la 6° Reunión del Grupo de Expertos Técnicos (TEG) y en la 46° Reunión del CG celebradas entre el 12 y el 15 de noviembre en Viena, Austria.
- En ocasión de la celebración de la Cumbre de Líderes del G-20, a través de un equipo interdisciplinario y bajo la coordinación de la Subsecretaría de Energía Nuclear y del Ministerio de Seguridad, en los meses de noviembre y diciembre la CNEA participó del operativo de Seguridad Nuclear, Radiológica, Biológica y Química (NRBQ) en función de sus capacidades.
- En el marco del desarrollo del G-20, el OIEA junto a la Subsecretaría de Energía Nuclear, organizaron una serie de talleres relacionados con la seguridad física nuclear, particularmente en grandes eventos públicos, en los cuales la CNEA participó en forma directa entrenando a las fuerzas de seguridad asignadas al evento en técnicas de detección de radiación. Estos cursos se llevaron a cabo -en gran parte- en instalaciones de la CNEA, contando con un cuerpo de entrenadores y equipos de la misma. Entre los cursos se puede mencionar el “Taller Nacional sobre la Operación, Calibración y Mantenimiento de Equipos de Detección de Radiación para Grandes Eventos” y el “Taller Nacional sobre Medidas de Seguridad Física Nuclear en Grandes Eventos”.
- Adicionalmente, la CNEA participó activamente en el curso de “Introducción a la Investigación Forense Nuclear”, organizado por el OIEA y llevado a cabo en el mes de septiembre en la Ciudad de Buenos Aires.
- En marzo la CNEA auspició y participó en el “X Congreso Internacional de la Juventud Nuclear 2018 (IYNC)” realizado conjuntamente con la “XXVI Reunión Anual de Mujeres en lo Nuclear (WiN)”, en Bariloche.

## Relaciones de cooperación con el OIEA

### Actividades y logros en 2018

Las principales acciones llevadas a cabo en 2018 fueron:

- Optimización de la gestión del Programa de Cooperación Técnica de Argentina con el OIEA a partir de una organización del trabajo dentro de la Oficina Nacional de Enlace en función de las siguientes áreas temáticas: Desarrollo de Capacidades, Salud Humana, Tecnología con Radiaciones, Medio Ambiente, Seguridad Alimentaria, Energía y Protección Radiológica y Seguridad Nuclear.
- Ejecución de 48 Proyectos de Cooperación Técnica, distribuidos según las mencionadas áreas temáticas de la siguiente forma:
  - Desarrollo de Capacidades: 1 proyecto nacional, 2 proyectos regionales, 2 proyectos regionales ARCAL, 2 proyectos interregionales.
  - Tecnología con Radiaciones: 4 proyectos regionales ARCAL.
  - Salud Humana: 3 proyectos nacionales, 2 proyectos regionales, 3 proyectos regionales ARCAL y 3 proyectos interregionales.
  - Medio Ambiente: 1 proyecto nacional, 1 proyecto regional, 3 proyectos regionales ARCAL y 2 proyectos interregionales.
  - Seguridad Alimentaria: 1 proyecto regional, 6 proyectos regionales ARCAL, 1 proyecto interregional.
  - Energía: 3 proyectos nacionales, 2 proyectos regionales ARCAL y 2 proyectos interregionales.
  - Protección Radiológica y Seguridad Nuclear: 1 proyecto nacional y 3 proyectos regionales.
- Realización de reuniones periódicas de seguimiento con las contrapartes nacionales de los proyectos y sus equipos de trabajo, las cuales contribuyeron significativamente al fortalecimiento de la comunicación entre todos los actores involucrados, así como a la implementación efectiva de las actividades planificadas. Asimismo, se participó activamente en la coordinación de las misiones de expertos, trabajando en estrecha colaboración con las mencionadas contrapartes.
- Desde la Oficina Nacional de Enlace se coordinó la visita oficial de la Oficial Gerente de Programa (PMO) de la cartera de proyectos nacionales de Cooperación Técnica de Argentina, de la División para América Latina y el Caribe del Departamento de Cooperación Técnica del OIEA, la cual resultó esencial para revisar los planes de trabajo de dichos proyectos, así como explorar nuevas líneas de colaboración y sinergias tanto con el OIEA como otros organismos.

- La CNEA fue designada Centro Colaborativo del Organismo Internacional de Energía Atómica, estableciendo un plan de trabajo por los próximos 4 años (2019-2022). A partir del Acuerdo firmado el 28 de noviembre de 2018, se brindará asistencia a otros países de la región y el mundo desde la Argentina, a través de los Institutos Académicos de CNEA (Balseiro, Sabato y Dan Beninson), específicamente en las áreas de nucleoelectricidad, ciclo de combustible, ciencias nucleares, técnicas nucleares para el desarrollo y protección ambiental.
- En materia de capacitación, educación y entrenamiento, se destaca la extensión del Acuerdo entre el OIEA y CNEA vinculado al Programa de Becas y Visitas Científicas, dando continuidad a la asistencia técnica y la transferencia de tecnología brindadas a otros Estados Miembros del OIEA de todas las regiones geográficas. En particular, cabe destacar que se mantuvieron abiertas las carreras de grado y posgrado que se dictan en los Institutos Académicos de CNEA y la FUESMEN a la concurrencia de beneficiarios de becas otorgadas por el OIEA. Asimismo, se pusieron a disposición del OIEA los servicios de expertos y conferenciantes nacionales.
- En el marco del Acuerdo ARCAL se promovió y coordinó el involucramiento de diversas instituciones de investigación científica y médico-asistenciales nacionales en 20 proyectos de cooperación técnica. A su vez, vale destacar que Argentina continúa administrando la página web de dicho Acuerdo.
- Como en años anteriores, se 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 temática nuclear.



Organismo Internacional de Energía Atómica - Reunión anual de la Conferencia General - Centro de Convenciones de Austria

#### Proyectos de Cooperación Técnica con el OIEA por área temática

##### Desarrollo de Capacidades

#### Proyecto Nacional

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
ARG/0/015	Mejoramiento y fortalecimiento de los recursos humanos en las áreas de medio ambiente, minería, reactores nucleares, combustibles nucleares, salud humana y agricultura (Desarrollo y formación de capacidades).	CNEA

#### Proyectos Regionales

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
RLA/0/057	Fortalecimiento de la educación nuclear, entrenamiento, alcances y manejo del conocimiento.	CNEA
RLA/0/060	Fortalecimiento de las capacidades regionales en áreas prioritarias de las aplicaciones de la tecnología nuclear	CNEA

#### Proyectos Regionales ARCAL

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
RLA/0/059	Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CXLVII)	CNEA
RLA/0/062	Promoción de la sostenibilidad y la creación de redes de instituciones nacionales de energía nuclear (ARCAL CLXIII)	Subsecretaría de Energía Nuclear

#### Proyectos Interregionales

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
INT/0/094	Utilización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para Integrar la Ciencia y la Tecnología Nuclear en el cumplimiento de los Planes de Desarrollo Nacional de los Estados Miembros	CNEA
INT/0/095	Apoyo a los Estados Miembros en el desarrollo de capacidades humanas relacionadas con la ciencia y tecnología nucleares y la gestión de la calidad del programa de cooperación técnica	CNEA

▪ **Tecnología con Radiaciones**

**Proyectos Regionales ARCAL**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
RLA/1/013	Creación de "expertise" en el uso de tecnologías de radiación para el mejoramiento de la performance industrial, desarrollo de nuevos materiales y productos y reducción del impacto ambiente de la industria (ARCAL CXLVI)	CNEA - Universidad del Comahue
RLA/1/014	Fortalecimiento de las Tecnologías de Ensayos No Destructivos para la Inspección de Estructuras Civiles e Industriales (ARCAL CLIX)	CNEA
RLA/1/015	Armonización de sistemas de gestión integrados y procedimientos de buenas prácticas de irradiación en instalaciones de irradiación (ARCAL CLX)	CNEA
RLA/1/016	Certificación de métodos de medición de flujo y técnicas de calibración de medidores de flujo utilizados en las industrias de petróleo y gas por radiotrazadores (ARCAL CLXI)	CNEA

▪ **Salud Humana**

**Proyectos Nacionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
ARG/6/016	Actualización y fortalecimiento de la producción de radiofármacos PET para la estadificación neoplásica y su impacto en la planificación y seguimiento del tratamiento radiante oncológico	FUESMEN
ARG/6/017	Radioisótopos alfa para terapia, ac-225 y bi-213: desarrollo de los conocimientos y facilidades para su producción	CNEA
ARG/6/018	Fortalecimiento de las capacidades para el desarrollo y las aplicaciones clínicas de los radiotrazadores etiquetados con flúor-18, diferentes de la fluorodesoxiglucosa (FDG).	FCDN

**Proyectos Regionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
RLA/5/074	Fortaleciendo capacidades regionales en Latinoamérica y el Caribe para el manejo de acercamientos de vectores integrados con la técnica del componente del insecto estéril para controlar del mosquito Aedes como vector de patógenos humanos, particularmente el virus Zika	CNEA
RLA/6/078	Mejora de la atención a los pacientes con arterioesclerosis coronaria mediante la cardiología nuclear	FCDN

**Proyectos Regionales ARCAL**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
RLA/6/077	Toma de acciones estratégicas para fortalecer las capacidades en el diagnóstico y tratamiento del cáncer con un acercamiento comprensivo (ARCAL CXLVIII)	CNEA
RLA/6/079	Uso de técnicas de isótopos estables para el monitoreo y las intervenciones para mejorar la nutrición del niño pequeño (ARCAL CLVI)	UBA
RLA/6/080	Armonización de Criterios en Buenas Prácticas de Producción y Control de Radioisótopos y Radiofármacos (ARCAL CLII)	CNEA



"Stand" del sector nuclear argentino en la Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica - Centro de Convenciones de Austria

**Proyectos Interregionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
INT/5/155	Intercambio de conocimientos sobre técnica del insecto estéril y técnicas relacionadas para el manejo integrado de áreas con plagas de insectos y vectores de enfermedades humanas	CNEA
INT/6/061	Mejora en la calidad de la práctica clínica en medicina nuclear en los Estados miembros	CNEA
INT/6/062	Fortalecimiento de la capacidad para el control del cáncer de cuello uterino mediante la mejora del diagnóstico y el tratamiento	CNEA

- Medio Ambiente

**Proyectos Nacionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
ARG/7/008	Uso de técnicas isotópicas para la mejora de la gestión del recurso hídrico subterráneo	CNEA

**Proyectos Regionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
RLA/7/024	Integración de la hidrología isotópica en las evaluaciones nacionales de los recursos hídricos	Universidad Nacional de Mar del Plata

**Proyectos Regionales ARCAL**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
RLA/5/076	Fortalecimiento de los sistemas de vigilancia y programas de monitoreo de instalaciones hidráulicas que utilizan técnicas nucleares para evaluar los impactos de la sedimentación como riesgos ambientales y sociales (ARCAL CLV)	Universidad de San Luis
RLA/7/022	Fortalecimiento de la monitorización y respuesta regional para la sostenibilidad de los entornos costeros y marinos (ARCAL CXLV)	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (UNMP)
RLA/7/023	Evaluación de componentes de aerosol atmosférico en áreas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV)	CNEA

**Proyectos Interregionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
INT/7/019	Apoyo a una red mundial de observación de la acidificación de los océanos con miras a una mayor participación de los Estados en desarrollo	Servicio de Hidrografía Naval
INT/9/182	Control sustentable de la cuna a la tumba de fuentes radiactivas.	CNEA

- Seguridad Alimentaria

**Proyectos Regionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
RLA/5/075	Fortalecimiento de las capacidades para la evaluación de la factibilidad de un programa de control progresivo del gbg	SENA

**Proyectos Regionales ARCAL**

<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>Organismo Participante</b>
<b>RLA/5/068</b>	Mejorando rendimientos y potencial comercial de cultivos de importancia económica (ARCAL CL)	INTA
<b>RLA/5/069</b>	Mejorando el manejo de la contaminación de contaminadores persistentes orgánicos para reducir el impacto en las personas y el ambiente (ARCAL CXLII)	INTI
<b>RLA/5/070</b>	Fortaleciendo la vigilancia de la mosca de la fruta y las medidas de control usando la técnica del insecto estéril en áreas amplias y gestión integral de plagas para la protección y la expansión de la producción horticultural (ARCAL CXXI)	SENASA
<b>RLA/5/071</b>	Apoyo al decrecimiento del número de infecciones de parásitos en ovejas (ARCAL CXLIV)	INTA
<b>RLA/5/077</b>	Mejora de los medios de vida mediante la mejora de la eficiencia en el uso del agua asociada con las estrategias de adaptación y la mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII)	CNEA
<b>RLA/5/078</b>	Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)	CNEA

**Proyectos Interregionales**

<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>Organismo Participante</b>
<b>INT/5/154</b>	Mejora de la salud alimentaria a través de la creación de una red interregional que produzca datos científicos confiables usando técnicas nucleares e isotópicas.	CNEA

▪ **Energía****Proyectos Nacionales**

<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>Organismo Participante</b>
<b>ARG/0/016</b>	Fortalecimiento de la capacidad del laboratorio RA-10 para enfrentar nuevos desafíos en el sector nuclear	CNEA
<b>ARG/2/015</b>	Fortalecimiento de la capacidad de las celdas calientes en la Comisión Nacional de Energía Atómica para el Estudio de Material Irradiado	CNEA
<b>ARG/2/016</b>	Mejora de las capacidades de la Comisión Nacional de Energía Atómica en programas de calificación ambiental y pruebas de calificación ambiental para centrales nucleares	CNEA

**Proyectos Regionales ARCAL**

<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>Organismo Participante</b>
<b>RLA/1/012</b>	Desarrollo de un programa de construcción de capacidades para asegurar operaciones sustentables de reactores de investigación nuclear a través del entrenamiento de personal (ARCAL CLI)	CNEA
<b>RLA/2/016</b>	Apoyo a la formulación de planes para el desarrollo sostenible de la energía a nivel subregional - Etapa II (ARCAL CLIII)	CNEA

**Proyectos Interregionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
INT/2/018	Apoyo al desarrollo de las capacidades e infraestructura nucleares en los Estados Miembros, introduciendo y expandiendo la energía nuclear.	CNEA
INT/2/019	Despliegue de la tecnología y gestión de proyectos sostenibles de extracción de uranio	CNEA

- **Protección Radiológica y Seguridad Nuclear**

**Proyectos Nacionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
ARG/9/015	Fortalecimiento de la infraestructura nacional de seguridad y protección radiológica.	CNEA

**Proyectos Regionales**

CÓDIGO	TÍTULO	Organismo Participante
RLA9/0/83	Mejorar las prácticas de la gestión de vida de las centrales nucleares y la cultura de seguridad	ARN --- CNEA - NASA
RLA/9/084	Fortalecimiento de la infraestructura reguladora y seguridad radiológica	ARN
RLA/9/085	Fortalecimiento de la infraestructura para usuarios finales y apoyo técnico para cumplir con los requerimientos para protección ocupacional	ARN

**Relaciones bilaterales**

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 primero tiene como objetivo participar en proyectos de desarrollo tecnológico con organismos de 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 nacional; y el tercer eje tiene como objetivo la complementación e integración de esfuerzos en busca de sinergia y economía de escala.



Reactor de investigación RP-10  
Centro Nuclear de Investigaciones  
Nucleares del Perú Construido  
por la Comisión Nacional de Energía  
Atómica Argentina

**Actividades y logros en 2018**

Las actividades más destacadas desarrolladas en el campo bilateral con los países que se indican fueron las siguientes:

**Bélgica**

En junio la CNEA participa del Seminario "Impacto de las tecnologías nuclear y aeroespacial en la Sociedad" realizado en el marco de la visita oficial de la Princesa de Bélgica a la República Argentina y organizado por la Misión Económica de la Embajada de Bélgica en el país. En este sentido, y tras una reunión de trabajo encabezada por autoridades del sector nuclear argentino y representantes belgas del Ministerio de Relaciones Exteriores y Asuntos Europeos, del Ministerio de Comercio Exterior y la empresa SCK•CEN, se recorrieron las instalaciones del Proyecto CAREM.

**Brasil**

En marzo se recibió una delegación brasileña en el sitio del RA-10 del CAE integrada por representantes del Gabinete de Seguridad Institucional, Ministerio de Salud, Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A., Indústrias Nucleares do Brasil, Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear (SBMN), Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais, Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. y la Embajada de Brasil en la República Argentina.

Asimismo, en ese mes se recibió la visita de una delegación de representantes de la Fundación Parque de Alta Tecnología de la Región de Iperó y Adyacencias (PATRIA), quienes tienen oportunidad de recorrer instalaciones de los Centros Atómicos Ezeiza y Bariloche asociadas al desarrollo de la ingeniería de reactores de investigación en el marco de colaboración existente entre ambos países a partir del desarrollo de los reactores RA-10 y RMB en Argentina y Brasil, respectivamente.

En mayo se recibió la visita institucional de una delegación de la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad de Materiales Nucleares (ABACC) encabezada por su Secretario. Durante su estadía, la comitiva tuvo oportunidad de recorrer las instalaciones del CAB, el CTP y el sitio del Proyecto CAREM.

Durante septiembre, la CNEA acompañó una visita institucional encabezada por la Subsecretaría de Energía Nuclear a instalaciones relevantes del Programa Nuclear brasileño realizada a las ciudades de San Pablo y Río de Janeiro.

Finalmente, en noviembre la CNEA junto a sus empresas asociadas participó del Seminario “Oportunidades de negocios entre empresas brasileñas y argentinas del sector nuclear” realizado en la Embajada de la República Federativa del Brasil en la República Argentina. Durante el desarrollo del mismo se abordaron las posibilidades de colaboración bilateral en las áreas Centrales Nucleares y Reactores de Investigación; Aplicaciones de la Tecnología Nuclear y Ciclo de combustible Nuclear.

#### **Canadá**

En el marco de la celebración del “X Congreso Internacional de la Juventud Nuclear” realizado en marzo en San Carlos de Bariloche, se recibió la visita de una delegación encabezada por la Secretaria Parlamentaria ante el Ministerio de Recursos Naturales. Durante la misma, los representantes canadienses tuvieron oportunidad de recorrer el CAB y el Instituto Balseiro.

En noviembre se recibió una delegación del Candu Owners Group (COG) encabezada por su Presidente, y en dicho marco se mantuvieron reuniones técnicas e intercambios sobre las capacidades científicas-tecnológicas de la CNEA en relación a dicha tecnología.

#### **China**

A fines de marzo y comienzos de abril la CNEA y sus empresas asociadas integraron el equipo de trabajo argentino a cargo de la negociación de los contratos asociados a la provisión de una central nuclear de potencia de tecnología china por parte de la Corporación Nuclear Nacional China (CNNC), particularmente en lo que refiere a las negociaciones por el contrato para la provisión de los combustibles. Las reuniones se desarrollaron en Buenos Aires y contaron con la presencia de representantes de la Subsecretaría de Energía Nuclear y Nucleoeléctrica Argentina S.A.

En noviembre, en el marco de la Cumbre de Líderes del G-20, se recibió en la CNEA a una comitiva encabezada por el Presidente del Directorio de la CNNC. En dicho contexto, la CNEA continuó participando en las negociaciones vinculadas al contrato por el suministro del combustible nuclear. Asimismo, la delegación china tuvo oportunidad de recorrer las instalaciones del Proyecto CAREM.

#### **España**

La CNEA participó del Seminario Sectorial “Oportunidades en el sector de Energía” realizado en el marco del Encuentro Empresarial España-Argentina, organizado por la Confederación Española de Organizaciones Empresariales, la Secretaría de Estado de Comercio del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Reino de España, la Cámara de Comercio de España y la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional de la República Argentina en el marco de la visita oficial del Presidente del Gobierno de España realizada en abril en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

#### **Estados Unidos**

En abril la CNEA participó del “Curso Nacional de Capacitación en la Identificación de Mercaderías Estratégica (CIME)” organizado por la ARN en conjunto con el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto y la Prefectura Naval Argentina. También participaron funcionarios del Programa Internacional de Control y Exportaciones y No Proliferación (INECP) de la Administración Nacional para la Seguridad Nuclear (NNSA), de los Estados Unidos.

Adicionalmente, y en el marco de los trabajos realizados de cara al fortalecimiento de las capacidades nacionales en materia de seguridad física de las instalaciones nucleares, la CNEA participó y ofició de anfitrión del “Taller sobre Mitigación de Amenazas Internas”, organizado entre la Subsecretaría de Energía Nuclear y la NNSA y llevado a cabo en Bariloche en abril. En este sentido, cabe destacar que del evento también participaron representantes del OIEA así como de toda la región.

Durante el mismo mes la CNEA participó de la “Reunión Anual del Comité de Coordinación del Memorando de Entendimiento sobre Seguridad Física Nuclear” celebrado entre la Secretaría de Gobierno de Energía y la NNSA, que tuvo lugar en San Carlos de Bariloche.

En agosto la CNEA formó parte, junto con representantes de la Subsecretaría de Energía Nuclear, la ARN y la Dirección de Seguridad Internacional, Asuntos Nucleares y Espaciales del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de la comitiva argentina que participó de la “15° edición del Comité Conjunto Permanente sobre Cooperación en Energía Nuclear”, que tuvo lugar en Malargüe, provincia de Mendoza. En representación del gobierno de los Estados Unidos participaron autoridades del Departamento de Energía (DOE), del Departamento de Estado (DOS), de la Comisión Regulatoria Nuclear (NRC), de la NNSA, representantes de la Embajada estadounidense en Argentina y expertos técnicos de los laboratorios nacionales vinculados a la actividad nuclear. En dicho marco, representantes de la Institución llevaron a cabo intercambios con contrapartes técnicas y continuaron trabajando en las actividades comprendidas por el Grupo de Trabajo Bilateral de Energía (BEWG).

#### **Francia**

En junio se recibió en Sede Central y en el CAB al Coordinador del Foro de Alto Nivel “Grenoble Innovación para Nuevas Tecnologías Avanzadas” (HLF-GIANT), acompañado por el Adjunto para la Ciencia y la Tecnología de la Embajada de Francia en Argentina.



Planta de Producción de Radioisótopos  
Pasillo caliente  
Centro Nuclear de Investigaciones  
Nucleares del Perú

Durante los días 26 al 28 de junio, Argentina participó con un Pabellón Nacional en la “Exhibición Nuclear Mundial” (WNE) integrado por la CNEA, INVAP S.E., CONUAR/FAE S.A., NUCLEARIS, A-Evangelista S.A. (AES) y la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA).

#### **Hungría**

En marzo se recibió la visita del Embajador de Hungría en la Argentina y representantes de la Agregaduría Económica y Comercial quienes tuvieron oportunidad de reunirse con autoridades de la CNEA para conversar sobre oportunidades de colaboración y complementariedad bilateral.

#### **Japón**

En julio se mantuvieron reuniones con representantes de la empresa ITOCHU en relación a eventuales posibilidades de colaboración en materia de ciclo de combustible nuclear.

#### **República Checa**

Una delegación encabezada por el Embajador de la República Checa en la República Argentina e integrada por representantes de empresas checas e instituciones académicas mantuvo un encuentro con autoridades de la CNEA en donde se exploraron posibilidades de colaboración bilateral, particularmente en el área de ciclo de combustible nuclear.

#### **Rumania**

Durante febrero una delegación compuesta por representantes de la compañía Nuclearelectrica -operador de las centrales Cernadova I y II-, de la Agencia Nuclear para Desechos Radioactivos (ANRN), de la Administración Nacional de Recursos del Estado y Asuntos Especiales y del Municipio de Constanta conoció los principales lineamientos del Plan Nuclear Argentino, al tiempo que realizó un recorrido por las principales instalaciones de la CNEA y sus empresas asociadas, particularmente considerando las oportunidades existentes para fomentar una colaboración conjunta sobre la base de la experiencia compartida por ambos países en el campo de los reactores de potencia tipo CANDU y las actividades asociadas al desarrollo del ciclo de combustible nuclear.

#### **Rusia**

La CNEA participó en febrero de la celebración de la “XIII reunión de la Comisión Mixta Ruso-Argentina de Cooperación Económico-Comercial y Científico-Técnica”, celebrada en Moscú, Federación de Rusia.

Adicionalmente, en abril recibió una comitiva integrada por diversas empresas del sector nuclear ruso encabezada por la Corporación Nuclear Estatal ROSATOM. Durante la misma, los miembros de la delegación rusa visitaron diversas instalaciones de la CNEA así como también mantuvieron intercambios técnicos a los fines de evaluar posibilidades de cooperación en diversas áreas de los usos pacíficos de la energía nuclear. En el marco de la Cumbre de Líderes del G-20 celebrada a fines de noviembre y comienzos de diciembre, se suscribió el “Documento Estratégico sobre Cooperación Argentina-Rusa en el campo del uso pacífico de la energía nuclear” y la “Hoja de Ruta de Cooperación en la realización de proyectos concretos argentino-rusos en el ámbito del uso pacífico de la energía nuclear”.

Finalmente, y en función de los compromisos asumidos en dichos documentos, en diciembre se mantuvo una reunión que tuvo por objetivo dar continuidad a las conversaciones mantenidas en abril en lo relacionado a la evaluación de potenciales áreas para la colaboración en el área del ciclo de combustible nuclear.

### **Publicaciones Institucionales**

La CNEA edita dos publicaciones institucionales:

- *Memoria y Balance* (ISSN 1514-1829) - Rústica 21 x 29 cm - 190 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. En 2018 se publicó la Memoria y Balance de la CNEA correspondiente a 2017.
- *Revista de la CNEA* (ISSN 1666-1036) - Rústica 20 x 28 cm - 48 páginas. Destinada a brindar información sobre investigaciones y desarrollos tecnológicos nucleares, 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. En 2018 se publicaron los números 67/68 y 69/70 de la Revista de la CNEA correspondientes a Julio-Diciembre de 2017 y Enero-Junio de 2018.

### **Área temática Comunicación institucional**

**Misión:** “Promover y afianzar la aceptación pública de la actividad nuclear con fines pacíficos y la imagen institucional de CNEA como referente del sector”.

**Objetivo General 1:** Proponer la política de comunicación de CNEA.

**Objetivo Particular 1.1:** Establecer las pautas para que las diversas instancias de comunicación del organismo den coherencia al mensaje institucional.

**Objetivo General 2:** Consolidar una imagen positiva en la comunidad de las aplicaciones nucleares con fines pacíficos, resaltando los beneficios sociales que genera.



Comunicación Institucional  
"Stand" institucional en exposición  
con exhibición de paneles  
y material didáctico

**Objetivo Particular 2.1:** Realizar acciones de comunicación en distintas regiones con presencia de proyectos prioritarios para la Institución.

**Objetivo Particular 2.2:** Afianzar la vinculación con instituciones afines, nacionales e internacionales.

**Objetivo General 3:** Fortalecer la estructura de comunicación y su funcionamiento a partir del diagnóstico, planificación, ejecución y sistematización de las actividades.

**Objetivo Particular 3.1:** Sistematizar las prácticas, procedimientos y experiencias llevadas adelante.

**Objetivo Particular 3.2:** Consolidar y ampliar la estructura federal de comunicación de la Institución.

**Objetivo General 4:** Optimizar la comunicación interna afianzando la identidad institucional de los trabajadores y fortaleciendo el sentido de pertenencia.

La política de Comunicación de la CNEA tiene por fin motivar el diálogo con la población, dando visibilidad, validación social y posicionamiento estratégico a las actividades centrales del organismo. Las acciones se llevan a cabo en dos planos: uno centralizado, con el objetivo de mantener una imagen cohesionada transmisora de la política institucional, y otro descentralizado, con actividades ejecutadas por los Centros Atómicos y las Delegaciones Regionales vinculadas a sus actividades específicas y a la interacción con las organizaciones públicas y privadas de sus áreas geográficas de influencia.

#### Actividades centralizadas

Se trabaja según los siguientes lineamientos:

- **Relaciones con la comunidad:** El contacto con los ciudadanos exige de medios directos capaces de mostrar y profundizar en los usos pacíficos de la tecnología nuclear. Este ámbito resulta propicio para poner en valor el patrimonio científico- tecnológico y para que la sociedad aprecie el esfuerzo y la capacidad de la organización.
- **Actividades de prensa y comunicación:** El fortalecimiento del escenario mediático se realiza posicionando a la CNEA con sus principales atributos y acciones: investigación, desarrollo y producción de tecnología nuclear con fines pacíficos para contribuir al bienestar de la sociedad.
- **Comunicación institucional:** A fin de fortalecer la imagen institucional con la divulgación interna y la promoción de las acciones y valores de la institución. Estas acciones involucraran un trabajo coordinado entre diversas áreas de la CNEA con el fin de promover actividades internas de capacitación y pertenencia.
- **Participación en espacios de formación e intercambio:** Con el propósito de afianzar la vinculación con instituciones afines nacionales e internacionales en todos los niveles, se realizan charlas, talleres, seminarios y cursos de capacitación.

#### Actividades y logros en 2018

##### Relaciones con la comunidad

- Realización de los "Cafés Científicos de la CNEA" en Bariloche. Cada encuentro se planificó a partir de la selección del tema a debatir, prestando especial atención a las demandas de la comunidad local y la producción científica y tecnológica de la región. A su vez, se invitaron a oradores de diferentes instituciones para conversar en cada evento, con el objetivo de enriquecer el debate con una pluralidad de voces y dar lugar a una vinculación interinstitucional entre la CNEA y otras organizaciones locales productoras de conocimiento.
- Elaboración de contenidos de divulgación y producción de notas para difusión interna y externa.
- Apoyo logístico y comunicacional al proyecto QUBIC (Q&U Botometric Interferometer for Cosmology) que se desarrolla en la zona de Altos Chorrillos - Salta.
- Atención del "stand" institucional en la muestra alusiva al "Día Internacional de la Luz", ciudad de Mendoza.
- Atención y divulgación científica en el "XVI Congreso Argentino de la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Industrial y Carreras Afines (AAReII)", celebrado en la ciudad de Santa Fe.
- Elaboración del Protocolo de Visitas del reactor multipropósito RA-10, en el marco del Plan de Comunicación desarrollado para el proyecto. Propuesta para la ambientación de sala de visitas y señalética del RA-10.
- Actividades de divulgación a través de la producción de piezas de comunicación visual:
  - Preproducción del primer contenido inmersivo en 360° de la CNEA sobre aplicaciones de la tecnología en la vida cotidiana.
  - Realización de visitas virtuales (con toma de imágenes) del Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia CEMENER (Oro Verde, Entre Ríos) y del reactor multipropósito RA-10 (CAE).
  - Elaboración de infografía didáctica sobre los pasivos ambientales del Complejo Minero Fabril San Rafael.
  - Elaboración de capa de realidad aumentada en láminas interactivas: Proyecto de biosensores, reactores nucleares, astrofísica y uranio.
  - Tomas aéreas con drones de los centros atómicos para ilustración de folletos.
  - Ilustración del reactor RA-6 para licitación de ambientación de la sala de visitas.

- Generación de contenido educativo:
  - Realización y edición de videoconferencias con expertos de la CNEA (webinar) sobre distintos aspectos de la tecnología nuclear para curso virtual de capacitación docente.
  - Creación, diseño y elaboración de contenido multimedia para el Portal Educativo de la CNEA. [www.cnea.gob.ar/portaleducativo](http://www.cnea.gob.ar/portaleducativo).
  - Producción y curaduría de los contenidos educativos que la CNEA presenta en el portal [Educ.ar](http://Educ.ar) del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación.
  - Diseño, ilustración, modelado, texturizado e iluminación de animaciones 2D y 3D (fisión del núcleo del átomo de uranio y reacción en cadena, componentes del núcleo del reactor RA-4).
  - Realización de serie de tres videos educativos sobre el uso de las radiaciones ionizantes para la esterilización de insumos médicos, y erradicación de alimentos, entre otros.
  - Dictado de cursos y talleres de capacitación docente:
    - ✓ Curso virtual de formación docente especializada (con puntaje): “Aplicaciones de la tecnología nuclear en la vida cotidiana”, mediante convenio firmado entre la CNEA y el Instituto Nacional de Formación Docente (INFOD). Se realizaron materiales teóricos, foro de consultas a expertos y recursos didácticos (contenido multimedia, webinar, infografías, láminas interactivas, fichas temáticas) para que los docentes puedan trabajar en el aula con sus alumnos. Se desarrolló entre septiembre y noviembre y alcanzó a 600 docentes de todo el país.
    - ✓ Capacitación docente presencial en la ciudad de Santa Fe.
    - ✓ Capacitación a docentes de la Escuela Industrial Superior dependiente de la Universidad Nacional del Litoral.
    - ✓ Charlas de divulgación científica a estudiantes avanzados de geología de la UNLP y a estudiantes secundarios de los Colegios María Auxiliadora, Santa Brígida y Otto Krause.

#### Actividades de prensa y comunicación

- Se generaron 64 noticias (“slider”, segundo nivel y agenda) para la web y se realizó la cobertura de 39 actividades institucionales (seminarios, eventos y visitas internacionales). Se destacaron la llegada de equipos para el turbogruppo del Proyecto CAREM, el montaje de la pileta del Proyecto RA-10, la instalación del tomógrafo AR-PET en el Hospital de Clínicas y el lanzamiento del satélite SAOCOM 1A.
- Se continuó la difusión diaria de información digital sobre la temática nuclear a través del Resumen Informativo del Sector Nuclear (RISEN), el Panorama Internacional (PI) y el envío quincenal del NOTINUC, resultando un total de 241 publicaciones de RISEN y PI, y 25 NOTINUC durante 2018.
- La Cartelera Digital de Sede Central fue relanzada con un nuevo diseño visual y un nuevo sistema de carga y actualización de los contenidos. Se mantuvo la publicación semanal de noticias institucionales, con un promedio de 6 noticias por semana.
- El sitio web institucional de CNEA concretó su migración al entorno del portal [argentina.gob.ar](http://argentina.gob.ar), de acuerdo a lo dispuesto por el Poder Ejecutivo Nacional en la Resolución 13345-E/2017, el Decreto 117/2016 y la Ley 27.275 Art. 32, y los lineamientos operativos generales de la Subsecretaría de Gobierno Digital - Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación.
- En septiembre se validó la primera etapa con el dominio [www.cnea.gob.ar](http://www.cnea.gob.ar) y, desde entonces, se continúa con la revisión, actualización y migración de los contenidos de las áreas y proyectos de trabajo de la CNEA para adaptarlos al nuevo entorno web.
- Las mediciones de tráfico en la web fueron habilitadas a partir de mayo, arrojando hasta el 31 de diciembre que el sitio de CNEA fue visitado 95.326 veces, con más de 234.000 páginas consultadas.
- En las redes sociales se intensificó la fidelización del público y crecimiento de seguidores. La audiencia de Facebook aumentó un 45%, Twitter 72%, Instagram 640% y YouTube 33%.
- Se realizaron un total de 315 publicaciones en [facebook.com/CNEA.Arg](https://facebook.com/CNEA.Arg), 287 en [twitter.com/CNEA\\_Arg](https://twitter.com/CNEA_Arg), 152 en [instagram.com/cnea\\_arg](https://instagram.com/cnea_arg) y 51 en [youtube.com/CNEAArg](https://youtube.com/CNEAArg), entre las que se destacan infografías, gráficos de información y videos:
  - #SomosCNEA: 42 videos con producción y edición propia, donde los trabajadores de la Institución realizan una breve descripción de sus tareas.
  - #VideosCNEA: Pre producción y publicación de un total de 40 videos de 1 minuto donde se describen los proyectos de investigación y desarrollo ejecutados por los diversos grupos de la CNEA. Este producto se complementó con una infografía relacionada al tema.
  - #EfeméridesNucleares: Recordación de las fechas más importantes que se destacaron en la historia del sector nuclear.
  - #DataCiencia: En 4 imágenes se cuenta la historia o un dato científico relevante.
- Atendiendo a la comunicación interna, se realizó el envío de “CNEA en las redes”, un producto que selecciona las publicaciones más destacadas por la CNEA en las redes sociales. Se produjeron y actualizaron piezas para la difusión de charlas y actividades convocadas en las diferentes sedes de la Institución.
- Como todos los años, se diseñó, imprimió y distribuyó el Calendario Institucional, destacando en sus páginas a científicos premiados con el premio Nobel en áreas que contribuyeron al desarrollo de la ciencia y la tecnología nuclear.
- Señalética oficinas: Se realizó la actualización de carteles y de archivos en forma constante. Se hizo el relevamiento de todo el personal que presta sus servicios en la Sede con su ubicación geográfica.



Comunicación Institucional - "Stand" institucional en exposición con exhibición de paneles y material didáctico

- Además, se realizaron trabajos relacionados con la unificación de la imagen institucional para la plataforma AVAN, el Ambiente Virtual de Capacitación que se está implementando.
- Se atendieron requerimientos de periodistas y medios de prensa nacional e internacional acerca de los proyectos de investigación y desarrollo realizados por los diversos grupos de la CNEA. Se destaca la concertación de entrevistas con funcionarios y la entrega de material para que los medios puedan utilizarlo en sus producciones.
- Se diseñaron y produjeron informes con contenido gráfico para la presentación de proyectos en eventos internacionales y nacionales.
- También se realizaron múltiples tareas de producción de contenidos, diseño de materiales, difusión de actividades y asesoramiento comunicacional con diversas áreas y proyectos.
- Se brindó cobertura fotográfica y registro audiovisual de diversos eventos; aniversario de la institución, eventos organizados en el Salón de Actos Dan Beninson y otros con participación de la CNEA.

#### Comunicación institucional

- Comunicación ciudadana -Atención de consultas: Con el objetivo de establecer un canal de comunicación unificado con los ciudadanos se recepcionaron y respondieron más de 500 consultas a través del buzón "consultas@cnea.gov.ar" de la página web. También se atendieron los requerimientos surgidos a través del Facebook de la Institución.
- Programa de Visitas: El Programa de Visitas Institucionales e Intercentros tiene como objetivo abrir las puertas de la CNEA, exponer la multiplicidad de usos pacíficos de la energía nuclear y sus aplicaciones en la vida cotidiana, profundizar sobre las líneas de investigación e innovación tecnológica que lleva adelante el organismo, y difundir su oferta académica a lo largo del país.
  - Entre abril y noviembre se realizó la logística, coordinación y atención de visitas a la CNAII y el Proyecto CAREM-25. Visitaron las instalaciones más de 200 representantes de asociaciones civiles, personal docente y alumnos de diversas instituciones educativas de nivel terciario y universitario. Se destacan la visita realizada por estudiantes extranjeros en el marco del Programa Study Bs.As. del Gobierno de la CABA al proyecto CAREM-25 y la visita de las delegaciones de la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Industrial y Carreras Afines al CAC, CAE, RA-4, RA-0, Atucha I y II, CAREM, FUESMEN y CEMENER.
  - La participación en el programa Intercentros alcanzó a 144 empleados de distintos sitios de la CNEA. Se visitaron nuevos proyectos e instalaciones emblemáticas del CAE y del CAC.
  - Se organizó la visita del Instituto Superior de Formación Técnica N° 195 – Zárate, entre los días 10 al 24 de septiembre, a las distintas instituciones y empresas del quehacer nuclear. Los alumnos fueron recibidos en la Sede Central los días 10 y 11. Los días restantes, en el marco de esta visita, recorrieron la CNA, el Proyecto CAREM-25, el CAC, el Instituto Sábado, el CAE, CONUAR, FAE, el Instituto Dan Beninson, el Instituto Roffo, el Hospital de Clínicas, la Fundación Centro Diagnóstico Nuclear y el RA-4.
  - Se recibió la visita de los "Vecinos que recorren la Ciudad", solicitada por el Centro de Gestión y Participación N° 2 el 14 de septiembre, donde se brindó una charla informativa sobre las actividades que desarrolla la Institución. Se recorrió el Edificio con una reseña histórica y se hizo entrega de material.
  - Se coordinaron las actividades de los docentes y autoridades del IB en la toma de exámenes a postulantes para ingreso a ese Instituto. Se gestionaron y coordinaron las visitas de los alumnos de 5° año del IB que anualmente realizan a los Centros Atómicos.
- Organización de actos:
  - Colaboración en el "Workshop for Establishing Guidelines for Integrated Management Systems", llevado a cabo entre el 19 y el 23 de marzo, en el Hotel Dolmen. CABA.
  - Colaboración en la organización del Curso "Justificación de Estudios de Medicina Nuclear con Nuevas Tecnologías y Equipos Híbridos", llevado a cabo del 8 al 10 de agosto en el CAC.
  - Organización de la reunión "Meeting on the management of irradiated uranium waste coming from Mo-99 production", llevada a cabo el 26 y 27 de noviembre, en Sala de Situación de Sede Central.
  - Colaboración para la realización de la Reunión Anual de la Asociación Argentina Tecnología Nuclear (AATN), llevada a cabo los días 5 y 6 de noviembre, en el Salón del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto.
  - Organización de las reuniones de ex agentes para la "Descripción de Fotos Históricas", asistiendo más de 200 personas entre marzo y noviembre.
  - Salón de Actos Dan Beninson de Sede Central: Se continuaron las actividades de solicitudes, reservas, gestión de ingreso de visitas, manejo de equipamiento, mantenimiento, presupuestos de almuerzos, café, maestro de ceremonias y ornamentación. Participaron de los eventos, más de 4.200 personas.
    - ✓ "Taller Regional sobre Evaluación de Amenazas y Desarrollo de Amenazas de Base de Diseño (DBT)".
    - ✓ "Charla de Protonterapia".
    - ✓ "Charla del nuevo Sistema de Compras – COMPRAR".
    - ✓ "Curso sobre el Sistema de Gestión Documental (GDE)".

- ✓ “Reunión de Descripción Fotográfica con personal Jubilado”.
- ✓ “Capacitación GDE”.
- ✓ “Demostración de Procedimientos”.
- ✓ “Charla de Difusión CTBTO y la Celebración del Día de la Radioprotección”, organizada por la Sociedad Argentina de Radioprotección.
- ✓ Dictado del módulo correspondiente a la “Carrera de Especialización en Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación”, de la ARN.
- ✓ “Capacitación del Sistema Contratar”.
- ✓ Charla “Efecto de la Radiación a Bajas Dosis” organizada por la Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR).
- ✓ “Asamblea Aprobación Balance” de la Asociación de Técnicos de la CNEA.
- Presentación de Trabajos Integradores Finales de la carrera “Especialización en Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación”, de la ARN y la Facultad de Ingeniería de la UBA.
- “Taller de Consolidación de Datos Proyecto ARG/7/008”.
- Visita del Instituto Superior de Formación Técnica N° 195.
- Taller sobre el “Uso de Tecnologías Alternativas (ORS)”.
- Whorkshop “Expert Mission IAEA EX-ARG9015-1805140”.
- “Impacto Radiológico de la Guerra Fría”, Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR).
- Charla sobre el “Proyecto SAOCOM”.
- Reunión Preparatoria de la Misión IRRS”.
- “Reunión de Coordinación Institucional”.
- Acto “Día de la Autoridad Regulatoria Nuclear”.
- “Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares”, ARN.
- “Presentación de Trabajos Integradores Finales de la carrera de “Especialización en Seguridad Nuclear (ARN – FIUBA)”, dictada por la ARN.
- Charla sobre “Radiaciones no Ionizantes”, patrocinada por la Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR).
- Reunión del “Grupo de Trabajo de Compras”, de Dioxitek S.A.,
- Reunión con coordinadores y tutores del “Curso virtual para docentes de Nivel Secundario”.
- Coordinación y realización del 68° Aniversario de la CNEA y Día Nacional de la Energía Atómica.

### Actividades regionales

#### Centro Atómico Bariloche

- Asesoramiento a las autoridades del CAB en cuestiones de protocolo, ceremonial, relaciones públicas y prensa.
- Organización y atención de visitas de establecimientos educativos, instituciones y público en general a las instalaciones del Centro Atómico y el Instituto Balseiro.
- Coordinación y atención de visitas oficiales protocolares (nacionales, extranjeras; civiles, militares y diplomáticas). Fueron recibidas un total aproximado de 2.000 visitantes por todo concepto.
- Articulación con INVAP S.E. en la organización de visitas al CAB a partir de pedidos de esa empresa.
- Articulación constante con las fuerzas vivas de la ciudad de San Carlos de Bariloche.
- Organización y atención de eventos:
  - Acto conmemorativo del Día Nacional de la Energía Atómica y del 68° Aniversario de la creación de la CNEA realizado en el CAB, con entrega de medallas al personal que cumplió 30 años de servicio en la Administración Pública Nacional y de plaquetas recordatorias al personal jubilado en 2017.
  - Colaboración con diferentes Gerencias de la CNEA en la organización y coordinación ejecutiva y operativa de congresos, charlas, seminarios realizados en el CAB.
- Difusión externa e interna de las actividades institucionales que se realizan en el CAB a través de comunicados y gacetillas de prensa.
- Desarrollo de contenidos (texto e imágenes), para el Portal de Gestión CAB, la Intranet del Centro Atómico, y participación en la administración el mencionado sitio.
- Administración y publicación de contenidos generales a través del canal de comunicación interna denominado “Comunidades CAB”.
- Soporte gráfico: Diseño y generación de contenidos de folletos institucionales y afiches para diferentes eventos en los que participa el CAB.
- Producción de imágenes fotográficas para archivo y para contenidos institucionales (gacetillas de prensa, folletos).
- Recepción y atención de consultas de público en general a través de la página web del CAB.
- Atención y seguimiento de la prensa local, regional y nacional.

#### Divulgación Científica y Tecnológica

- Capacitaciones para Docentes (de último ciclo nivel primario, nivel medio y superior):

Teniendo en cuenta que los docentes son los principales motivadores de vocaciones en los jóvenes y su función les permite tener contacto con cientos de alumnos cada año, desde 2002 se propone complementar la formación de los maestros y profesores en temas de ciencia y tecnología (desde el marco teórico con énfasis en lo experimental) y acompañarlos en el camino entre la capacitación y el correspondiente derrame al aula. Los cursos se desarrollan en laboratorios del CAB y del IB.

Estas capacitaciones, brindadas por investigadores y docentes del CAB-IB, tienen énfasis en el trabajo experimental en laboratorio que se integra con contenido teórico, contextualizado históricamente. La mayor parte del tiempo se dedica al desarrollo de experimentos que puedan ser realizados en la escuela. Se entregan en calidad de préstamo “kits” o materiales para que los maestros y profesores participantes puedan utilizar en las instituciones educativas con sus alumnos. La duración varía de acuerdo a la capacitación, entre 18 y 52 horas cátedra, cuentan con Declaración de Interés Educativo del Ministerio de Educación de la provincia de Río Negro y se ofrecen a docentes de todas las materias que puedan trabajar los temas en forma interdisciplinaria. Las condiciones que deben cumplir para recibir certificado (y por ende el reconocimiento a través de puntaje en las Juntas de Calificación del Ministerio de Educación) son: asistencia perfecta, aprobar una evaluación y presentar una secuencia didáctica para aplicar en el aula.

Los temas abordados en 2018 fueron: Introducción a las Radiaciones Naturales, Radiaciones en la Vida Cotidiana, Conceptos y Experimentos de la Luz, Luz, Visión y Telecomunicaciones, Taller de Crecimiento de Cristales, La Química y el Agua, Encuentro con el Electromagnetismo Cotidiano. Participaron un total de 151 docentes y aprobaron 120. Procedían de diversas localidades de Río Negro, Chubut, Mendoza y Buenos Aires. Asimismo, participaron 23 docentes de Uruguay. Se realizaron 10 capacitaciones en total, una de ellas para investigadores del CAB sobre Cristalización de Proteínas con el objetivo de conformar un grupo de apoyo al trabajo en laboratorio cuando se brinde para profesores de secundaria.

- **Capacitaciones para Docentes: Entrenamiento en Talleres de Experimentación para niños y jóvenes:**  
Los maestros y profesores que participaron y aprobaron los cursos antes mencionados tuvieron la posibilidad de participar en los 6 talleres de experimentos para niños que se describen en el párrafo siguiente. Para los docentes consiste en una nueva instancia de capacitación en modalidad entrenamiento en laboratorio con alumnos. Asistieron 25 docentes. La actividad también cuenta con Declaración de Interés Educativo del Ministerio de Educación de la provincia de Río Negro.
- **Talleres de Experimentación para niños de 9 a 13 años y jóvenes de 13 a 19 años:**  
Son brindados por profesionales del CAB e IB, acompañados por docentes que aprobaron las capacitaciones antes mencionadas. Las temáticas abordadas en los 6 talleres realizados fueron las mismas de las capacitaciones. En estos espacios, de tres horas cada uno, los chicos tienen la oportunidad de realizar diversos experimentos, previo a los cuales se les brinda un breve marco teórico, y de aprender a partir de las preguntas que les surgen durante la actividad. Participaron 182 estudiantes de Bariloche y la región.
- **Charlas, muestras y experimentos en “Zona Explora” de la Feria Internacional del Libro:**  
En ese ámbito, se acompaña al IB en la presentación de actividades de divulgación de ciencia y tecnología y de difusión de la oferta académica. En 2018 se presentaron los experimentos: “Electricidad y magnetismo van de la mano”, “El magnetismo en la vida diaria”, “Radiaciones en la vida cotidiana”, “La luz y las comunicaciones”.
- **Taller “Radiaciones en la vida cotidiana” en el Foro Internacional de Enseñanza de las Ciencias y las Tecnologías, en el marco de la Feria del Libro, destinado a docentes de niveles primario, medio y superior no universitario.**
- **Premio CAB-IB y Pequeña Muestra CAB-IB en el marco de la Feria Nacional de Ciencias:**  
Durante la “Feria Nacional de Ciencias”, en la ciudad de Córdoba, se llevaron a cabo diversos experimentos, divulgación y difusión institucional e información sobre oferta académica del IB. A su vez, se galardonó a los cuatro proyectos acreedores del Premio CAB-IB para la próxima generación de investigadores, que obtuvieron la posibilidad de visitar por una semana el CAB-IB, recorrer laboratorios y dialogar con investigadores, docentes, técnicos y alumnos.
- **Visitas especiales al CAB:**  
Se organizó la visita de un colegio técnico de la ciudad de San Antonio Oeste, Río Negro. Visitaron laboratorios e instalaciones, interactuaron con investigadores del CAB y docentes y alumnos del IB. Durante las capacitaciones para docentes se entregó material de estudio realizado por los investigadores responsables de cada curso, y en éstos y el resto de las actividades, se entregaron diversas piezas de divulgación. Además, se llevaron a cabo encuestas de opinión, de alfabetización científica y conocimiento de las instituciones.

#### **Instituto Balseiro**

- **Producción de noticias y notas para visibilizar y promocionar las actividades académicas, de extensión e institucionales del IB.** Se publicó este tipo de contenidos de elaboración propia en la Sección de Noticias del sitio web del IB y sus redes sociales. Envío a sitios de la CNEA y la UNCuyo. Se utilizan herramientas de divulgación científica y de periodismo científico.

- *Elaboración e implementación de campañas de prensa para promocionar el ingreso a carreras de grado y maestrías. Incluyó una planificación de pasos, que se cumplió de acuerdo a las prioridades marcadas por la Dirección del IB. Difusión de fechas y condiciones del examen de ingreso, notas y noticias a docentes y alumnos con producción de mensajes en redes sociales, gacetillas a medios gráficos y “on line”.*
- *Producción y edición de entrevistas especiales a docentes del IB o a expositores invitados.*
- *Envío de gacetillas de prensa a medios de comunicación y seguimiento de producción de notas en medios. Se seleccionaron los temas más noticiables dentro de los artículos publicados en la sección de Noticias. Ej.: inscripciones a carreras de grado y posgrado; actividades de extensión; entrevistas a profesores y alumnos; etc.*
- *Generación de notas en medios de comunicación. Se buscó generar esta línea de trabajo a partir de las gacetillas enviadas y también respondiendo a demandas espontáneas de periodistas de distintos medios de comunicación. Esto incluyó la recepción en el IB de visitas de periodistas y productores de TV/Radio y coordinación de notas vía telefónica.*
- *Realización de contenidos especiales para la campaña en Facebook, Twitter e Instagram de promoción del Ingreso 2018 a carreras de grado. Se idearon “banners” publicitarios y un “spot” con la colaboración de la UNCuyo.*
- *Siguiendo los pasos de años anteriores, se ideó la producción de la foto del “póster” del Ingreso 2019 a carreras de grado. En esta ocasión, la foto estuvo vinculada con la Biblioteca Leo Falicov y el concepto de estudiar en un ámbito especial, rodeados del paisaje de Bariloche.*
- *Continuación de la línea de trabajo iniciada en 2016 de realización de sesiones de fotos de diversas actividades (ej. Escuela Balseiro de octubre, Beca IB para estudiantes de Enseñanza Media, Centro de Formación Continua; ingreso de nuevos becarios de grado) para publicarlas inmediatamente después en “posts” de Facebook, algo que generó un impacto positivo en el número de seguidores y “Me gusta” en redes sociales.*
- *Administración de contenidos de las redes sociales del IB: Facebook, Twitter, Instagram y YouTube. Se realizaron diversas tareas de “Community manager” del IB. Además de las noticias de elaboración propia, se publican “banners”, tarjetas y contenidos similares para promocionar la oferta académica y las actividades de extensión, además de “posts” vinculados con la agenda de ciencia y tecnología. Supervisión y seguimiento de “likes” y comentarios. Interacción con cuentas de otras instituciones.*
- *Administración de la casilla de correo de la página de Facebook del IB: Se brindaron respuestas a consultas de información puntual o se las derivó a la Oficina de Alumnos del IB.*
- *Coordinación general en la producción de material gráfico. Se colaboró en la búsqueda de ideas creativas y conceptos a transmitir, la redacción y la supervisión de textos, la búsqueda de fotografías y el diseño integral de diversas piezas. Ej.: “posters” del Ingreso de Grado y Maestrías, afiches, “banners” y folletos de toda la oferta académica, y coordinadores de carreras de grado/posgrado, para distribuir en eventos varios y para visitas al IB. También se colaboró en el diseño de la producción de tarjetas de invitación a actos, “banners” para redes sociales, etc.*
- *Se continuó el trabajo iniciado en 2017 referido a la administración del “Grupo Oficial” del IB en Facebook. Se administraron las suscripciones y se coordinaron las publicaciones en este grupo que busca responder consultas sobre la oferta académica de forma colaborativa, con la ayuda de docentes y estudiantes miembros del grupo.*
- *Coordinación de búsqueda de voluntarios (docentes y/o graduados) para participar en exposiciones universitarias de la región (ej. Zapala, El Bolsón, Villa La Angostura, Bariloche, Mendoza/Facultad Abierta) y en charlas informativas sobre el IB en el CAB. También se brindó el material necesario de promoción (ej. folletería, “banners” y postales). Se participó de forma presencial en la feria realizada en Bariloche (Expo Capraro) en el “stand” brindando información y armando y desarmando el “stand”.*
- *Cobertura de prensa sobre la participación del IB en “Zona Explora” en la Feria del Libro. Acciones de prensa “in situ”, producción de noticias/gacetillas que fueron publicadas en medios, generación de “posts” y videos para Facebook, Twitter e Instagram del IB. Se realizaron seis videos con entrevistas y experimentos durante la feria que se publicaron en YouTube.*
- *Implementación de acciones de comunicación interna. Por ej.: envío de las noticias del sitio web del IB a las News del CAB.*
- *Interacción con los encargados de Prensa del CAB, CNEA y UNCuyo, y de otras instituciones de ciencia y tecnología de la Argentina. El objetivo fue ofrecer los artículos para que se evalúe la eventual difusión de noticias del IB en sus respectivos canales de comunicación.*
- *Coordinación de actualización de los contenidos de determinadas páginas del sitio web del IB. Esto se realizó bajo demanda de cada sector y con referentes/coordinadores de cada contenido.*
- *Toma de fotografías y edición de imágenes. La mayoría de las noticias y gacetillas de prensa del IB y del material gráfico utilizó durante 2018 fotografías tomadas desde el Área de Comunicación y Prensa del IB, al igual que en años previos.*
- *Alimentación de base de datos de comunicadores institucionales y divulgadores de universidades nacionales.*

- Alimentación de base de imágenes del IB.
- Monitoreo de noticias que se publicaron sobre el IB en medios locales, nacionales e internacionales. con la ayuda de Google Alerts y buscadores de internet.
- “Clipping” eventual de noticias en los medios, en base a las gacetillas enviadas por el IB. Se alimentó la sección “El IB en los medios” en el sitio web del IB (creada en 2016).
- Organización de conferencias de prensa. Colaboración con la coordinación de prensa de la Semana del Cerebro.
- Cobertura periodística completa de los actos de colación (junio y diciembre): Generación de crónicas que fueron enviadas a los medios locales y nacionales apenas terminó cada acto, garantizando su publicación ese mismo día o al día siguiente. Cobertura vía Instagram y la corresponsalia en vivo para Radio Nacional Bariloche.
- Colaboración en acciones específicas de prensa de actividades de extensión organizadas por docentes del IB. Se realizaron actividades previas y posteriores a eventos con la meta de promover su difusión en prensa gráfica, radial, TV e Internet. Algunas de las actividades fueron: las Becas de Verano, el Centro de Formación Continua, la Beca IB para alumnos de Enseñanza Media, algunos de los coloquios de los viernes para un público general. Colaboración en acciones de prensa y administración de Facebook para promocionar el concurso IB50K.
- Producción y armado de diversas piezas de comunicación institucional. Colaboración en el diseño de piezas de “merchandising” institucional (calcos, lápices, y biromes). Se idearon piezas visuales para ferias universitarias.
- Participación en el Consejo de comunicadores de la UNCuyo.
- Diseño e implementación de encuestas. Se realizó una encuesta anual a ingresantes de 2018 de carreras de grado (cuarta vez desde 2015). Esta información es de gran importancia para la planificación de acciones de promoción y comunicación institucional.
- Coordinación de la producción editorial de los anuarios impresos y digitales de egresados de junio y diciembre. Incluyó el pedido de las síntesis de CV; búsqueda y chequeo de información faltante; edición con el mismo formato; coordinación y toma de fotos; y coordinación y revisión del diseño.
- Producción de videos: serie “Visitas a los laboratorios”. Se realizaron 10 videos en base a entrevistas a estudiantes, egresados y docentes del IB, con el objetivo de promocionar las cuatro carreras de grado. Se produjeron 10 videos, que fueron publicados en YouTube y Facebook, y se continuará esta línea en 2019.
- Colaboración en la preproducción y producción del programa “Científicamente” del vicerrector de la UNCuyo.
- Producción de un “spot” audiovisual sobre el campus y la oferta académica del IB.
- Coordinación de la producción de un “spot” audiovisual y otro radial de ingreso a las carreras de grado en 2018.

#### **Centro Atómico Constituyentes**

- Organización y atención de visitas a instalaciones del Centro Atómico para 25 establecimientos educativos en las que participaron 640 alumnos y 57 docentes de diferentes niveles (secundario, terciario y universitario).
- Recepción y atención de medios masivos de comunicación para entrevistas y realización de programas/ filmaciones sobre temas científicos/técnicos relacionados con las actividades desarrolladas.
- Recepción, planificación y desarrollo de las visitas de los alumnos del IB próximos a recibirse de las carreras de Ingeniería Nuclear y Mecánica.
- Recepción, colaboración y atención de visitas de delegaciones diplomáticas y de funcionarios del OIEA y de organismos de energía atómica extranjeros.
- Colaboración en la organización de 125 diferentes eventos, charlas, seminarios, videoconferencias y reuniones de carácter interno e inter-organismos y actos diversos de índole institucional, realizados en los salones del Centro. En el 40% de los casos se realizó la respectiva locución.
- Organización y desarrollo del acto conmemorativo del “Día Nacional de la Energía Atómica” y del “68° Aniversario de la creación de la CNEA” con entrega de medallas al personal que cumplió 30 años de servicio en la Administración Pública Nacional y de plaquetas recordatorias al personal jubilado en el año 2017; se llevó a cabo en el Salón Auditorio Emma Pérez Ferreira del CAC.
- Diseño y desarrollo de agenda de medios de comunicación para la difusión de las actividades: redacción y control de publicaciones en intranet. Tanto para el público interno como para el externo.
- Planificación de la difusión interna del Centro.
- Recepción y diligenciamiento de 132 consultas vía digital sobre energía nuclear, asistencia técnica, análisis de procesos industriales y capacitación de recursos humanos, y asesoramiento en 15 consultas realizadas en forma personal sobre la energía nuclear, capacitaciones y otras actividades que se llevan a cabo en el CAC.
- Ejecución de campañas de difusión institucional, de estudios y de encuestas sobre la evolución de la opinión pública en relación con la temática nuclear.
- Colaboración, organización y gestión de la información a publicar en el nuevo Micrositio CAC.

- *Colaboración en la organización y atención de eventos internacionales y nacionales entre ellos:*
  - *Seminario de Reactores.*
  - *Seminarios de Investigación y Aplicaciones no Nucleares.*
  - *Jornada de Química y Proceso de instalaciones Nucleares.*
  - *Clase especial de Energía Solar Fotovoltaica.*
  - *Charla “Escuela técnicas Neutrónicas Aplicadas”.*
  - *Evento de Geofísica de Volcanes.*
  - *“VII Taller de la Asociación Argentina de Cristalografía”.*
  - *“XIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Cristalografía”.*
  - *“X Escuela de la Asociación Argentina de Cristalografía”.*
  - *Evento Proyecto SAOCOM- Satélite Argentino de Observación con Microondas (2018).*
  - *Programa Lanzamiento del Repositorio Digital Institucional “Nuclea”.*
  - *“Meeting on the Management of Irradiated uranium Waste Coming From Mo-99 Production” (OIEA).*
  - *Acto académico anual del Instituto Sabato (2018).*
  - *Balace de proyectos del Área Investigación y Aplicaciones No Nucleares.*
  - *“Seminario Tecnología del Sodio”.*
  - *Exposición de proyecto de Laboratorio de Desarrollo de Aceleradores.*
  - *Talleres de primeros auxilios “Reanimación Cardiorrespiratoria (RCP)”.*
  - *Clase especial sobre de energía solar fotovoltaica.*
  - *Disertación vinculada al Satélite Argentino de observación con microondas.*
  - *Seminario de estudios de magnetismo.*
  - *Charla efectos psicológicos en una emergencia radiológica.*
  - *Tópicos emergentes en magnetismo: de la frustración a la topología.*
  - *Taller de identificación de proyectos conjuntos.*
  - *Escuela de técnicas neutrónicas aplicadas.*
  - *Seminario sobre geofísica de volcanes.*
  - *Reunión informativa becarios, capital intelectual.*

#### **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 y respuesta a consultas vía “mail” y telefónica.*
- *Participación en Ferias y Exposiciones:*
  - *“XXI Congreso de la Asociación Argentina de Biología y Medicina Nuclear”, 6 y 7 de diciembre de 2018, en el predio de la UCA, Puerto Madero.*
- *Organización de Eventos Institucionales:*
  - *Acto Conmemorativo del Día Nacional de la Energía Atómica y del 68º Aniversario de la creación de la CNEA con entrega de medallas al personal que cumplió 30 años en la Administración Pública Nacional, plaquetas para el personal jubilado en 2017 y otras distinciones. Festejo del Centro Atómico Ezeiza.*
  - *1er Acto de Colación de Grado del Instituto Dan Beninson, 14 de agosto, CAE.*
  - *Organización del acto del Montaje de la Pileta del RA-10, 27 de agosto, CAE.*
- *Coordinación de visitas educativas: Recepción de 30 Colegios de la Ciudad de Buenos Aires, Gran Buenos Aires e interior del país; universidades e institutos de formación.*
- *Organización y recepción de visitas institucionales de carácter oficial: Recepción de 15 visitas de delegaciones extranjeras, de empresas y el OIEA.*
- *Coordinación con la Dirección de Telesalud para conexión, pruebas, envío y almacenamiento de archivos relacionados con las videoconferencias para la futura página web de la “Red de Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia”.*
- *Organización y participación en las 60 videoconferencias de capacitación de la “Red de Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia”, organizados por la CNEA en el año 2018.*

#### **Delegaciones Regionales**

*Ver Capítulo 2 – Ciclo de Combustible nuclear - Área temática Exploración de materias primas – Relaciones con la comunidad.*



## RECURSOS HUMANOS Y SU CAPACITACIÓN

### **Área temática Recursos humanos**

#### **Área temática Institutos académicos**

- *Instituto Balseiro*
- *Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sabato*
- *Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson*
- *Conservación y desarrollo del capital intelectual*
- *Gestión del conocimiento nuclear*

#### **Área temática Gestión de recursos e información científico-tecnológica**

- *Biblioteca Leo Falicov*
- *Centro de Información Dr. Eduardo J. Savino*
- *Centro de Documentación Isabel González*
- *Servicio de Documentación e Información Legal*

## RECURSOS HUMANOS Y SU CAPACITACIÓN

### Área temática Recursos humanos

**Misión:** “Potenciar el desarrollo y el bienestar del capital humano de acuerdo con los valores institucionales”.

**Objetivo General 1:** Optimizar los Procedimientos de Gestión del Área de Recursos Humanos desde una visión estratégica.

Objetivo Particular 1.1: Actualizar y mejorar los Sistemas Informáticos de Recursos Humanos.

Objetivo Particular 1.2: Desarrollar herramientas y elaborar Indicadores de Gestión.

**Objetivo General 2:** Promover el bienestar del personal y fortalecer las relaciones laborales e interpersonales.

Objetivo Particular 2.1: Fortalecer la cultura organizacional.

Objetivo Particular 2.2: Implementar el convenio colectivo de trabajo que se apruebe.

Objetivo Particular 2.3: Establecer la metodología y las guías para la elaboración del Manual de Puestos de Trabajo.

Objetivo Particular 2.4: Desarrollar herramientas destinadas a optimizar la Política de Remuneraciones, Compensaciones y Beneficios.

**Objetivo General 3:** Establecer líneas de acción destinadas al Desarrollo Laboral.

Objetivo General 3.1: Evaluar en forma continua el desempeño y el potencial del personal.

Objetivo Particular 3.2: Desarrollar un plan de capacitación y formación del personal, en concordancia con las áreas de Capital Intelectual e Institutos Académicos

Objetivo Particular 3.3: Definir un plan de carrera laboral.

La dotación de personal total de la CNEA a fines del año 2018 era de 3.285 agentes (1.857 permanentes y 1.428 contratados), integrada por profesionales, técnicos, administrativos y personal de apoyo distribuidos en las distintas dependencias de la Institución en el país. La planta permanente estaba constituida por 1.857 agentes enmarcados en “Ley de Contrato de Trabajo” (Ley 20.744) según lo dispone el Artículo 3º de la “Ley Nacional de la Actividad Nuclear” (Ley 24.084). La gestión de los recursos humanos que la constituyen se efectúa de conformidad con las estipulaciones del Régimen Laboral aprobado por Resolución del Directorio N° 10/99. De ese total, 312 investigadores de la CNEA son además investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). En la planta de personal contratado revistaban 1.428 agentes contratados bajo el régimen de la Ley N° 22.179 y el régimen de contratos a plazo fijo. La edad promedio del personal de la CNEA fue de 44 años en 2018.

Dependencia	Beca Instituto	Beca Interna	Contratos	Planta Permanente	Totales
Sede Central		28	220	295	543
CA Constituyentes	42	103	284	608	1.037
CA Ezeiza	19	27	337	359	742
Regional Centro		5	50	39	94
Regional Cuyo		3	48	37	88
Regional Noroeste		2	10	15	27
Malargüe		1	13	8	22
San Rafael		2	27	37	66
CT Pilcaniyeu		3	57	54	114
CA Bariloche	201	83	280	365	929
Regional Patagonia		1	31	19	51
Arroyito			2	10	12
Atucha Lima			69	11	80

<b>Totales</b>	<b>262</b>	<b>258</b>	<b>1.428</b>	<b>1.857</b>	<b>3.805</b>
----------------	------------	------------	--------------	--------------	--------------

### Área temática Institutos académicos

**Misión:** “Formar profesionales y técnicos al más alto nivel académico en áreas de ciencias e ingeniería, con capacidad de liderar y/o participar en proyectos de investigación, desarrollo e innovación y en áreas de producción y operación, para contribuir al desarrollo de la actividad nuclear y del sistema científico, tecnológico y productivo del país”.

**Objetivo General 1:** Afianzar las actividades de educación y capacitación de los Institutos Académicos de CNEA, atendiendo a las necesidades e intereses del sistema nuclear argentino.

**Objetivo Particular 1.1:** Consolidar, jerarquizar y fortalecer temáticamente las carreras existentes.

**Objetivo Particular 1.2:** Fomentar actividades de educación permanente y la vinculación con los diferentes niveles de educación formal.

**Objetivo Particular 1.3:** Fortalecer a los Institutos de CNEA en el ámbito del sistema universitario argentino.

**Objetivo Particular 1.4:** Fortalecer las áreas de apoyo para el funcionamiento de los Institutos Académicos de CNEA.

**Objetivo General 2:** Acompañar el desarrollo de la actividad nuclear y del sistema científico, tecnológico y productivo del país, mediante la incorporación de metodologías e instrumentos para la educación, entrenamiento y transferencia de conocimientos.

**Objetivo Particular 2.1:** Incorporar nuevas carreras en los niveles de pregrado, grado y posgrado.

**Objetivo Particular 2.2:** Brindar cursos de capacitación profesional y técnica, formación continua y educación permanente.

**Objetivo Particular 2.3:** Colaborar con la conservación y ampliación del capital intelectual de CNEA y del sector nuclear.

**Objetivo General 3:** Articular todas las actividades académicas que se realizan en CNEA.

**Objetivo General 4:** Proponer y desarrollar los mecanismos para un control institucional sobre las tesis universitarias que se realizan en CNEA.

**Objetivo Estratégico 3:** (transferido del Área temática Planificación) Planificar y promover la preservación, crecimiento y transferencia del capital intelectual acumulado y generado en CNEA.

**Objetivo particular 3.1:** Desarrollar un plan de identificación, preservación y transferencia del capital de conocimientos críticos y articular su implementación con las áreas de Recursos Humanos y de los Institutos Académicos.

**Objetivo particular 3.2:** Potenciar el sistema de becas como instrumento de capacitación, entrenamiento y transferencia de conocimientos en CNEA.

**Objetivo particular 3.3:** Planificar las necesidades del capital intelectual de acuerdo al Plan Estratégico de CNEA.

**Objetivo particular 3.4:** Implementar y coordinar una red institucional para la promoción y organización de un Programa de Gestión del Conocimiento Nuclear.

**Objetivo particular 3.5:** Coordinar y administrar el Nodo Regional de la Red Latinoamericana para la educación y la capacitación en Tecnología Nuclear (LANENT).

La CNEA cuenta con tres institutos académicos de nivel universitario: el Instituto Balseiro, el Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sabato y el Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson.

### Instituto Balseiro

Situado en el CAB, es el más antiguo de los institutos de formación de recursos humanos de la CNEA. Depende académicamente de la UNCuyo, la cual otorga los títulos y asigna el plantel docente y parte del personal administrativo. Ofrece las carreras de grado de “Licenciatura en Física”, “Ingeniería Nuclear”, “Ingeniería Mecánica” e “Ingeniería en Telecomunicaciones” y además la posibilidad de completar una formación de posgrado mediante las carreras de Doctorado en Física, Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Nuclear, y la carrera de “Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear”, así como también Maestrías en Ciencias Físicas, Física Médica e Ingeniería. El Instituto es sede de la Biblioteca “Leo Falicov”.



Edificio de Ingeniería del Instituto Balseiro – Centro Atómico Bariloche Provincia de Río Negro

### Actividades y logros en 2018

Durante 2018 se creó mediante Ordenanza C.A./IB N°2/18 y ratificación del Consejo Superior de la UNCuyo N°40/18, la Secretaría de Extensión y Cultura Científica del Instituto. Sul objetivo es organizar las múltiples actividades de extensión dirigidas a alumnos de escuelas secundarias, docentes de nivel medio y la comunidad en general. Asimismo, se aprobó mediante Ordenanzas C.A./IB N°3/18 y C.S. N° 4/18 la creación de la Secretaría de Vinculación e Innovación cuyo fin es coordinar las actividades dirigidas a estudiantes avanzados y graduados de carreras de ciencia e ingeniería, así como también a estudiantes de posgrado y jóvenes profesionales generando nuevos proyectos tendientes a incrementar la participación del Instituto en el área socio-productiva.

Entre el 30 de abril y el 4 de mayo se recibió la visita de un Comité Externo Evaluador del Instituto conformado por referentes de la física e ingeniería internacional, quienes elaboraron un informe sobre diversos aspectos educativos del Instituto con el objetivo de identificar desafíos y oportunidades de la actual oferta educativa, con recomendaciones que pudieran contribuir al análisis del Plan de Desarrollo Institucional.

### Infraestructura

En 2018 se continuaron las obras en curso de este Instituto, lográndose cumplir con la finalización al 100% de las denominadas “Construcción de Monoblock V para alumnos del Instituto Balseiro” y “Construcción del edificio de Aulas, Laboratorios y talleres, para la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones del Instituto Balseiro – Segunda Etapa”. La obra “Construcción del edificio de Aulas, Laboratorios y talleres, para la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones del Instituto Balseiro – Primer Etapa” tuvo un avance del 86.46%.

### Actividades académicas regulares

En 2018 egresaron 9 Ingenieros pertenecientes a la 39ª Promoción de Ingenieros Nucleares, 8 Ingenieros pertenecientes a la 14ª Promoción de Ingenieros Mecánicos, 13 Licenciados de la 62ª Promoción de Licenciados



Instituto Balseiro  
Trabajos en laboratorio

en Física, 5 egresados de la 4ª Promoción de Ingenieros en Telecomunicaciones. En cuanto a carreras de posgrado, egresaron 16 egresados de la Carrera de Maestría en Ciencias Físicas, 15 de la Carrera de Maestría en Física Médica, 22 de la carrera de Maestría en Ingeniería, y 10 Especialistas de la 23ª Promoción de la Carrera de Posgrado “Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear”. Asimismo, completaron sus estudios 11 Doctores en Física y 6 Doctores en Ciencias de la Ingeniería.

Desde 1958 y hasta 2018 se recibieron un total de 2.423 profesionales.

Licenciados en Física: 728 (primera promoción 7 de junio de 1958).

Ingenieros Nucleares: 380 (primera promoción 15 de junio de 1981).

Ingenieros Mecánicos: 98 (primera promoción 24 de junio de 2005).

Ingenieros en Telecomunicaciones: 15 (primera promoción 17 de diciembre de 2015).

Magísteres en Ciencias Físicas: 231 (primera promoción 19 de diciembre 2003).

Magísteres en Física Médica: 130 (primera promoción 17 de diciembre 2004).

Magísteres en Ingeniería: 96 (primeros graduados a fines del 2008).

Especialistas en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear: 211 (primera promoción 19 de diciembre de 1996).

Doctores en Física: 428.

Doctores en Ciencias de la Ingeniería: 68.

Doctores en Ingeniería Nuclear: 38.

### Actividades de Extensión y Cultura Científica

#### Centro de Formación Continua

El Centro de Formación Continua del IB, compuesto por investigadores activos del CAB y docentes del IB, organiza cada año desde 1985, en el mes de julio, una semana de capacitación para docentes. En esta actividad se ofrecen cursos de perfeccionamiento para docentes de nivel medio, polimodal, terciario y universitario a 26 docentes de todo el país, con alojamiento y desayunos gratuitos en el campus del CAB. Cada año, se elige una temática distinta que se desarrolla en clases teóricas y especialmente mediante actividades prácticas y experimentales en instalaciones del CAB, aulas y laboratorios del IB. Los temas son de distintas ciencias, entre ellas de física, química, matemática, estadística, electrónica y astronomía. Durante cada curso, los participantes tienen contacto diario con sus docentes, de manera informal y participativa. Se organizan visitas a los laboratorios del CAB y se aprovechan los momentos de descanso o los horarios de las comidas para intercambiar experiencias entre docentes y participantes.

El curso “Enzimas: la máquina de la Vida” tuvo lugar entre el 9 y el 13 de julio de 2018. Durante el mismo, docentes de entre 23 y 60 años de edad tuvieron la oportunidad de aprender sobre el uso de herramientas utilizadas por biólogos, químicos y físicos para estudiar los sistemas biológicos.

#### Becas Instituto Balseiro destinadas a enseñanza media

Esta actividad busca acercar a la juventud al Instituto y, a través de ella, el Instituto a la sociedad, promoviendo concursos de alcance nacional que generen trabajos y discusiones en temas científicos en los colegios, y que resulten en alumnos y docentes premiados que visiten e interactúen por una semana con los estudiantes y profesores del IB. A los postulantes seleccionados se les otorga una beca integral para cubrir gastos de traslado, alojamiento y alimentación en Bariloche. Las actividades incluyen visitas a los laboratorios de investigación del CAB y de la empresa INVAP, asistencia a clases y seminarios y realización de experimentos junto con investigadores y estudiantes de grado y posgrado del IB. Este concurso se ha llevado a cabo de manera consecutiva desde 2002.

En 2018 se invitó a todos los alumnos de los dos últimos años de las escuelas secundarias del país a que escribieran una monografía sobre el tema “La Mujer en la Ciencia”. Se recibieron 748 trabajos de 330 escuelas de nivel secundario.

Los alumnos premiados visitaron Bariloche entre el 8 y el 12 de octubre.

#### Cursos de actualización profesional docente

Teniendo en cuenta que los docentes son los principales motivadores de vocaciones en los jóvenes y su función les permite tener contacto con cientos de alumnos, cada año se realizan estas capacitaciones que comienzan en el primer semestre. Se realizan cursos taller con una carga horaria de entre 20 y 52 horas cátedra, en cada uno de los cuales se brindan aspectos teóricos, históricos y novedades sobre el tema que se aborda y a la vez los participantes realizan experimentos que se pueden llevar al aula. Al finalizar, para aprobar la capacitación deben rendir un examen escrito y presentar una secuencia didáctica. Los cursos se desarrollan en laboratorios del CAB y del Instituto.

Luego, en el segundo semestre, se llevan a cabo los “Cursos de perfeccionamiento docente que coinciden con los talleres de experimentos para niños o adolescentes”. Se trata de espacios de laboratorio para chicos entre 9 y 19 años, brindados por los mismos investigadores que llevan adelante las capacitaciones para docentes. En ese marco, aquellos docentes que aprobaron los cursos de actualización profesional en el que hayan participado, pueden formar parte de los talleres sobre el mismo tema, interviniendo proactivamente desde la etapa de planificación, y organización, actuando como facilitadores durante los talleres. De este modo, los docentes vuelven a interactuar con los investigadores, afianzan los conocimientos, aportan su mirada pedagógica, se encuentran con las preguntas de los chicos antes de llevar los experimentos al aula y, así, adquieren nuevas experiencias que les dan confianza para reforzar los espacios de experimentación en sus clases. Las temáticas que se abordaron en los cursos de actualización profesional docente realizados en Bariloche durante el primer semestre de 2018 fueron las siguientes: Introducción a las Radiaciones Naturales.

Radiaciones en la Vida Cotidiana. Conceptos y Experimentos de la Luz. Luz, visión y telecomunicaciones. Taller de Crecimiento de Cristales. La Química y el Agua. Encuentro con el Electromagnetismo cotidiano.

En los talleres de entrenamiento participaron un total de 25 docentes.

#### **Actualización profesional preparatoria para futuras capacitaciones a docentes**

En marzo de 2018, se realizó una capacitación destinada a técnicos e investigadores, bajo el tema: *Cristalización y Cristalografía de Proteínas*. Participaron 17 profesionales del CAB y de INTECNUS.

El objetivo de esta actividad fue contribuir a la actualización de profesionales de la Institución que eventualmente pudieran utilizar estos conocimientos y herramientas en su propia práctica de investigación y contar con un grupo de profesionales que acompañen y colaboren en una futura capacitación para profesores de niveles secundario o superior.

#### **Capacitaciones en Mendoza**

En 2018, se llevó a cabo un acuerdo con la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNCuyo a través del cual se llevan a esa unidad académica algunas de las capacitaciones para docentes brindadas en Bariloche, dirigidas a profesores de nivel medio y estudiantes avanzados de profesorado en ciencias exactas y naturales de esa provincia. También algunos docentes de los colegios universitarios de Mendoza participaron de capacitaciones en el IB.

Así, en 2018, participaron 7 profesores de la capacitación “Magnetismo en la vida cotidiana” y 8 en “Radiaciones en la vida cotidiana”. Además, se llevó a cabo en Mendoza esta última capacitación, de la que participaron 7 docentes.

#### **Premio CAB-IB**

El Premio CAB-IB para la Próxima Generación de Investigadores, se entrega en el marco de la “Feria Nacional de Ciencia, Tecnología y Sociedad” –nivel medio- y está dirigido a proyectos destacados en su calidad de elección de tema, procedimiento de investigación y análisis de resultados en las áreas de Ingeniería y Tecnología o Física.

Los ganadores reciben un diploma de reconocimiento a la vocación científica y tecnológica, que se entrega durante la Feria, y la invitación a visitar al año siguiente el CAB y el IB con gastos de transporte y hospedaje cubiertos para una semana. De este modo, los estudiantes y docentes distinguidos tienen la posibilidad de interactuar con investigadores y alumnos del Instituto, conocer las instalaciones y las líneas de investigación vinculadas con el interés de los ganadores y sus trabajos. Los proyectos premiados son elegidos por profesionales del CAB y el IB con experiencia en evaluación en Ferias de Ciencias. Los proyectos que ganaron en el 2017 el premio CAB-IB fueron 9 alumnos y 4 docentes provenientes de las provincias de Misiones, Salta y Neuquén. Para la edición Premio CAB-IB 2018/2019, se participó en la “Feria Nacional de Innovación Educativa” que se celebró en la ciudad de Córdoba entre los días 26 y 30 de noviembre de 2018. Los grupos que resultaron ganadores del Premio CAB-IB pertenecen a colegios secundarios de las provincias de Santa Fe, Formosa, Entre Ríos y Chubut.

#### **Coloquios IB**

Cada viernes del ciclo lectivo del IB se dictan los Coloquios Balseiro. Cada coloquio tiene una duración aproximada de 50 minutos con aproximadamente 10 minutos posteriores para responder preguntas del público. Participan como expositores tanto investigadores y tecnólogos del CAB como especialistas de todas partes del mundo, incluyendo a reconocidos personalidades y hasta Premios Nobel.

#### **Semana del Cerebro**

La Semana del Cerebro es una campaña mundial cuyo objetivo es difundir los resultados de investigaciones recientes sobre el funcionamiento del cerebro, así como los beneficios que dichos resultados brindan a las áreas de salud, discapacidad, adicciones, educación e inteligencia artificial. Desde 2014, y simultáneamente con la difusión que se hace en todos los grandes centros del mundo, se organizan una serie de eventos (charlas abiertas al público y una muestra) en Bariloche enmarcados en la Semana del Cerebro. En el 2018 alrededor de 3.000 personas asistieron, de las cuales la mitad a la muestra y la otra a las charlas. De los participantes, aproximadamente 1.000 fueron estudiantes secundarios acompañados de sus docentes, a quienes se les ofreció una visita guiada de la muestra que contiene murales y experimentos interactivos que se realizó del 9 al 13 de abril.

#### **Participación en “Zona Explora” de la “Feria Internacional del Libro”**

El IB junto con el CAB participaron en la presentación de actividades de divulgación y de difusión de oferta académica en el marco de “Zona Explora” de la “Feria Internacional del Libro” que se realiza en el Predio de La Rural en la CABA. La difusión del IB en este espacio figura en el diario de la Feria y es cubierta por medios nacionales por lo que la llegada de interesados, particularmente en el ingreso a carreras, se presenta continuamente durante todos los días de exposición.

En 2018, del 4 al 7 de mayo, además de la información sobre oferta académica, se presentaron los siguientes experimentos: “Electricidad y Magnetismo van de la mano”, “El Magnetismo en la vida diaria”, “Radiaciones en la vida cotidiana”, La Luz y las Comunicaciones”, así como el taller para docentes de niveles primario, medio y superior no universitario: “Radiaciones en la vida cotidiana”.

#### **“Balseiro Nacional”**

Balseiro Nacional es una producción radiofónica que está dirigida al público en general, especialmente a aquellos que quieran conocer acerca del mundo del Instituto, sus docentes y sus alumnos. La misma se ha emitido por LRA30 Radio Nacional Bariloche, durante todo el año 2018, comunicando las actividades del Balseiro y de sus egresados en la Argentina y en el extranjero. Del mismo modo se difunden temas de ciencias y tecnología relacionados con la CNEA y sus empresas asociadas. El programa se emite todos los sábados de 10 a 11 de la mañana por las sintonías de 95.5 MHz en Frecuencia Modulada y 590 kHz en Amplitud Modulada.

**Coro “CantAtómico”**

Destinado principalmente a estudiantes del IB y de la comunidad en general. Durante 2018 contó con la asistencia de 23 coreutas quienes se reunieron semanalmente. Los objetivos principales de este espacio son: Ofrecer un espacio de aprendizaje del canto a voces; Fomentar la participación de la población estudiantil de Bariloche; Participar de acciones artísticas en espacios comunitarios; y en encuentros con otras agrupaciones corales de Bariloche y zonas aledañas.

**Banda de Música “Banda Atómica”**

Este espacio persigue el objetivo de formar un grupo musical, en el que los participantes puedan explorar la ejecución de un instrumento musical de viento, piano, guitarra, bajo o batería. Los asistentes a estos talleres se reúnen de manera semanal desde febrero a diciembre.

**Actividades de Vinculación e Innovación****Concurso IB50K**

En 2018 se realizó la octava edición del Concurso IB50K. El 21 de mayo se presentó el Concurso en la Casa Rosada, con la presencia del Jefe de Gabinete de Ministros de la Nación y las máximas autoridades de la CNEA y el IB. Del acto participaron empresas patrocinadoras y cámaras industriales. El acto de lanzamiento contó con la presencia de 14 Tecnoemprendedores finalistas de ediciones anteriores del Concurso. Esto refleja que varios proyectos presentados en él, aun cuando no hayan resultado ganadores, se encuentran operativos transitando una trayectoria de aprendizaje como Empresas de Base Tecnológica y aportando al ecosistema emprendedor de Argentina.

La jornada final del Concurso IB50K se realizó el 23 de noviembre en el CAB, en cuya ocasión se realizaron varias actividades para visibilizar y promover la interacción y la innovación. Dentro de este marco, fueron brindadas una serie de charlas públicas por integrantes del jurado e invitados especiales, quienes analizaron las claves para generar empresas de base tecnológica. Contó además con un espacio de Networking, Mentoreo y Financiamiento para los jóvenes emprendedores, con la participación especial del Banco Nación, CITES, Wayra Argentina, Banco Patagonia, Aceleradora del Litoral y UNL y el Centro de Emprendedores de la UCA. La “Asociación ex Alumnos del IB” organizó un panel con la presencia de ex alumnos que se animaron a emprender o que actualmente son promotores de la generación de EBTs o gestores de las mismas.

**Escuela José Antonio Balseiro**

Durante 2018 se realizó la Escuela JAB dedicada a “Física Aplicada e Innovación Tecnológica” con el objetivo de “difundir y promover una mayor participación de los alumnos en las actividades vinculadas al desarrollo tecnológico y la física aplicada, fomentando el interés en el área”. En esta línea, la Escuela JAB de 2018 buscó fortalecer los aspectos asociados con el pensamiento aplicado y la vinculación con el sector productivo, favoreciendo la interrelación entre tecnología, el sector productivo, el ámbito académico y la sociedad, mediante la transferencia de conocimientos, la innovación y la formación de capital humano. La Escuela consistió en dos semanas de cursos teóricos, donde se trataron temas de innovación y vinculación tecnológica; y dos semanas de experiencias prácticas, donde se incluyeron casos de estudio formativos, sobre desarrollos tecnológicos en diferentes áreas. Durante las últimas dos semanas los estudiantes trabajaron en grupos para elaborar planes de negocios de diferentes iniciativas, y a la par realizaron tareas de laboratorio para la resolución de una problemática concreta vinculada al desarrollo elegido. Los docentes de la Escuela pertenecen a los sectores académico (UNCuyo, UNL, UNRN, IB), científico (CONICET y CNEA), y productivo (INVAP, CITES y el “Spin Off” incubado en el CAB, MZP).

Casos de trabajo: Se propusieron 12 casos de trabajo distintos de los cuales los estudiantes seleccionaron 8. La calificación de los trabajos de los participantes en todos los casos fue sobresaliente, al tiempo que los coordinadores de la Escuela resaltaron la calidad profesional y humana de los mismos.

De la Escuela JAB participaron 23 estudiantes argentinos y uno de Costa Rica.

**Escuela Avanzada José Antonio Balseiro de “Protección Radiológica”**

Del 24 al 28 de septiembre de 2018 se desarrolló la Tercera Escuela Avanzada José A. Balseiro “Protección Radiológica”. La misma fue aprobada por Resolución C.A./IB N° 16/18 del Consejo Académico del IB y declarada de Interés Nacional por el Honorable Senado de la Nación y de interés Municipal y Educativo según Resolución DC-2352-CM-18 del Concejo Municipal de San Carlos de Bariloche.

La Escuela se desarrolló bajo una modalidad intensiva. Durante cada jornada se dictaron cursos cuya duración osciló entre 90 minutos y tres horas. Cada módulo estuvo a cargo de un experto con amplia trayectoria y experiencia nacional e internacional en la temática desarrollada. Los temas incluidos en el programa fueron: conceptos generales de protección radiológica; dosimetría de la contaminación interna; dosimetría del tritio; dosimetría computacional; dispersión atmosférica; cálculo de blindajes para salas de radiodiagnóstico; monitoreo de efluentes radiactivos; y aspectos de género en el ámbito nuclear. Se seleccionaron 50 participantes oriundos de diferentes puntos del país, así como también de países de la región (Chile, Brasil, Colombia, Perú, Ecuador, Venezuela) y con perfiles profesionales muy diversos (ingenieros, físicos, médicos físicos, licenciados en producción de biotecnología, docentes universitarios, etc.)

**Becas de verano**

La edición 2018 del Programa Becas de Verano tuvo lugar entre el 5 de febrero y el 2 de marzo en las instalaciones del IB y el CAB. El objetivo principal del Programa es proporcionar a los participantes la posibilidad de complementar su formación académica, incorporándose en trabajos de investigación experimental o que utilicen herramientas computacionales en investigación aplicada. Para tal fin, la CNEA otorgó 16 becas a estudiantes avanzados de carreras de ciencias o ingenierías (con al menos el 75% de

avance en la carrera) o jóvenes profesionales (no más de un año de recibidos) para realizar una pasantía de investigación de un mes de duración en los laboratorios del CAB. Esta actividad se viene realizando regularmente desde 1994, durante el mes de febrero de cada año. Los 16 participantes fueron seleccionados de entre alrededor de 180 postulantes de Argentina (76%) y países de Latinoamérica (24%).

#### Eventos con la comunidad

Durante 2018 se organizó un “Happy Hour I+ D+i” cuyo objetivo fue establecer un espacio de interacción abierto a la comunidad para analizar temas de interés para la sociedad en investigación, desarrollo e innovación.

#### Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sabato (Instituto Sabato)

El Instituto Sabato, heredero de una larga trayectoria en formación de doctores en ciencias e ingenierías en el CAC, principalmente en áreas de física y metalurgia, ha cumplido 25 años desde su creación por convenio entre la UNSAM y la CNEA, acumulando 539 títulos emitidos en sus 6 carreras. Tiene como objetivo la formación de recursos humanos en niveles de grado, posgrado y de 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 para las carreras de grado y posgrado bajo la dirección de investigadores y tecnólogos de prestigio. La gran cantidad de actividades experimentales que se realizan se llevan a cabo en los laboratorios del CAC. Se dictan las carreras de “Ingeniería en Materiales”, “Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales”, “Doctorado en Ciencia y Tecnología” con mención Materiales y mención Física, “Doctorado en Astrofísica” y “Especialización en Ensayos No Destructivos”.

#### Actividades y logros en 2018

##### Actividades académicas regulares

##### “Carrera Ingeniería en Materiales”

Acreditada por 6 años por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) según Resolución N° 950/10, 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 4 años. El sistema de becas hace posible la dedicación exclusiva de los alumnos al estudio. En agosto de 2018 egresaron 8 Ingenieros en Materiales. En las 19 promociones desde el año 2000 se totalizan 171 egresados.

##### “Especialización en Ensayos No Destructivos”

Acreditada con categoría A por la CONEAU según Resolución N° 072/12, está destinada a formar profesionales con un elevado nivel de conocimientos teórico-prácticos en métodos de ensayos no destructivos. Incluye tanto métodos convencionales como no convencionales, donde la nueva tecnología y equipamiento exigen una mayor capacitación y calificación profesional para aplicación y gerenciamiento de esos ensayos.

En 2018 egresaron 3 especialistas y acumula 54 títulos emitidos en diez cohortes desde sus inicios en 2004.

##### “Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales”

Acreditada con categoría A por la CONEAU según Resolución N° 498/99, está dirigida esencialmente a Ingenieros y Licenciados en Física o Química. Brinda a los participantes una sólida formación en temas básicos de materiales y sus relaciones con la tecnología.

En 2018 tuvo 10 egresados, con lo que se totalizan 192 Magísteres a lo largo de 25 años de actividad.

##### “Doctorado en Ciencia y Tecnología, mención Materiales”

Acreditado por la CONEAU con nivel A según Resolución N° 575/12, está dirigido a Ingenieros, Licenciados en Física o en Química o a quienes poseen un título universitario equivalente. El egresado está capacitado sólidamente para ejecutar, organizar y dirigir actividades de experimentación científico-tecnológica en laboratorios, así como para diseñar metodologías de trabajo a utilizar en áreas de su competencia.

Egresaron 6 Doctores en 2018 y, desde su creación en 1997, se totalizan 75 graduados.

##### “Doctorado en Ciencia y Tecnología, mención Física”

Acreditado por la CONEAU con nivel A según Resolución N° 703/06, de modalidad personalizada, admite Licenciados en Física, Química u otras áreas de las ciencias exactas y naturales o ingenierías con títulos otorgados por universidades con reconocimiento oficial o extranjeras de renombre o a quienes posean un título de formación y nivel equivalentes. La carrera tuvo 6 egresados en 2018 y se totalizan 44 Doctores desde su creación en 1999.

##### “Doctorado en Astrofísica”

El Objetivo de este doctorado es la formación de investigadores en temas de frontera del conocimiento científico-tecnológico en astrofísica. Indispensable para alcanzar este objetivo es preparar al doctorando para investigaciones en el contexto de grandes emprendimientos en el seno de colaboraciones internacionales que es el modo en que se desarrolla la disciplina. La carrera comenzó a dictarse en el año 2016 y en 2018 tuvo sus primeros 3 egresados.

#### Actividades de extensión

En 2018 se continuó con la organización de cursos de extensión para capacitación interna y externa a la CNEA en diferentes áreas temáticas. Los cursos dictados fueron los siguientes:



Instituto Tecnológico  
Prof. Jorge Sabato  
Centro Atómico Constituyentes  
Exposición permanente de arte  
moderno argentino



Instituto Tecnológico Prof. Jorge Sabato  
Dictado de clase

Curso	Cantidad de clases	Cantidad de horas	Asistentes
Herramientas de la calidad	7	21	29
Relación entre los Procesos y los Indicadores de Gestión	7	21	15
Introducción a la Norma ISO/IEC – 17020 – Requisitos Normativos	2	16	8
Principios de Organización y Gestión	4	12	12
Evaluación de la Incertidumbre de las Mediciones	3	9	16
implementación sobre la norma IRAM-ISO 17025:2017	6	18	22
Inglés	2 hs. semanales abril a diciembre		25
Italiano	1h semanal agosto a diciembre		27
<b>Total personal capacitado</b>			<b>154</b>

### “Diplomatura en Materiales para la Industria Nuclear”

Esta capacitación de 130 horas de duración, comenzó a dictarse en el año 2015. Está dirigida a técnicos que busquen capacitarse en temas de materiales aplicados a instalaciones nucleares. En su cuarto año tuvo 10 egresados, lo cual contabiliza un total de 35 diplomados.

#### Otras actividades

- Participación en la Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología.
- Participación en el programa Universidad Abierta de la Secretaría de Extensión de la UNSAM.
- Celebración del Día del Egresado 2018 y los 25 años del Instituto Sabato.
- Participación en el “stand” de la UNSAM difundiendo las carreras y haciendo actividades relacionadas con la ciencia de los materiales en la Feria del Libro.
- Dictado de 6 Seminarios en el marco de los 25 años del Instituto Sabato.

### Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson (Instituto Beninson)

Es el más nuevo de los Institutos académicos de la CNEA; fue creado en 2006 por acuerdo con la UNSAM. Tiene su sede principal en el CAE y su sub-sede en el CAC. Las actividades académicas permanentes del Instituto Beninson incluyen el dictado de las siguientes carreras y cursos: “Doctorado en Tecnología Nuclear”, Especializaciones en “Reactores Nucleares y su Ciclo de Combustible”, en “Radioquímica y Aplicaciones Nucleares” y en “Física de la Radioterapia”, “Ingeniería Nuclear con Orientación en Aplicaciones” y “Tecnicatura Universitaria en Aplicaciones Nucleares”, con lo cual se brinda el recorrido total de la formación académica, desde el nivel de pre-grado hasta la máxima titulación de Doctorado. Respecto de los cursos, se ofrecen regularmente cursos de “Metodología y Aplicación de Radionucleídos”, de “Dosimetría en Radioterapia”, de “Física de la Radioterapia” y de “Introducción a la Tecnología Nuclear” (niveles profesional y técnico).

### Actividades y logros en 2018

#### Actividades académicas regulares

##### Carreras

#### “Doctorado en Tecnología Nuclear” (Resol CS N°19/12)

Reconocido por la CONEAU por dictamen favorable, sesión 368 del 17/12/12, como proyecto de carrera antes de sus inicios. El objetivo de la carrera es formar recursos humanos en el más alto nivel, que puedan realizar actividades de investigación y desarrollo, transferencia de tecnología y docencia en grado y posgrado en diferentes ramas de la tecnología nuclear. También, focalizar la formación estimulando la rigurosidad, la creatividad y autonomía para enriquecer a los grupos de investigación, transferencia y cuerpos docentes con profesionales que desarrollen actividades con espíritu crítico e innovador y, a su vez, generar nuevos conocimientos haciendo hincapié en las necesidades locales. Se inició en agosto de 2013. En 2018 han trabajado en sus correspondientes temas 16 doctorandos.

#### “Especialización en Reactores Nucleares y su Ciclo de Combustible” (Resol CS N°179/06)

Acreditada por la CONEAU con nivel A según Resolución 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 CAC y dura un año lectivo. Los egresados reciben el título de Especialistas, otorgado por la UNSAM. Se continuó con la modalidad de cursar este posgrado en un año o desglosarlo en dos años. La especialización fue reacreditada por la CONEAU y categorizada nuevamente con A. En 2018 egresaron 6 especialistas.

#### “Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares” (Resol CS N°178/06)

Acreditada por la CONEAU con nivel A según Resolución 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 CAE, dura un año lectivo y los egresados reciben el título de Especialistas otorgado por la UNSAM. Al igual que en la anterior se continuó con la modalidad de cursar este posgrado en



Instituto de Tecnología Nuclear  
Dan Beninson  
Centro Atómico Ezeiza  
Provincia de Buenos Aires

un año o desglosarlo en dos años. También esta especialización fue reacreditada por la CONEAU y categorizada nuevamente con A. En 2018 egresaron 8 especialistas.

**“Tecnatura Universitaria en Aplicaciones Nucleares” (Resol. Minedu N° 570/10)**

Por Resolución del Ministerio de Educación N° 570 del 23 de abril de 2010 esta Tecnatura ha recibido reconocimiento oficial, asignándose validez nacional al título que otorga, de Técnico Universitario en Aplicaciones Nucleares. Su objetivo general es el de 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. Los egresados reciben asimismo el Certificado de Aprobación del Curso de Capacitación Complementaria para Instalaciones Clase I, que es un requisito indispensable que los habilita a presentarse ante la ARN para rendir el examen de licencia correspondiente. El Curso mencionado es parte del currículo de esta Tecnatura. En 2018 egresaron de esta carrera 3 nuevos Técnicos Universitarios.

**“Carrera de grado Ingeniería en Nuclear con orientación en Aplicaciones” (Resol. CS N° 108/15)**

Fue presentada ante el Consejo Superior de la UNSAM y aprobada según Resol CS N.° 108/15. La CONEAU emitió un dictamen favorable que habilitó el inicio de su dictado regular, lo cual permitió incorporar, hasta fin de 2018, 4 cohortes de alumnos en el Ciclo Superior de la carrera, constituido por los 3 últimos años de la misma. Además, la carrera cuenta con alumnos inscriptos en la UNSAM desde el comienzo de la carrera. La carrera pone énfasis en los diferentes campos de aplicación de la tecnología nuclear, además del referido a reactores y centrales nucleares, como las aplicaciones médicas y las industriales no energéticas. La formación tiene como rasgo distintivo una sólida base en las disciplinas básicas indispensables para todo ingeniero y una formación específica amplia y flexible que garantice su inmediata adaptación a una variedad de ámbitos laborales. En 2018 egresó de esta carrera la primera cohorte con 3 ingenieras.

**Nuevo posgrado “Especialización en Física de la Radioterapia” (Resol. CS N° 224/15)**

Este nuevo posgrado, que se dictará principalmente en las instalaciones del Instituto Roffo, fue aprobado por el Consejo Superior de la UNSAM por Resolución CS N° 224/15 y tiene como objetivo brindar:

- Los conocimientos necesarios para el desempeño profesional autónomo en centros de terapia radiante, abarcando los aspectos de planificación de tratamientos, calibración y controles de equipos y pacientes.
- Los conocimientos de protección radiológica a ser aplicados en centros clínicos de radioterapia, tanto para el paciente como para el público y el personal involucrado.
- Capacitar a los profesionales para actuar en condiciones de emergencia radiológica en centros de terapia radiante.
- Las herramientas necesarias para la elaboración de programas de aseguramiento de la calidad.
- Brindar los conocimientos necesarios para el cálculo del blindaje correspondiente a equipos de tratamiento y auxiliares, y para el desarrollo y la utilización de nuevos instrumentos de medición de dosis de radiación.

El posgrado fue presentado como proyecto de carrera ante la CONEAU en 2016, recibiendo Dictamen favorable en diciembre de 2017. Actualmente con Proyecto de Resolución Ministerial.

**Cursos**

**“Curso de Metodología y Aplicación de Radionucleídos” (Disposición Decanal 04/08)**

Su objetivo suministrar conocimientos teóricos y entrenamiento para la utilización y aplicación de sustancias radiactivas teniendo en cuenta los criterios de protección radiológica. Los alumnos tienen oportunidad de conocer y manejar equipos utilizados en la medición de las radiaciones. El curso 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 otorgada por la ARN que habilita a desarrollar las tareas específicas en el ámbito nuclear. Este curso, de 200 horas, está dirigido a profesionales y técnicos y se dicta en el CAE. En 2018 lo cursaron 6 alumnos.

**“Curso de Dosimetría en Radioterapia” (Disposición Decanal 02/08)**

El objetivo es habilitar a técnicos y profesionales en el empleo de material radiactivo y/o radiaciones ionizantes en seres humanos cumpliendo uno de los requisitos de la ARN para aspirar a la “Licencia como Técnico en Física de la Radioterapia”. Este curso, de 200 horas, está dirigido a técnicos y profesionales (médicos, físicos e ingenieros) y se dicta en el Instituto Roffo. En 2018 participaron en el curso 21 alumnos.

**“Curso de Física de la Radioterapia” Disposición Decanal 03/08)**

El objetivo es impartir los conocimientos necesarios para el desempeño en un centro de terapia radiante cumpliendo uno de los requisitos de la ARN para aspirar a la “Licencia como Especialista en Física de la Radioterapia”. Este curso, de 360 horas, está dirigido a físicos e ingenieros y se dicta en el Instituto Roffo. En 2018 participaron 9 alumnos.

**Cursos para la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear**

Los cursos que se imparten son de 25 horas cada uno y se dictan en la sede de la Fundación. En 2018 se dictaron dos ediciones para técnicos, participando de las mismas un total de 6 alumnos.

**“Curso DAT-2 (Entrenamiento asistido a distancia)”**

Curso de educación a distancia promovido y distribuido por el OIEA en el marco del Programa ARCAL, para la capacitación de técnicos que trabajan en el área de medicina nuclear utilizando equipos tales como PET-CT y SPECT-CT. El curso se desarrolla exitosamente desde 2011. A comienzos de 2018 egreso la cohorte 2017 de 10 personas. En abril del mismo año se inició el dictado de la cohorte 2018 con un total de 36 inscriptos entre técnicos y médicos.



Instituto de Tecnología Nuclear  
Dan Beninson  
Dictado de clase

### **Escuela de Técnicas Neutrónicas Aplicadas**

Una nueva edición de este curso se dictó durante 2018. Contó con la asistencia de 28 profesionales, otorgando créditos como materia optativa para el Doctorado.

### **Actividades de capacitación interna para personal de la CNEA “Cursillo ABC de la Energía Nuclear”**

Este cursillo de 16 horas está destinado a todo el personal ingresante a CNEA y a todos aquellos agentes que no han recibido formación alguna en temas nucleares. Se imparte en forma periódica para incluir a todo el personal involucrado. Durante 2018 se dictó en el CAE y lo cursaron 12 alumnos.

### **“Curso de Introducción a la Tecnología Nuclear-Capacitación Complementaria para Personal de Instalaciones Clase I Subclases 4 a 9”**

Este curso está reconocido por la ARN y sus contenidos satisfacen los requisitos de Capacitación Complementaria para el Personal de Instalaciones Clase I exigidos para quienes aspiren a la obtención de la licencia individual para este tipo de instalaciones. En 2018 se dictó el curso aprobándolo 9 integrantes de distintas instalaciones de la CNEA.

### **Cursos, prácticas y talleres de Capacitación interna en el CAE y el CAC**

- “Curso de Introducción a la Tecnología Nuclear-Capacitación Complementaria para Personal de Instalaciones Clase I Subclase I. Reactores Nucleares de Potencia”.
- “Práctica Complementaria Supervisada en la Instalación RA-1, en el Marco de la Formación Especializada del Plantel Técnico Nivel III de Operaciones del RA-10”.
- “Complemento Teórico Práctico de la Formación Especializada para puestos licenciables Nivel III. Incluye desarrollo y presentación pública de Trabajo de Monografía Integrador”.
- “Práctica Complementaria Supervisada en la Instalación RA-3, en el Marco de la Formación Especializada del Plantel Técnico Nivel III de Operaciones del RA-10”.
- “Capacitación Complementaria Especializada para puestos licenciables Nivel III”.
- “Curso:Taller sobre los cambios en la Norma ISO/IEC 17025:2017”.
- “Curso Taller de Soldadura con proceso TIG”.
- “Curso Taller de certificación de competencia personales aplicando la norma ISO/IEC 17024”.
- “Curso Identificación y Control de Residuos Peligrosos”.
- “Radiaciones y Radioprotección”.
- “Capacitación Teórica y Práctica del Personal Técnico del Proyecto RA-10 en Instalaciones del reactor RA-1”.
- “Accidente por Pérdida de Refrigerante”.
- “Seminario de metrología general y buenas prácticas en el uso de instrumentos de medición - (CAB-2018)”.
- “Curso Capacitación a Generadores de Residuos Radiactivos”.

### **Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS)**

Las PPS constituyen una parte de la capacitación de profesionales y técnicos en la cual se integran y aplican los conocimientos teóricos adquiridos en actividades prácticas, las que se desarrollan en instalaciones afines a los perfiles del personal que se está formando. De este modo el alumno, bajo la supervisión del personal de la instalación, comienza a participar en la actividad práctica, enriqueciendo y afianzando sus conocimientos teóricos. Estas actividades están incluidas en las carreras y también forman parte de la actividad de capacitación de algunos cursos y han sido solicitadas como capacitación práctica para personal de proyectos de la CNEA y otras instituciones del sector nuclear.

### **Acuerdo de Servicios con el RA-10 para 2018**

Como continuidad de la actividad llevada a cabo el año anterior en relación a la capacitación de técnicos, se desarrollaron actividades de refuerzo para un grupo de becarios técnicos de Nivel III que no habían aprobado exámenes del curso de Capacitación Complementaria oportunamente, y se realizaron las correspondientes evaluaciones de recuperación.

Otra actividad consistió en la gestión de control de monografías individuales de los becarios de Nivel III. La tutoría de estos técnicos fue llevada a cabo por los profesionales de los Niveles I y II que habían sido capacitados por el Instituto en una etapa anterior del proyecto RA-10. Asimismo, los becarios realizaron Prácticas Complementarias Supervisadas en el RA-1, con el propósito de integrar conocimientos y familiarizarse con técnicas de medición propias del trabajo en un reactor experimental. En forma semejante se desarrollaron Prácticas Complementarias Supervisadas en el RA-3, orientadas a la producción de radioisótopos desde el punto de vista de la operación de reactor, la radioprotección y el mantenimiento. Los becarios técnicos rindieron el examen de licencia individual ante la ARN. El logro de este trabajo fue la obtención de 31 licencias.

### **Seminarios periódicos**

Durante 2018 se realizaron Seminarios quincenales sobre temas de interés de la comunidad de la CNEA, en el Auditorio del IDB en el CAE. Estos seminarios contaron con numerosa presencia de personal de la Institución, incluyendo docentes y alumnos del Instituto. El éxito de esta actividad sugiere que será importante mantenerla en forma permanente.

### **Jornadas de difusión para estudiantes secundarios**

En septiembre se desarrolló en el campus de la UNSAM, en colaboración con profesionales especializados de la Universidad, una jornada para estudiantes secundarios del último tramo, pertenecientes a escuelas técnicas del conurbano cercanas a la Universidad. Durante ellas se realizó una exposición detallada de la

oferta académica a la cual un estudiante secundario puede aspirar, como lo son la Tecnicatura Universitaria en Aplicaciones Nucleares y la Ingeniería Nuclear con Orientación en Aplicaciones. Asistieron 70 estudiantes.

#### Investigación y desarrollo

Hubo 14 tesis de doctorado en marcha, que se integraron a las actividades de investigación y desarrollo formando parte de ellas. Las actividades de Investigación y desarrollo que el cuerpo docente del Instituto realiza en sus respectivos lugares de trabajo aportan sin duda a la calidad y actualización de las clases en todos los órdenes de la educación formal que se imparte. Asimismo, representa un reservorio valioso del que surgen propuestas para temas de tesinas de especialización, de grado y tesis de doctorado.

#### Infraestructura edilicia

- En 2018 el Laboratorio de Radioquímica para enseñanza en el edificio N.º 1 del Instituto entró en funcionamiento y es utilizado para varias materias de diferentes carreras, tanto para actividades de química convencional como de biología. El licenciamiento para su uso en radioquímica por la ARN está en marcha.
- Respecto de la construcción del segundo edificio, destinado a aulas y laboratorios para la carrera de Ingeniería Nuclear y los cursos del Instituto que lo requieran, su culminación se prevé para mediados del año 2019.
- Se prevé la creación de un Centro de Educación y Entrenamiento en Instalaciones Nucleares (CEEPIN), cuya aprobación y alojamiento en el CAC se ha visto postergada por razones presupuestarias.

### Conservación y desarrollo del capital intelectual

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:

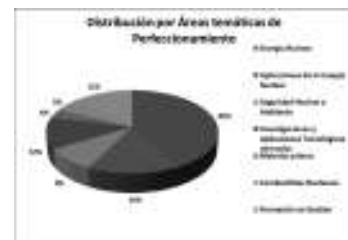
- El Capital Humano: los conocimientos (tácitos y explícitos) y las habilidades, actitudes y destrezas de las personas que componen la organización.
- El Capital Organizacional: los sistemas de información y comunicación, la tecnología disponible, los procesos de trabajo, las patentes, los sistemas de gestión, etc.
- El Capital Relacional: el valor que tiene para una organización el conjunto de relaciones que mantiene con el exterior; la calidad y sostenibilidad de la base de contactos de una organización, claves para su éxito y el valor del conocimiento que puede obtenerse de la relación con otros agentes del entorno (organismos del gobierno, universidades, otras empresas del sector nuclear, etc.).

#### Actividades y logros en 2018

Con el objetivo de 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.

Durante 2018, la CNEA tuvo, en promedio, 510 becarios desarrollando actividades en sus instalaciones, laboratorios e Institutos académicos: 261 (51%) con becas de perfeccionamiento y 248 (49%) con becas de estudio, en promedio. En el transcurso de 2018 ingresaron 41 nuevos becarios de perfeccionamiento, mientras que 60 culminaron sus actividades.

En el ámbito de los egresados recientes de los Institutos académicos de la CNEA, se otorgaron 29 becas con la finalidad de completar su especialización a través de la participación en proyectos prioritarios de la Institución. Por otra parte, ingresaron 106 nuevos alumnos becados en carreras de pregrado, grado y posgrado y se otorgaron 16 becas para la Escuela de Verano del Instituto Balseiro.



### Capital Intelectual de la CNEA

#### Actividades y logros en 2018

- Desarrollo del sitio de Capital Intelectual en la IntraWeb CNEA como canal interno de comunicación institucional.
- Apertura de la sección “Formación Académica” en el sitio Web de la CNEA,
- Inauguración de una Comunidad de Práctica en Gestión del Conocimiento Nuclear para la interacción de los participantes de la Escuela que, sobre dicha temática, fuera organizada en diciembre de 2017.
- Participación en el “Consultancy Meeting for CLP4NET Administrators and Coordinators of External Partner Organizations and Internal Users”, organizado por el OIEA, del 19 al 21 de junio de 2018.
- En relación con las actividades desarrolladas en el marco de la “Red Latinoamericana para la Educación y Capacitación en Tecnología Nuclear (LANENT)”, se continuó coordinando el grupo de trabajo “Sitio Web, Base de datos integrada y Portal Educativo” y prestando colaboración en el proyecto regional de cooperación técnica con el OIEA, RLA 057: “Enhancing Nuclear Education, Training, Outreach, and Knowledge Management”, articulado con los objetivos de LANENT. Entre otras actividades, se realizaron en ese marco las siguientes: la administración del Portal Educativo: <https://plms.lanentweb.org> y actualización de contenidos del sitio Web de LANENT: <https://www.lanentweb.org>.

## Gestión del conocimiento nuclear

El único capital irremplazable de una organización es el conocimiento que posee su personal. El valor y la importancia de dicho capital residen en la posibilidad de compartirlo y reutilizarlo de acuerdo a los requerimientos institucionales.

### Actividades y logros en 2018

- Se incorporó al STOReR Sistema de Trazabilidad en la Operación de Residuos Radiactivos el empleo de dispositivos móviles para uso de los operadores en las instalaciones del Área de Gestión Ezeiza del PNGRR. El sistema desarrollado reemplazó totalmente la anterior base de datos de inventario constituyendo una herramienta colaborativa que se emplea para preservar el conocimiento relacionado con la operación y el inventario de los residuos y materiales radiactivos que ingresan y se gestionan en el AGE. Este “software” genera los registros, reportes de asistencia a la operación, documentación requerida y provee soporte para dar respuesta a requerimientos informativos de la ARN, el OIEA y otros organismos externos.
- Colaboración en el análisis e incorporación del Servicio de Gestión de Fuentes Radiactivas al sitio Web de La Guía de Trámites que provee información sobre los trámites que gestiona la Administración Pública Nacional.
- Continuación de la definición de requerimientos y funcionalidades del proyecto CONRRAD2, que tiene como propósito actualizar el Portal CONRRAD e incorporar componentes específicos para promover la comunicación y facilitar la colaboración de los miembros del PNGRR y participantes de proyectos de investigación y desarrollo vinculados a la gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados.
- Se continuó la elaboración y emisión de documentación técnica y de calidad de los sistemas de gestión desarrollados. También se presentaron trabajos en conferencias y reuniones técnicas nacionales e internacionales.

## Área temática Gestión de Recursos e información científico-tecnológica

**Misión:** “Satisfacer de manera eficiente y eficaz los requerimientos de información de los usuarios pertenecientes a la comunidad científica, tecnológica y académica de CNEA y de otras instituciones nacionales y extranjeras relacionadas temáticamente”.

**Objetivo General 1:** Optimizar el acceso a recursos de información en tiempo forma y lugar, necesarios para el desarrollo de las actividades de la Institución.

**Objetivo Particular 1.1:** Establecer una política de desarrollo de colecciones que responda a las actuales necesidades de información de la Institución.

**Objetivo Particular 1.2:** Desarrollar un entorno virtual para asegurar el acceso y la visibilidad del contenido digital.

**Objetivo Particular 1.3:** Implementar el Repositorio Institucional Único que reúna la información científico-tecnológica institucional y de carácter público con el fin de dar visibilidad y garantizar su acceso.

**Objetivo General 2:** Proponer e implementar una política, a nivel institucional, de conservación preventiva y recuperación de documentos en soporte papel y de preservación de documentos en soporte digital.

**Objetivo General 3:** Fortalecer y acrecentar el posicionamiento de la Red de Unidades de Información (REDIN) de CNEA en el ámbito nacional e internacional.

### Biblioteca “Leo Falicov”

La Biblioteca Leo Falicov constituye un recurso esencial de apoyo a las actividades del CAB y el Instituto Balseiro, centrando sus esfuerzos en mejorar e incrementar los servicios y la accesibilidad a los recursos propios y de terceros.

### Actividades y logros en 2018

Durante 2018 la Biblioteca Leo Falicov centró sus esfuerzos en mejorar e incrementar los servicios ofrecidos y la accesibilidad a los recursos propios y de terceros.

- Se continuó trabajando y apoyando las iniciativas de lo Secretaría de Gobierno de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva, tanto en los servicios y recursos accesibles en la Biblioteca Electrónica como en temas inherentes al Sistema Nacional de Repositorios Digitales (SNRD).
- En abril se presentó al Consejo Académico la plataforma, en construcción, Digesto del Instituto Balseiro.
- En el marco de la visita de los pares evaluadores de la CONEAU a la Extensión Áulica Bariloche perteneciente a la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional, los evaluadores visitaron las instalaciones a efectos de llevar adelante el proceso de acreditación de la carrera de Ingeniería Mecánica. La Biblioteca Leo Falicov es utilizada por los alumnos de dicha carrera desde 2015.
- Avances en la migración de bases de datos a la plataforma KOHA, Sistema Avanzado de Gestión Bibliotecario.



Biblioteca “Leo Falicov”  
Instituto Balseiro  
Centro Atómico Bariloche

- Durante el mes de noviembre a pedido de la Universidad FASTA, un técnico de esta biblioteca realizó una presentación de KOHA a bibliotecarios de instituciones educativas de Bariloche.
- Incremento de los registros y tipos de objetos depositados en el Repositorio Institucional del CAB - IB (RICABIB), alcanzando 427 registros y 461 objetos digitales, el mayor número de documentos depositados en tesis de grado y posgrado del IB. Se incorporaron al repositorio los videos surgidos del "Ciclo de Conferencias Históricas", convocados por el Laboratorio de Conservación Preventiva y Restauración de Documentos del CAE.
- Incremento de la colección de textos básicos y especializados, mediante donaciones y compras, en un 0,88%. Se recibió de parte de la UNCuyo una Tablet y "tres e-readers", material considerado de vital importancia para la accesibilidad a los libros electrónicos. La Asociación de Ex alumnos del IB donó a la biblioteca una computadora de última generación y libros para el área de física médica. Se renovaron las suscripciones de 72 títulos de publicaciones periódicas de los cuales 15 títulos son "online edition". Corresponden a esta biblioteca 26 títulos, de los cuales a 12 títulos se accede en formato "online edition", recursos que se han complementado con aquellos ofrecidos por la Biblioteca Electrónica (MINCyT) con acceso en línea a 25.885 títulos de revistas científico técnicas, 22.518 libros electrónicos, 3.164 estándares, 19.011 conferencias y congresos, bases de datos referenciales de gran valor para la comunidad científica.
- Con respecto al tratamiento documental, se continuó con la corrección de registros de las publicaciones periódicas y libros para futura migración al nuevo sistema de gestión bibliotecario.
- Durante 2018 también se avanzó en la carga del material del Archivo Histórico en la plataforma Atom, "software" de código abierto de descripción de archivos basados en estándares internacionales. Se digitalizaron de enero a mayo 6.426 documentos en formato pdf y se preservaron 8.848 en formato tiff pertenecientes a la colección IB. Desde el Archivo Histórico CAB-IB se colaboró con investigadores interesados en la historia de la CNEA. Se resaltan, entre otros, el proyecto con el INCAA sobre "Historia de la energía atómica", el "Proyecto Huemul" y el "Instituto de Física" (hoy IB) en un libro dedicado a Wolfgang Meckbach, presentando su carrera y contribuciones en el campo de la física y el IB.
- Se exhibieron en la Sala Parlante de la Biblioteca obras de la artista Regina Donnantuoni quien presentó una colección especial dedicada al IB. Se enriqueció, además, la exposición de las obras escultóricas que componen la muestra "Heroínas" de Ruth Viegner con los retratos de las mujeres libertadoras. En homenaje a los 100 años de la Reforma Universitaria se expuso una muestra itinerante que recorrió Casas de Altos Estudios de Bariloche.
- En noviembre se realizó un homenaje al Prof. Dr. Jorge Sábato, realizando una exposición de libros de su autoría y documentos realizados en la Fundación Bariloche.
- La Jefe de la Biblioteca Leo Falicov fue nombrada por la CNEA en 2018 para conformar el Consejo Asesor en el Sistema Nacional de Documentación Histórica del MINCyT.
- En cuanto a las tareas para optimizar los servicios, se actualizaron datos en la página web relacionada a la bibliografía utilizada por los estudiantes, se realizó la actualización de datos de los usuarios, control de inventarios y registros, correcciones de duplicados en bases de datos, carga de libros electrónicos OIEA, y catalogación de donaciones especiales, libros y revistas.
- La Sala Parlante se convirtió en un lugar "cardioasistido". La UNCuyo donó un desfibrilador a la Biblioteca, siendo capacitado su personal para su uso en un curso intensivo de RCP dictado por Bomberos de la Policía Federal.

### Centro de Información Eduardo Savino (CIES)

Tiene como objetivo primordial proveer la información necesaria a todos los investigadores de la CNEA y especialmente a los docentes y alumnos del Instituto Sabato. Cuenta con importantes colecciones de publicaciones científico-tecnológicas, requeridas a nivel nacional e internacional.

### Actividades y logros en 2018

- Presentación y puesta en funcionamiento del Repositorio Digital Institucional de la CNEA, luego de haber concluido las etapas de implementación, desarrollo y construcción de la herramienta DSpace y de la infraestructura necesaria para dar cumplimiento de la Ley N° 26.899 (2013) de Creación del Sistema Nacional de Repositorios Digitales, que obliga el depósito de los resultados de investigación que cuenten con financiamiento del Estado Nacional. Esta plataforma tecnológica albergará toda la producción intelectual de la CNEA y ofrecerá el acceso abierto a la producción científica, académica y patrimonio audiovisual.
- Avances en la digitalización de 5.577 imágenes de 345 documentos del Catálogo de la producción Intelectual del período 1952-1986, e incorporación de 56 nuevas tesis, destinados al Repositorio Digital Institucional de la CNEA.
- Realización del procesamiento técnico y modificaciones de 901 registros ingresados en las bases de datos.
- Conclusión de las modificaciones, mapeo y migración en las bases de datos bibliográficas de la biblioteca y puesta operativa en el CIES del "Sistema Integrado de Gestión de Bibliotecas KOHA" en condiciones de integrar a futuro el Portal Único de acceso a los recursos de todas las bibliotecas de la CNEA.
- Mantenimiento y la actualización del Sistema de Gestión para la Digitalización y Preservación Digital (SIGEPRE) de los documentos de la producción intelectual y tesis.



Biblioteca "Eduardo Savino"  
Instituto Tecnológico Prof. Jorge Sabato

- Aporte de 154 registros de Argentina al Sistema Internacional de Información Nuclear (INIS) del OIEA.
- Continuación de la Coordinación General de la Biblioteca Electrónica de la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, capacitando, difundiendo y resolviendo los inconvenientes de acceso para su uso desde cualquier punto de la CNEA. Se confeccionaron los indicadores correspondientes al uso de los recursos de la Biblioteca Electrónica por parte de los investigadores de la CNEA.
- Prestación de servicios de información en búsquedas bibliográficas y provisión de documentos a 3.343 usuarios. Atención de 736 pedidos de documentos y realización de 666 préstamos bibliográficos.
- Intercambio de 160 documentos a través de las redes cooperantes: Red Regional de Información Nuclear (RRIAN) y el Consorcio Iberoamericano de Ciencia Tecnología y Educación (ISTEC).
- Inauguración del nuevo sitio Web del Centro de Información Eduardo Savino (CIES).
- Continuación del relevamiento e identificación del conjunto de documentación de archivo del Proyecto Perú, como parte de la recuperación de la Memoria Institucional.
- Identificación, clasificación, ordenado y descripción de la documentación del archivo personal de Carlos Martínez Vidal, fondo correspondiente a la actividad laboral y académica de Jorge Alberto Sabato, del que se dedicó a identificar y reunir su producción Intelectual.
- Recepción de la donación por la familia de Jorge Sabato, de su biblioteca personal de revistas y libros de ciencia y tecnología, economía y filosofía.
- Participación por invitación de la Biblioteca del ITBA en los encuentros de intercambio de experiencias y buenas prácticas en Bibliotecas de Ingeniería, Tecnología y Ciencias Afines.
- Presentación del trabajo: "Desafíos, retos para la preservación digital y el acceso abierto a la Producción Intelectual: el caso de la CNEA" en el "12° Encuentro Federal de la Red de Bibliotecas de las Fuerzas Armadas de la República Argentina – 25 años de REBIFA".
- Participación a invitación de la Asociación de Bibliotecarios Graduados de la Argentina en la organización de las "Jornadas Bibliotecarias de Ciencia y Técnica 2018" en el marco de la "50° Reunión Nacional de Bibliotecarios".



Biblioteca del Centro de Documentación  
Isabel González  
Instituto de Tecnología Nuclear  
Dan Beninson

#### Centro de Documentación Isabel González

Su misión es proveer recursos y servicios que satisfagan las necesidades de información de los alumnos, docentes e investigadores del Instituto Dan Beninson y del CAE. El fondo bibliográfico de la Biblioteca está constituido por 6.200 libros incluidos los provenientes del OIEA, de editoriales y donaciones, 151 títulos de publicaciones periódicas, de los cuales 8 continúan abiertos recibidos en formato impreso. El acervo bibliográfico abarca las áreas de medicina nuclear, química analítica, orgánica e inorgánica, ingeniería química, polímeros, física, irradiación de alimentos y residuos radiactivos. Esta biblioteca cumple un rol fundamental para el logro y éxito de las tareas de investigación, desarrollo y docencia del Centro y del Instituto concentrando sus esfuerzos en maximizar los servicios ofrecidos, el acceso a recursos propios y los accesibles a través de la Biblioteca MINCYT. Estos recursos, de gran valor para los investigadores especializados, se encuentran disponibles para ser consultados y descargados en forma totalmente gratuita para los usuarios de la Biblioteca Electrónica, desde los distintos nodos.

#### Actividades y logros en 2018

- Siguiendo iniciativas de la Secretaría de Gobierno de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva se trabajó junto con las otras bibliotecas de la CNEA en los temas relacionados con el Sistema Nacional de Repositorios Digitales.
- Continuación de los encuentros con miembros de las bibliotecas de CNEA relativos al Repositorio Digital Capítulo Institucional, para la utilización de un único "software" y la elaboración de una página web que las reúna.
- Implementación de un nuevo "software" de uso para todas las bibliotecas de la CNEA.
- En el ámbito de cursos dictados por el Instituto, se proveyó a los estudiantes de la bibliografía solicitada, realizando la búsqueda y su posterior descarga y envío.

#### Servicio de Documentación e Información Legal (SDeIL)

El SDeIL comenzó a organizarse a fines del año 1977. Sus actividades se desarrollaron en el marco de la Biblioteca Jurídica. Posee un fondo bibliográfico especializado, conformado por libros (1.600) y títulos de publicaciones periódicas de legislación, doctrina y jurisprudencia (80) en distintos soportes. Dispone además de una sección sobre temas legales relacionados con la actividad nuclear y bases de datos para proyectos de convenios y contratos, convenios científico-técnicos suscriptos con entidades privadas, públicas, nacionales, provinciales y/o municipales (951), contratos (307), juicios, etc. Lleva también un registro detallado de los documentos jurídicos relacionados con la creación e instalación de los Centros de Medicina Nuclear en el marco del Plan Nacional de Medicina Nuclear.

#### Actividades y logros en 2018

Durante el 2018 se participó en el Proyecto "Construcción, Puesta en Marcha, Operación y Desmantelamiento de la V Central Nuclear en la provincia de Río Negro. Selección de Sitio. Evaluación del área geográfica de interés costa Oeste" en la realización del relevamiento normativo en materia ambiental.

## **INFRAESTRUCTURA E INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES**

### **Área temática Infraestructura**

- Sede Central
- Centros Atómicos
  - Centro Atómico Bariloche
  - Centro Atómico Constituyentes
  - Centro Atómico Ezeiza
- Complejos
  - Complejo Tecnológico Pilcaniyeu
  - Complejo Minero Fabril San Rafael
- Delegaciones regionales
  - Delegación Regional Noroeste
  - Delegación Regional Centro
  - Delegación Regional Cuyo
  - Delegación Regional Patagonia

### **Área temática Informática y comunicaciones**

## INFRAESTRUCTURA E INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES

### Área temática Infraestructura

**Misión:** “Planificar, desarrollar y mantener una Infraestructura acorde a las necesidades que permita cumplir con el Plan Estratégico de CNEA”.

**Objetivo General 1:** Planificar y ejecutar un plan de infraestructura que contemple los requerimientos generales y particulares en cada dependencia.

Objetivo particular 1.1: Desarrollar e implementar un plan director para verificar la viabilidad de proyectos de infraestructura.

Objetivo particular 1.2: Desarrollar un plan integral de infraestructura contemplando las necesidades de crecimiento de la Institución y su relación con el ambiente.

Objetivo particular 1.3: Desarrollar normativas para contratación de obras y servicios.

**Objetivo General 2:** Brindar mantenimiento y servicios generales en las dependencias de CNEA.

**Objetivo General 3:** Establecer un programa de uso racional en los consumos de servicios básicos, contemplando técnicas constructivas eficientes energéticamente.

**Objetivo General 4:** Fortalecer los sectores técnicos responsables de la gestión y dirección de obras.

**Objetivo General 5:** Establecer sistemas de gestión de infraestructura.

Objetivo particular 5.1: Desarrollar mecanismos para el control y seguimiento de las modificaciones de los proyectos originales.

Objetivo particular 5.2: Desarrollar mecanismos de gestión que permitan mantener actualizada la información georeferenciada de infraestructura relativa a planos, especificaciones técnicas y memorias de cálculo.

La CNEA cuenta con una Sede Central, 3 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 543 agentes.

### Centros Atómicos

#### Centro Atómico Bariloche (CAB)

Situado en la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, es sede del Instituto Balseiro. Cuenta con una dotación de 929 agentes.

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 Materiales Nucleares

Laboratorio de Metalurgia

Laboratorio de Protección Radiológica

Laboratorio de Colisiones Atómicas

Laboratorio de Mecánica Computacional

Laboratorio de Nuevos Materiales y Dispositivos

Laboratorio de Mecánica Computacional

Laboratorio de Física de Metales

Laboratorio de Desarrollos Electrónicos

Laboratorio de Control de Procesos

Laboratorio SIGMA

Laboratorio de Física Estadística

Laboratorio de Separación Isotópica

Laboratorio de Diseño de Elementos Combustibles

Laboratorio de Partículas y Campos

Laboratorio de Espectroscopía

Laboratorio de Física de Reactores Avanzados

Laboratorio de Membranas

Laboratorio de Resonancias Magnéticas

Laboratorio de Ingeniería del Instituto Balseiro

Laboratorio de Neutrones y Reactores

Laboratorio de Cinética Química

Laboratorio de Caracterización de Materiales

Laboratorio de Robótica para Reactor CAREM

Laboratorio de Seguridad Nuclear

Laboratorio de Laboratorio de Física Experimental

Laboratorio de Cerámicos Especiales

Laboratorios de Investigación Aplicada

Laboratorio de Termohidráulica

Laboratorio del Proyecto Lasie

Laboratorio de Físicoquímica de Materiales

Simulador Reactor CAREM



CNEA – Sede Central – Vista nocturna  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires



Centro Atómico Bariloche  
Provincia de Río Negro

**Instalaciones adicionales:** incluyen otros laboratorios e instalaciones menores

**Obras ejecutadas en 2018:**

Obras finalizadas:

- Ampliación del edificio del reactor RA-6 - Etapa II.
- Ampliación del Edificio Cinética-Química - Tercera Etapa.
- Reparación del Salón de Usos Múltiples del CAB en Playa Bonita.
- Reforma del Pabellón N° 5 (Laboratorio de Enseñanza para Física Médica).
- Tercera Etapa de Red de Incendio de la zona sur del CAB.
- Reforma del Pabellón 10 (Laboratorio IEDS, Laboratorio Análisis Ambiental, oficinas).
- Edificio para la Carrera de Telecomunicaciones - Segunda etapa.
- Ampliación edificio TH1.
- Readecuación del Pabellón 17.

Obras en ejecución:

- Edificio Laboratorio de Propiedades Mecánicas-Segunda Etapa: Iniciado a fines de 2016, avance del 95%.
- Edificio Carrera de Telecomunicaciones—Etapa I: Reprogramación de los planes de trabajo y continuación de las obras con un avance del 94%.
- Edificio de Alojamientos para la Carrera de Telecomunicaciones - Monoblock 5: Avance del 96%.
- Refacción en el Pabellón 12: en ejecución con un avance del 65%. - Obra suspendida.
- Remodelación del “Datacenter” en edificio Teoría del Sólido. Iniciado a fines de 2016, avance del 75%.
- Cerco Perimetral del Edificio de Radioterapia: Trabajo iniciado en septiembre de 2016, avance del 90%.
- Edificio Principal del Centro de Radioterapia y Medicina Nuclear: En ejecución con un avance del 97%, quedando pendiente tareas de terminación.
- Tercera etapa del edificio de Vibraciones: En ejecución, avance del 5%.
- Edificio Proyecto LASIE: Adecuación de laboratorios y construcción del área de servicios, avance del 95%.

**Centro Atómico Constituyentes (CAC)**

Situado en el Partido de San Martín, provincia de Buenos Aires, es sede del Instituto de Tecnología Prof. Jorge A. Sabato Cuenta con una dotación de 1.037 agentes.

Las actividades que en el Centro se desarrollan abarcan un ámbito muy amplio, desde la investigación básica hasta el desarrollo tecnológico; se realiza una fuerte actividad interdisciplinaria; y se trabaja en temas integrados en áreas de energía nuclear y energía renovable, medio ambiente, materiales y salud, con una diversidad de enfoques disciplinarios y metodológicos. En este ámbito 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 de potencia, y se encaran desarrollos en los campos de la energía solar, nanotecnología y otras energías alternativas.

**Instalaciones relevantes:**

Reactor de investigación RA-1, utilizado para investigación, ensayo de materiales y equipos 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 (ECRI)

Planta de Fabricación de Polvos de Uranio (PFPU)

Laboratorio Facilidad Alfa

Planta de Núcleos Cerámicos

**Otras instalaciones:**

Laboratorio de Química Analítica

Laboratorio de Celdas y Paneles Solares

Laboratorio de Química Nuclear

Laboratorio de Caracterización Dióxido de Uranio

Laboratorio de Monitoreo Ambiental (gestión aire)

Laboratorio de Difusión

Laboratorio de Coloides

Laboratorio de Irradiación Dosimétrica

Laboratorio de Agua y otros Fluidos

Laboratorio de Ensayos No Destructivos

Laboratorio de Caracterización Materiales Estructurales

Laboratorio Antena Radar de Apertura Sintética

Laboratorio de Materia Condensada

Laboratorio de Física Experimental de Reactores

Laboratorios de Materiales avanzados

Laboratorios de Nanociencias y Nanotecnologías

Laboratorio de Tecnología de la Información

Laboratorio de Robótica

Laboratorio Proyecto ARAS, antena radar

**Instalaciones adicionales:** incluyen un circuito de ensayos hidrodinámicos de elementos combustibles, el Archivo Técnico General de Reactores y Centrales Nucleares, el edificio de la Gerencia de Materiales, el edificio de la Administración, el edificio de Química, el Centro de Información Eduardo Savino y otros 91 laboratorios e instalaciones menores.



Edificio del reactor de investigación RA-6 Centro Atómico Bariloche



Centro Atómico Constituyentes Provincia de Buenos Aires



Acelerador TANDAR Centro Atómico Constituyentes

**Obras ejecutadas en 2018:**

- Construcción Muro de Contención Nivel - 4.20; Edificio N° 42 – Tandar – Sector C: Consistió en la ejecución de un muro de contención perimetral en los sectores correspondientes a los patios ingleses y el acceso principal. Con el objetivo principal de elevar el nivel acorde a la cota de inundación, estimada a partir de los acontecimientos de abril del 2013. Para ello se reemplazaron las barandas por tabiques de hormigón armado. En este marco se reemplazaron las carpinterías del sótano en cuestión y se reemplazaron con paños fijos de doble vidrio hermético.
- Remodelación Baños Edificio N° 44 - Comedor Tandar: Se procedió a la ampliación y puesta en valor del núcleo sanitario (hombres, mujeres y personal) del Comedor del Tandar. Se duplicó la capacidad de uso y se independizó el vestuario del personal que desarrolla actividades laborales en dicho espacio.
- Construcción de Base para Generador de 150 KVA - Edif. N° 11 - Usina C.A.C.: Debido a los acontecimientos mencionados en el punto 1, y con la necesidad de instalar un generador exclusivo para la planta del Edificio N° 12. Para cumplir con el objetivo se procedió a realizar una plataforma elevada 1 metro por encima del nivel de la vereda, la cual está preparada para recibir el generador necesario.

**Centro Atómico Ezeiza (CAE)**

Situado en el Partido de Ezeiza, provincia de Buenos Aires. En el predio de 844 hectáreas se realizan tareas de desarrollo tecnológico, producción y educativas de alto nivel. Es sede del Instituto Beninson. Cuenta con una dotación de 742 agentes.

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 radiactivos de baja actividad generados en el país y se realizan desarrollos relacionados con la gestión de los de media y alta.

**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 235 Ciclotrón para Producción de Radioisótopos

- Producción del radiofármaco 18-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

Laboratorio de Ensayos Laboratorio Posirradiación

**Otras instalaciones en operación:**

Laboratorio de Física de Detectores

Laboratorio de Dosimetría de Altas Dosis

Laboratorio de Análisis por Activación

Laboratorio de Manejo y Conservación de Suelos

Laboratorio de Metrología

Laboratorio de Aplicación de Radiotrazadores

Laboratorio de Radiofarmacia

Centro Regional de Referencia de Patrones Secundarios

Laboratorio de Microbiología

Laboratorio de Metodología de Aplicación

Laboratorio de Radioisótopos

Laboratorio de Aplicaciones Industriales

Laboratorio de Alta Presión y Temperatura

Laboratorio Secundario de Calibración

Laboratorio de Dosimétrica

Laboratorio de Materiales de la Fábrica

Laboratorio de Aleaciones Especiales

**Instalaciones adicionales:** incluyen otros 16 laboratorios e instalaciones menores.

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.).



Centro Atómico Ezeiza  
Provincia de Buenos Aires

Además, la empresa asociada DIOXITEK S.A. opera la Planta de Fabricación de Fuentes Selladas de Cobalto60, con cobertura del mercado local y la exportación de fuentes de irradiación para uso industrial y médico con los más altos estándares de calidad.

**Instalaciones relevantes en construcción durante 2018**

Reactor de investigación RA-10, el cual se utilizará para producción de radioisótopos de uso medicinal e industrial e investigación. Potencia: 30 MW. Combustible: tipo MTR con 19 placas de uranio enriquecido al 20% en uranio 235.

Instalación Proyecto Alfa, consta de laboratorios para investigación y desarrollo de radioisótopos alfa emisores para uso en terapia oncológica.

**Obras ejecutadas en 2018**

Las principales obras de puesta en valor de la infraestructura del CAE fueron:

- Finalizaron los trabajos de la primera etapa de reconstrucción de la cocina del Centro, reconstruyendo el piso, paredes y la totalidad del equipamiento.
- Finalización de la obra de construcción del nuevo edificio de Metrología.
- Finalización de la primera etapa de la instalación del cerco de alta seguridad en el perímetro de las instalaciones del reactor RA-3, Fisión, Planta de Producción de Radioisótopos y Co-60, cubriendo el 45% de la totalidad del mismo.
- Completamiento de la instalación del 100% de las luminarias LED en el exterior del Centro.
- Modificación y redimensionamiento completo de la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales del Centro cumpliendo la exigencia normativa de la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR).
- Reconstrucción a nuevo de las estaciones de bombeo de efluentes cloacales N° 1 y N° 2.
- Finalización de la remodelación de los baños del Servicio Médico.
- Finalización de la reparación integral de las azoteas de los edificios FIR y PISI.
- Alquiler y montaje del nuevo generador de energía que provee 1,4 MW.
- Reparación de celdas de media tensión en la Subestación CAE.
- Completamiento del estudio de suelos y el análisis de estructura y ventilación del proyecto Nuevo Jardín Infantil.
- Renovación completa de la instalación eléctrica del Edificio de Aplicaciones y del Edificio de Agropecuaria, instalando tableros principales nuevos y modernos.
- Instalación del cableado de media tensión y transformador que suministra energía al Proyecto Alfa y al nuevo edificio de Metrología.
- Adecuación y remodelación de laboratorios y oficinas del Instituto Roffo.
- Continuación de las tareas de desmonte, zanjeo y control forestal de especies invasivas con la adquisición de una maquina forestal y el reacondicionamiento de los equipos existentes.



Reactor de investigación y producción RA-3 Centro Atómico Ezeiza

**Complejos Tecnológicos y Minero Fabriles**

**Complejo Tecnológico Pilcaniyeu**

Situado en Pilcaniyeu, provincia de Río Negro. Está dedicado a desarrollos innovadores en materia de ciclo de combustible nuclear y enriquecimiento de uranio. Cuenta con una dotación de 114 agentes.

**Instalaciones relevantes:**

“Mock-up” de la Planta Piloto de Enriquecimiento de Uranio

“SICADE” Planta de carga y descarga de UF6

Planta de Producción de Fluor

Planta de Conversión a Hexafluoruro de Uranio

Planta Piloto de Enriquecimiento de Uranio (por difusión gaseosa)

**Otras instalaciones:**

Planta de Fabricación de Membranas Porosas

Planta de Generación Eléctrica

Laboratorios de Química Analítica y Control de Calidad

Laboratorio de desarrollo de Materiales Porosos

Planta de Tratamiento de Efluentes

Planta de Tratamiento fito-terrestre efluentes líquidos

Planta de Niquelado de Componentes

Planta de Producción de Nitrógeno Líquido

Planta de Fabricación de Aceites Especiales

Planta de almacenamiento y distribución de agua

Sistema de comunicaciones con el CAB

Laboratorio de Espectrometría de masa

Talleres eléctrico, mecánico, electrónico y de

maquinado

Depósito de compuestos de Uranio

Depósito de residuos peligrosos



Complejo Tecnológico Pilcaniyeu Provincia de Río Negro

**Complejo Minero Fabril San Rafael**

Sito en la ciudad de San Rafael, provincia de Mendoza, cuenta 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. Cuenta con una dotación de 66 agentes. Actualmente no está operativo.



Delegación Regional Cuyo  
Ciudad de Mendoza

## 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, Santiago del Estero y La Rioja. En su predio se encuentra instalada la Planta de Producción de Dióxido de Uranio de la empresa DIOXITEK S.A., con una capacidad nominal de producción de 150 t/año, y una dotación de 94 agentes.

### 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, y una dotación de 88 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, y una dotación de 27 agentes.

### Capítulo 11 – Foto 10 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, y una dotación de 51 agentes.

## Área temática Informática y comunicaciones

**Misión:** “Entender en los aspectos relativos a las tecnologías de la información y comunicaciones -TIC’s, para satisfacer eficientemente los requerimientos institucionales”.

**Objetivo General 1:** Elaborar e implementar una organización de alto valor de conocimiento, que incluya todas las actividades de TIC’s en CNEA.

**Objetivo General 2:** Elaborar e implementar un plan integral de las TIC’s en CNEA, aplicando las normativas específicas establecidas para la Administración Pública Nacional.

Objetivo Particular 2.1: Proponer actualizaciones periódicas de la política institucional de informática.

Objetivo Particular 2.2: Proponer actualizaciones periódicas de la política de seguridad informática.

Objetivo Particular 2.3: Fijar las normativas y los procedimientos.

Objetivo Particular 2.4: Implementar las políticas aprobadas por la Institución y verificar su cumplimiento.

**Objetivo General 3:** Fortalecer las TIC’s en CNEA utilizando los paradigmas tecnológicos del más alto nivel, recomendados por el Gobierno Nacional y las instituciones de avanzada en el mundo.

Objetivo Particular 3.1: Desarrollar e implementar sistemas institucionales.

Objetivo Particular 3.2: Fortalecer y desarrollar la capacidad para el cálculo de alta prestación.

Objetivo Particular 3.3: Evolucionar en los sistemas de almacenamiento masivo de la información.

Objetivo Particular 3.4: Disponer de una infraestructura de redes de datos y voz en toda la CNEA diseñada e instalada según estándares, normas y regulaciones para dichas tecnologías.

Objetivo Particular 3.5: Atender los requerimientos de los servicios asociados a la red de datos que la Institución requiera.

Objetivo Particular 3.6: Implementar el sistema de video conferencia en todas las dependencias de CNEA.

Objetivo Particular 3.7: Asegurar la prestación de los servicios informáticos institucionales en forma continua.

Objetivo Particular 3.8: Brindar soporte técnico a los puestos de trabajo.

En 2011 por Resolución de Presidencia N° 12611 se estableció el área temática Tecnología de la Información y de las Comunicaciones con la misión de brindar a las distintas áreas de la CNEA las condiciones de infraestructura y el asesoramiento necesarios en la aplicación y el uso de nuevas tecnologías informáticas y comunicacionales en los ámbitos que estas áreas requieran. Para cumplir con estos objetivos se encararon 4 principales proyectos o herramientas de acción:

- La modernización de la red de datos de la CNEA.
- La computación de alta prestación.
- La expansión y modernización de las comunicaciones.
- El diseño e implementación de sistemas institucionales.

## Actividades y logros en 2018

### Modernización de la Red de Datos de la CNEA:

- Actualización de las licencias de todo el sistema de control de acceso de la CNEA.
- La institución cuenta con un número de equipos de videoconferencia y equipos dedicados al armado de salas virtuales, de uso muy frecuente y de gran utilidad para las distintas áreas de la casa. En 2018 se incorporó al Sistema de Video Conferencias el Centro Integral de Medicina Nuclear y Radioterapia del

CAB, la Academia Nacional de Medicina y el Hospital de Clínicas, entre otros; y se finalizó la licitación y adquisición de todos los “upgrade” del “software” y la renovación de licencias del sistema.

- Se trabajó en forma integrada con personal de los tres Centros Atómicos y la Sede Central para el diseño de un nuevo Sistema Institucional de Correo electrónico para toda la Institución, siendo exitosas las pruebas pilotos realizadas.
- Creación, configuración e implementación en máquinas virtuales en el Centro de Datos del CAC con el nuevo sistema diseñado a partir del Zimbra.
- Ejecución de la licitación para la compra de fibra óptica para la realización de nuevos tendidos en el CAC, conectorizando la seguridad del CAC y brindando soporte para la instalación de cámaras de video vigilancia.

#### **Computación de Alta Prestación:**

- Para mejorar el servicio de cálculo paralelo, se realizó la incorporación de nodos de cómputo y de almacenamiento cedidos por otros grupos, llegando así a uno de los objetivos de la creación del “cluster Neurus”, que corresponde a la generación de sinergia entre los grupos de la institución. Actualmente se presta servicio a 75 usuarios.
- Los usuarios están generando información sobre los programas y aplicaciones instalados en el “cluster Neurus” indicando la forma de ejecutarlos; se capacitó a los usuarios nuevos con dos charlas a usuarios durante el año, con el objetivo de explicar las políticas implementadas en el “cluster” sobre almacenamiento y cálculo.
- Estudio del uso de las licencias comerciales y académicas de ANSYS Mechanical, Fluent y LS-Dyna junto con el “pack” HPC que permite utilizar 128 “cores” dentro del “cluster Neurus” para la resolución de problemas vía simulación y se concluyó que por el momento la cantidad de licencias es suficiente. En la actualidad son 20 usuarios que utilizan el “software” ANSYS para simulación accediendo al “cluster” desde Bariloche y desde Constituyentes principalmente.
- Inscripción en el sistema de distribución y realización de la distribución tanto en el espacio de almacenamiento como de los créditos de cómputo de la partición bancarizada vía el sistema de “banking” y cuotas de almacenamiento implementado.
- La política que se definió sobre el nuevo “cluster” incluye el crecimiento del “cluster” por inclusión de nodos correspondientes a distintos proyectos con el objetivo de unificar los esfuerzos y los recursos teniendo así un mayor grado de uso y disponibilidad de los mismos. Hoy ya se encuentran anexados al “cluster Neurus” doce nodos correspondientes a tres grupos de investigación permitiendo juntar esfuerzos y generando así contratos internos con metas a cumplir.
- El servicio de almacenamiento “Owncloud” está orientado a cubrir las necesidades de grupos de investigación, teniendo en la actualidad aproximadamente 250 usuarios. En el caso de los repositorios de código (Git, Mercurial y SVN) sigue la tendencia, incrementado la cantidad de usuarios y de repositorios generados, haciendo posible alcanzar uno de los objetivos del Plan Estratégico: ser referente en el tema a nivel externo a la Institución. Aumentó el servicio de almacenamiento “Owncloud” orientado a cubrir las necesidades de grupos de investigación, teniendo en la actualidad aproximadamente 200 usuarios. En el caso de los repositorios de código (Git, Mercurial y SVN) sigue la tendencia, incrementado la cantidad de usuarios y de repositorios generados.

#### **Sistemas Institucionales**

- Desarrollo y lanzamiento de los nuevos sitios en la plataforma IntraWeb, que ofrece un servicio de sistema de gestión de contenido para que cada actividad relevante pueda contar con un sitio web institucional, reemplazando la metodología anterior.
- Implementación y desarrollo de la plataforma “E-learning” para ofrecer un espacio para cursos virtuales institucionales.

#### **Seguridad de la Información**

Actividades de concientización y capacitación:

- Desarrollo de guías, alertas, consejos y materiales relativos a buenas prácticas de seguridad dirigidos a todo el personal de la CNEA.
- Desarrollo e implementaciones de nuevos sistemas informáticos para facilitar la concientización de la seguridad. Dictado de cursos de ciberseguridad técnicos presenciales y virtuales utilizando la plataforma de enseñanza virtual AVAN.
- Evaluación y mejora de la seguridad en más de 20 sistemas y servicios informáticos institucionales.
- Desarrollo de políticas y procedimientos de ciberseguridad basados en regulaciones de la APN y recomendaciones del OIEA.
- Desarrollo e implementación de nuevos sistemas informáticos para mejorar la gestión de incidentes de ciberseguridad a nivel institucional.
- Se brindó el servicio de soporte que facilita y promueve el uso adecuado de cifrado de información digital con el objetivo de preservar su confidencialidad.

- *Se diagnosticó y brindó asesoramiento en materia de Seguridad de la Información a los sectores de la CNEA que así lo requirieron.*
- *Avances en las relaciones con organizaciones externas en materia de ciberseguridad.*

## **GESTIÓN LEGAL, FINANCIERA Y TÉCNICO ADMINISTRATIVA**

### **Área temática Asuntos Jurídicos**

### **Área temática Administración y finanzas**

- Balance general Ejercicio 2018
- Estado de recursos y gastos corrientes
- Composición y aclaraciones sobre rubros de estados contables

### **Área temática Técnico-administrativa**

## GESTIÓN LEGAL, FINANCIERA Y TÉCNICO ADMINISTRATIVA

### Área temática Asuntos jurídicos

**Misión** “Brindar asesoramiento jurídico, representar los intereses de la Institución y ejercer su defensa en juicio a fin de contribuir al desarrollo de la actividad nuclear en el país”.

**Objetivo General 1:** Articular las actividades del Área con otros sectores de la Institución.

**Objetivo Particular 1.1:** Proponer mecanismos legales para la optimización del desarrollo de las actividades de CNEA.

**Objetivo Particular 1.2:** Elaborar estudios, informes y documentos referidos a materias legales específicas, a requerimiento de los sectores de la Institución.

**Objetivo Particular 1.3:** Participar en la elaboración, revisar y, en su caso, asesorar en las negociaciones y gestión de contratos, convenios y acuerdos.

**Objetivo Particular 1.4:** Asesorar en materia de interpretación normativa, a los fines de que las actividades desempeñadas por la Institución se desenvuelvan en un todo de acuerdo con el marco normativo vigente.

**Objetivo Particular 1.5:** Propender a brindar asistencia legal preventiva a fin de evitar la judicialización de los conflictos.

**Objetivo General 2:** Analizar y proponer mejoras en la legislación nacional.

**Objetivo Particular 2.1:** Elaborar propuestas de adecuación de la legislación vigente.

**Objetivo Particular 2.2:** Generar vínculos institucionales con organismos nacionales e internacionales específicos en la materia.

**Objetivo General 3:** Propender a la disminución de los conflictos en las distintas áreas de incumbencia del Área.

**Objetivo General 4:** Mantener actualizados los conocimientos en las distintas áreas del derecho de relevancia para la actividad del Organismo.

**Objetivo General 5:** Implementar un sistema de gestión de calidad.

**Objetivo Particular 5.1:** Mantener actualizada la base de datos de dictámenes de la asesoría.

**Objetivo Particular 5.2:** Desarrollar e implementar procedimientos para las distintas áreas temáticas.

**Objetivo Particular 5.3:** Mantener actualizada la información relativa a los juicios ingresados al sistema de gestión Judicial en plataforma WEB (SIGEJ), sistema implementado por la Procuración del Tesoro de la Nación.

**Objetivo Particular 5.4:** Implementar los sistemas y procedimientos establecidos por el Poder Judicial para la mejora del sistema informático judicial.

La Ley N° 12.954, publicada en el Boletín Oficial el 10 de marzo de 1947, creó el Cuerpo de Abogados del Estado, estableciendo a su cargo el asesoramiento jurídico y la defensa ante los Tribunales, del Poder Ejecutivo y de todos los organismos que integran la administración.

El área de Asuntos jurídicos de la CNEA es una de las delegaciones que junto con una Dirección General, componen el Cuerpo de Abogados del Estado cuyas funciones específicas, de conformidad con el artículo 5° de la ley citada y su decreto reglamentario N° 34.952/1947, son: representar a la CNEA ante la justicia, en cualquier fuero y jurisdicción, en asuntos contenciosos, voluntarios o contencioso administrativo; llevar un registro de los expedientes judiciales en trámite; instruir los sumarios administrativos e informaciones sumarias; asesorar a las autoridades y organismos de la CNEA en todo asunto que requiera una opinión jurídica; promover el ajuste de los trámites administrativos a las leyes que los regulen, interviniendo en la resolución de los recursos administrativos establecidos y los que se establezcan y velando por el recto procedimiento; intervenir en los pliegos de condiciones para licitaciones públicas y en las contrataciones en general de la CNEA, en las impugnaciones que se susciten en el procedimiento de contratación, en la adjudicación en cuanto a la redacción de contratos y en las reclamaciones a que dé lugar la interpretación de éstos; realizar estudios profesionales para mejorar las reglamentaciones vigentes y expedirse sobre todo proyecto de modificación o creación de reglamentos.

Asimismo, de acuerdo con lo establecido en el Decreto N° 1612/2006, interviene en la elaboración de convenios y acuerdos con personas físicas y jurídicas y asesora en materia de patentes y propiedad intelectual.

Desde el punto de vista estrictamente profesional, supedita su acción a las instrucciones que imparta la Dirección General para unificar criterios y eleva en consulta a la Procuración del Tesoro de la Nación aquellos casos cuya resolución pudiera implicar la fijación de un precedente de interés general para la administración. Además, informa periódicamente a la Procuración del Tesoro de la Nación el estado de las causas judiciales que se mantienen contra la Institución a través del “Sistema Único de Gestión Judicial” que administra la Dirección Nacional de Asuntos Judiciales de dicho cuerpo asesor.

### Actividades y logros en 2018

Se destacan las siguientes actividades significativas desarrolladas:

- Participación en el Consejo de Administración de los Centros de Medicina Nuclear y análisis legal de sus documentos constitutivos.

- Intervención en el proceso licitatorio para la contratación de la Obra “Contratación de la Ejecución y Finalización de la Obra Civil del Edificio del Reactor CAREM25”.
- Intervención en los procesos licitatorios para la ejecución del proyecto de diseño, construcción y puesta en marcha del reactor de investigación multipropósito RA-10.
- Participación en la realización del análisis jurídico y relevamiento normativo en materia ambiental “Selección de Sitio Evaluación del Área Geográfica de Interés Costa Oeste” para el “Proyecto Construcción, Puesta en Marcha, Operación y Desmantelamiento de la V Central Nuclear en la Provincia de Rio Negro”.
- Participación en el curso del OIEA “NUCLEAR LAW INSTITUTE”, en Viena, Austria, del 1 al 12 de octubre.
- Obtención de una mayoría de sentencias favorables en los fueros Contencioso Administrativo Federal y Civil, y Comercial Federal y del Trabajo, lo que generó un ahorro de casi el total del monto presupuestado para el pago de Sentencias Judiciales.
- En materia de Derecho Nuclear se destaca el fallo de la SALA III del día 22/11/2018 caratulada “Galarza Delia Beatriz y otros c/ CNEA y otros s/daños y perjuicios” Expte. N° 46795/2010 (CNACAF) mediante el cual: “...se confirma la sentencia de 1° Instancia, por considerar que no se probó en autos, siquiera en grado de probabilidad, que las radiaciones ionizantes que recibió el Ing. C. en su desempeño profesional para la demandada, haya sido la causa adecuada que le provocó el cáncer de colon que derivó en su fallecimiento....”

### Área temática Administración y Finanzas

**Misión:** “Realizar y optimizar los servicios presupuestarios, económicos y financieros, siendo el órgano rector que fije las herramientas correspondientes para el logro de los objetivos institucionales”.

**Objetivo General 1:** Mantener y mejorar un sistema integrado y eficiente de Administración y Finanzas, para asesorar a las Autoridades y a los responsables de las áreas temáticas.

Objetivo particular 1.1: Mantener un sistema de trabajo coordinado, afianzando el vínculo con las distintas dependencias de CNEA.

Objetivo particular 1.2: Asesorar en la asignación de responsabilidades dentro del área de Administración y Finanzas.

**Objetivo General 2:** Trabajar integradamente con todos los sectores de la Institución.

Objetivo particular 2.1: Mantener y mejorar mecanismos de comunicación eficiente.

Objetivo particular 2.2: Habilitar y emplear herramientas informáticas en tiempo real.

Objetivo particular 2.3: Coordinar la descentralización operativa fijando la normativa correspondiente y transmitiendo el conocimiento a través de una capacitación continua.

**Objetivo General 3:** Optimizar el sistema generando mecanismos ágiles y eficientes para la ejecución del presupuesto.

Objetivo particular 3.1: Fomentar una cultura de planificación económica-financiera, canalizando las adquisiciones a través del plan de compras anualizado.

Objetivo Particular 3.2: Analizar y desarrollar sistemas de gestión adecuados.

Objetivo Particular 3.3: Desarrollar y promover mecanismos de gestión externos que contemplen las características especiales de la actividad nuclear.

### Actividades y logros en 2018

## Balance del Ejercicio 2018

Ejercicio finalizado el:

	<b>31.12.18</b>	<b>31.12.17</b>
<b>Activo</b>		
<b>Activo Corriente</b>		
Disponibilidades	358.994.024,52	419.173.254,61
Créditos a Corto Plazo (1)	1.254.789.492,00	830.580.393,11
Bienes de consumo	1.689.363,89	4.523.207,85
Bienes de cambio	26.309.733,41	26.309.733,41
<b>Total del Activo Corriente</b>	<b>1.641.782.613,82</b>	<b>1.280.586.588,98</b>
<b>Activo No Corriente</b>		
Inversiones a Largo Plazo (2)	5.170.587.924,00	5.170.587.924,00
Inversiones Financieras a Largo Plazo (3)	10.241.244.840,38	8.897.951.035,02
Bienes de uso	8.118.175.632,33	7.080.000.173,16
Bienes inmateriales	1.248.021,92	2.566.338,38
<b>Total del Activo No Corriente</b>	<b>23.531.256.418,63</b>	<b>21.151.105.470,56</b>
<b>Total del Activo</b>	<b>25.173.039.032,45</b>	<b>22.431.692.059,54</b>
<b>Pasivo</b>		
<b>Pasivo Corriente</b>		
Deudas	957.499.642,46	1.047.369.746,58
Fondos de Terceros y en Garantía	6.450.595,37	6.793.782,60
Previsiones y Reservas Técnicas	151.834,99	453.189,35
Deudas por Juicios a Corto Plazo	850.670,00	1.071.447,00
<b>Total del Pasivo Corriente</b>	<b>964.952.742,82</b>	<b>1.055.688.165,53</b>
<b>Pasivo No Corriente</b>		
Deudas (4)	309.712.345,47	2.293.932,72
Endeudamiento Público (4)	1.118.308.177,75	553.191.756,15
<b>Total del Pasivo No Corriente</b>	<b>1.428.020.523,22</b>	<b>555.485.688,87</b>
<b>Total del Pasivo</b>	<b>2.392.973.266,04</b>	<b>1.611.173.854,40</b>
<b>Patrimonio</b>		
<b>Patrimonio Institucional</b>		
Capital	132.551.422,79	132.551.422,79
Transferencias y Contribuciones de Capital	7.711.757.052,91	6.151.504.812,44
Reservas	2.796.596.738,97	2.796.596.738,97
Resultados Acumulados	12.139.160.551,74	11.739.865.230,94
<b>Total del Patrimonio Neto</b>	<b>22.780.065.766,41</b>	<b>20.820.518.205,14</b>
<b>Total del Pasivo y Patrimonio</b>	<b>25.173.039.032,45</b>	<b>22.431.692.059,54</b>

## Estados de recursos y gastos corrientes

Ejercicio finalizado el:

	31.12.18	31.12.17
<b>Recursos</b>		
<b>Ingresos Corrientes</b>		
Ingresos No Tributarios (5)	5.232.787,98	19.665.638,31
Ingresos y Resultados por Ventas	23.195.756,96	83.696.483,38
Rentas de la Propiedad (3)	133.229.210,56	117.381.387,98
Contribuciones Figurativas (6)	4.563.795.642,60	6.333.484.448,38
Otros Ingresos (7)	9.646.119,97	6.835.560,02
<b>Total de Recursos</b>	<b>4.735.099.518,07</b>	<b>6.561.063.518,07</b>
<b>Gastos</b>		
<b>Gastos Corrientes</b>		
Gastos de Consumo (8)	3.542.280.692,02	3.022.242.415,55
Transferencias Otorgadas (9)	185.238.582,57	218.349.450,16
Contribuciones Figurativas Otorgadas	41.917.366,47	6.671.998,79
Otras Pérdidas	566.505.584,73	90.182.009,78
<b>Total de Gastos</b>	<b>4.335.942.225,79</b>	<b>3.337.445.874,28</b>
<b>Cuentas de Cierre</b>		
Cierre cuentas de Recurso	4.735.099.518,07	6.561.063.518,07
Cierre cuentas de Gasto	4.335.942.225,79	3.337.445.874,28
<b>Resultado del Ejercicio</b>	<b>399.157.292,28</b>	<b>3.223.617.643,79</b>

## Composición y aclaraciones sobre rubros de los estados contables

## 1) Créditos a Corto Plazo

	2018	2017
Ingresos No Tributarios a Cobrar	14.670.184,89	13.699.933,77
Ventas a Cobrar	244.559.169,37	222.268.053,13
Rentas de la Propiedad a Cobrar	61.495.250,00	56.766.039,44
Contribuciones Figurativas a Cobrar	906.211.538,98	509.037.327,42
Anticipos	5.100.000,00	5.129.149,58
Otras Cuentas a Cobrar	22.753.348,76	23.679.889,77
<b>Total</b>	<b>1.254.789.492,00</b>	<b>830.580.393,11</b>

Con relación a la cuenta Anticipos la misma obedece a una transferencia de fondos a la empresa DIOXITEK S.A. Corresponde a 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 que se encuentra pendiente de resolución.

## 2) Inversiones a Largo Plazo Financieras

	2018	2017
Acciones y aportes de capital	5.170.587.924,00	5.170.587.924,00
<b>Total</b>	<b>5.170.587.924,00</b>	<b>5.170.587.924,00</b>

La participación de capital y accionaria en las empresas asociadas y otras asociaciones al cierre del ejercicio 2018:

DIOXITEK S.A. —————	5.879.136,00	48,00%
FCDN —————	7.500,00	50,00%
ENSI S.E. —————	4.904.028,00	49,00%
CONUAR S.A. (1) —————	24.997.500,00	33,33%
F.A.E. S.A. —————	5.120.000,00	32,00%
NUCLEOELÉCTRICA ARGENTINA S.A. (1) —	5.129.659.760,00	20,00%
POLO TECNOLÓGICO CONSTITUYENTES—	20.000,00	20,00%

(1) Aún no suscritas las acciones correspondientes a las empresas CONUAR S.A. y Nucleoeléctrica Argentina S.A.

La valuación sobre las tenencias accionarias se efectuó en función de lo establecido en la Resolución N° 18/97 de la Contaduría General de la Nación. Respecto al incremento del Capital Accionario de CONUAR S.A. decidido por las Asambleas Generales Ordinarias celebradas el 04/06/2009 y el 30/07/2015, cabe aclarar que aún no se han emitido los certificados correspondientes. Durante el ejercicio 2018 se percibieron dividendos en efectivo de la empresa CONUAR S.A. por un importe de \$ 128.500.000,00

### 3) Inversiones Financieras a Largo Plazo

Corresponde a los adelantos liquidados a favor del Fideicomiso de Administración Proyecto Reactor CAREM y Plan Nacional de Medicina Nuclear.

### 4) Pasivo No Corriente

Corresponden:

- 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 CNEA por un importe total de \$ 2.293.932,72, de los cuales se adeudan a largo plazo \$ 880.398,47.
- 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 \$ 1.118.308.177,75.

### 5) Ingresos no tributarios

	2018	2017
Derechos	184.263,45	207.115,21
Otros no tributarios	5.048.524,53	19.458.523,10
<b>Total</b>	<b>5.232.787,99</b>	<b>19.665.638,31</b>

### 6) Contribuciones Figurativas

	2018	2017
Contribuciones de la Administración Central	4.559.768.793,23	6.317.179.673,61
Contribuciones de los organismos descentralizados	4.026.849,37	16.304.774,77
<b>Total</b>	<b>4.563.795.642,60</b>	<b>6.333.484.448,38</b>

En contribuciones de la Administración Central se registran los importes correspondientes al Aporte del Tesoro – Fuente 11 y Fuente 15 para financiar gastos Corrientes y gastos de Aplicaciones Financieras. 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 28 subsidios otorgados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica en el marco del Fondo para Investigación Científica y Tecnológica:

- Subsidios Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT)

### 8) Gastos de consumo

	2018	2017
Gastos en Personal	2.414.585.005,59	1.950.084.393,20
Bienes de Consumo y Servicios	804.476.879,54	776.784.196,44
Consumo de Activo Fijo y Bienes Intangibles	323.218.806,89	295.373.825,91
<b>Total</b>	<b>3.542.280.692,02</b>	<b>3.022.242.415,55</b>

### 9) Transferencias otorgadas

	2018	2017
Transferencias al sector privado	10.607.720,00	159.268.486,06
Transferencias corrientes al sector público	165.197.694,41	48.875.280,00
Transferencias al sector externo	9.433.168,16	10.205.684,10
<b>Total</b>	<b>185.238.582,57</b>	<b>218.349.450,16</b>

En el ejercicio 2018 en Transferencias al sector privado se registraron:

- Fundación Universidad Nacional de Cuyo \$ 1.200.000,00.
- Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear \$ 1.493.482,00.
- Fundación Escuela de Medicina Nuclear \$ 682.518,00.
- Fundación Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS) \$ 3.231.720,00
- Fundación AHUEKNA \$ 4.000.000,00.

**Transferencias al Sector Público:**

- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires \$ 1.500.000,00
- Universidad Nacional de Cuyo \$ 2.000.000,00.
- Universidad Nacional de General San Martín \$ 6.697.694,41
- Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería (ENSI) \$ 155.000.000,00.

**En Transferencias al Sector Externo:**

- International Framework for Nuclear Energy Cooperation \$ 1.895.200,00.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) \$ 7.537.968,16.

**10) Ley Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica (Ley N° 23.877)**

En el marco de la ley N° 23.877 se distribuirán saldos a favor de CNEA por:

- Aranceles: \$ 33.089.659,24.
- Beneficios: \$ 2.583.405,44. a través de las Unidades de Vinculación: Fundación Balseiro, Asociación Cooperadora del Departamento Física, Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción y Polo Tecnológico Constituyentes.

**Área temática Técnico-administrativa**

**Misión:** “Brindar asistencia y asesoramiento eficaz y eficiente en Gestión Técnico-Administrativa a los responsables de los diferentes sectores de la Institución”.

**Objetivo General 1:** Optimizar la aplicación de la normativa vigente por todo el personal de la Gestión Técnico-Administrativa (GTA) especialmente de aquellos que desarrollen sus funciones en las Mesas de Entradas y Salidas de cada Organismo Principal.

**Objetivo Particular 1.1:** Estudio y análisis de la reglamentación de uso obligatorio y normas internas de aplicación en GTA.

**Objetivo Particular 1.2:** Revisión de los procedimientos de gestión existentes y elaboración de nuevos procedimientos que respondan a las necesidades institucionales.

**Objetivo Particular 1.3:** Instrumentación de canales de comunicación y difusión de los procedimientos de GTA en el ámbito de la Institución.

**Objetivo General 2:** Evaluar e implementar, de acuerdo a las características de CNEA, herramientas informáticas que optimicen la GTA y crear sistemas de consultas entre los responsables de cada Gerencia.

**Objetivo Particular 2.1:** Optimizar el uso del sistema de Comunicaciones Documentales “COMDOC III” de acuerdo a los requerimientos de CNEA.

**Objetivo Particular 2.2:** Implementar la utilización de nuevas herramientas y sistemas informáticos que optimicen la GTA.

**Objetivo Particular 2.3:** Diseño e instrumentación de un sistema de consultas para el personal abocado a GTA.

**Actividades y logros en 2018**

- Re-certificación del Sistema de Gestión de Calidad de los procesos del Control de Gestión Técnico Administrativa. El IRAM, otorgó la certificación R 9000-6250 por el período 2018-2021, al demostrarse el pleno cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001 versión 2015. La entrega del certificado fue difundida a través de las redes sociales de la CNEA.
- Implementación del Sistema de Gestión Documental Electrónica en 3 etapas de migración gradual aprobadas por las autoridades. Los principales resultados alcanzados se presentaron en la Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear.
- El sitio web interno denominado “Portal GDE en CNEA” se mantiene actualizado para hacer disponible todo el material necesario para obtener el alta de usuario y utilizar el Sistema.
- Obtención de la autorización del Ministerio de Modernización para crear 46 Trámites Reservados de la CNEA en el Sistema GDE. Los mismos corresponden a trámites confidenciales y de interés para la ARN.
- Se logró, mediante la intervención conjunta con el administrador local, GTIC, la habilitación de 2.345 usuarios GDE.
- Dictado de cursos sobre el sitio web interno y el Sistema GDE en los Centros Atómicos Ezeiza, Bariloche y Constituyentes, y las Delegaciones Regionales Cuyo, Noroeste, Patagonia y Córdoba, consiguiendo la capacitación de la mayoría del personal administrativo de la Institución. Se logró la aprobación de la equivalencia del diseño de la capacitación con los cursos dictados por el Instituto Nacional de la Administración Pública (INAP).

- *Creación del nuevo sitio web que incluye 4 categorías o subpáginas: Control de Gestión Técnico Administrativa; Boletín Administrativo Público, Calidad y Viajes al Exterior. Cada uno contiene información de interés para quienes deben realizar trámites.*
- *Renovación de la Licitación del Correo Argentino que es utilizado por los Centros Atómicos Constituyentes, Ezeiza y Sede Central.*

**EMPRESAS ASOCIADAS Y VINCULADAS  
A LA CNEA**

*Combustibles Nucleares Argentinos S.A.*

*Fábrica de Aleaciones Especiales S.A.*

*DIOXITEK S.A.*

*Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S.E.*

*INVAP S.E.*

*Nucleoeléctrica Argentina S.A.*

*Polo Tecnológico Constituyentes S.A.*

## EMPRESAS 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.
- Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA)
- Polo Tecnológico Constituyentes S.A. (PTC S.A.)

En todas las empresas - excepto INVAP S.E. - la CNEA tiene distintos grados de participación en el capital accionario.

El Plan Estratégico de CNEA 2015-2025 establece las vinculaciones estratégicas de la Institución con las empresas asociadas y vinculadas que a continuación se explicitan:

- **CONUAR S.A.:** Fortalecer y consolidar la estrategia adoptada por Argentina respecto a la fabricación en el país de los combustibles de todas sus centrales nucleares; para ello CNEA desarrollará las tecnologías necesarias en el futuro y la empresa deberá adaptar su tecnología y la capacidad de fabricación de acuerdo a las necesidades nacionales.
- **FAE S.A.:** En concordancia con la estrategia de producción nacional de elementos combustibles, la empresa deberá adaptar su tecnología y la capacidad de fabricación de vainas y elementos estructurales para satisfacer los requerimientos de CONUAR con respecto a los combustibles de las centrales nucleares actuales y futuras. En relación a la extensión de vida de la Central Nuclear Embalse deberá adaptar sus instalaciones para la fabricación de los canales combustibles y otros componentes con tecnología desarrollada por CNEA, fortaleciendo así la sinergia con los grupos de desarrollo de la Institución.
- **DIOXITEK S.A.:** Coherentemente con la decisión de satisfacer la demanda de los principales insumos de las centrales nucleares actuales y futuras, la empresa deberá incrementar su capacidad de producción. Para ello debe proyectar y construir una nueva planta industrial, definiendo previamente su ubicación, actuando en conjunto con CNEA para lograr el objetivo; a su vez estudiará y considerará la posibilidad de ampliar su campo de acción de acuerdo a las necesidades de la Institución.
- **ENSI S.E.:** En concordancia con la estrategia de satisfacer la demanda con producción nacional de insumos para las centrales nucleares nacionales, la empresa deberá producir agua pesada, necesaria para las centrales nucleares actuales y futuras tipo PHWR.
- **NA-SA:** Fortalecer y acrecentar la contribución de energía nuclear en la matriz energética futura del país; energía segura, confiable y competitiva, para ello deberá consolidarse la sinergia técnica entre CNEA y NA-SA, desarrollando la primera el rol de soporte tecnológico que acompañe la construcción y operación de las nuevas centrales nucleares bajo la responsabilidad de la NA-SA.
- **INVAP S.E.:** Fortalecer la sinergia y asociación técnica entre CNEA e INVAP para ayudar a promover las líneas tecnológicas nucleares de la empresa y los desarrollos tecnológicos de CNEA.

Las características de las referidas empresas y sus actividades más destacadas en 2018 se describen a continuación:

### Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR)

La empresa CONUAR fue creada por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1719/81. 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 \$ 75.000.000 y donde la participación accionaria corresponde el 66.67 % a la empresa privada SUDACIA S.A. y el 33.33% a la CNEA.

#### Actividades principales

La actividad principal de la empresa es la fabricación de los elementos combustibles (EECC) para las Centrales Nucleares Atucha I, Atucha II 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 EECC 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 CAE. Otro producto desarrollado en el país por CONUAR junto con la CNEA son las barras de control de reactividad utilizadas en la CNEA para la producción de cobalto-60.

CONUAR se encuentra calificada para fabricar la casi totalidad de los componentes internos de un reactor CANDU, habiendo sido asistida por la CNEA en los desarrollos que llevaron a su calificación exitosa por parte del diseñador de esta tecnología. Además, está en condiciones de suministrar componentes varios para Atucha I y II y prestar servicios a centrales de potencia, reactores de investigación e instalaciones nucleares, a requerimiento específico del cliente.



Fábrica de Elementos Combustibles  
CONUAR S.A. - Centro Atómico Ezeiza  
Pcia. de Buenos Aires

**Actividades y logros en 2018**

- Continuación del suministro de elementos combustibles a la empresa NA-SA, operadora de las centrales nucleares argentinas, con uranio levemente enriquecido (ULE) para la CNA – Unidad I y con uranio natural para la CNA – Unidad II.
- Se completó la fabricación y provisión de elementos combustibles con uranio natural para el arranque de la CNE luego de la parada para la realización de los trabajos de extensión de vida.
- Continuación de la provisión habitual de elementos combustibles para el reactor de investigación RA-3.
- En 2015 N.A.S.A. contrató a CONUAR la obra del “Almacenamiento en Seco de Elementos Combustibles Quemados” (ASECQ) para la CNA I, que tiene por objeto la fabricación, provisión, confección de documentación, prueba de aceptación y ensayo y entrega en obra de unidad de silo, unidad de almacenamiento, inserto metálico de techo y tapas para unidades de silos para el ASECQ, proyecto que se extendió hasta mediados de 2018.
- “Servicio de fabricación y montaje en obra de los módulos 1, 2, y 3 del LINER” (recipiente metálico de contención del reactor CAREM), incluyendo la provisión de los materiales necesarios según la “American Society of Mechanical Engineers” (ASME). En 2018 se completó el módulo 3 y entre fines de febrero y comienzos de marzo se completó el proceso de montaje del módulo 3, que fue instalado plancha por plancha directamente en la obra (en lugar de ser construido fuera de la obra y luego colocado completo en un sólo movimiento, como los otros módulos). Por otra parte, en relación a los siguientes componentes del “liner” de la contención, en octubre se completó la fabricación del módulo 8 (otro componente de gran porte: 19 m de diámetro por más de 8 m de altura, y un peso de más de 80 toneladas), que se estima será montado en obra entre marzo y abril de 2019.
- En marzo de 2017 se finalizó el contrato con la CNEA “Plan de ensayos y desarrollos de procesos de manufactura de los Generadores de Vapor”, cerrándose así la primera etapa de validación del proceso productivo, mediante la cual se obtuvieron los siguientes resultados: definición del mandrilado de los tubos a la placa tubo, validación de la resistencia estructural de las curvas de menor radio ante presión externa, avances en la metodología del conformado de espiras de cada camisa, y secuencia de armado del GV. Luego de esta etapa se dio inicio a una serie de trabajos en conjunto con el grupo de Ingeniería Mecánica del CAREM en el marco de la segunda etapa de validación, que como producto final tendrá un “GV PRE SERIE”.  
En 2018 se continuaron preparando los procedimientos y el herramental necesario para la construcción del “GV PRE SERIE” que servirá para validar el proceso productivo de la totalidad de los doce GV del CAREM-25.
- Al de fin de 1027, luego de un proceso de licitación, CONUAR fue adjudicada con la fabricación de embebidos de las piletas inferiores y superiores, el canal de transferencias y otros componentes asociados, dentro del edificio del reactor CAREM-25. Este trabajo entró en ejecución a mediados de 2018 y se estima estará completo entre fines de 2019 y principios de 2020.
- Durante 2018 se completó la calificación del proceso de producción de las pastillas de uranio enriquecido diseñadas por la CNEA para los EE.CC. Tipo CAREM-25. En cuanto a los propios EE.CC., se continuó con la fabricación de diversos componentes, tales como las vainas para las barras combustibles, cajones y boquillas, las arañas de los CBC y las grillas de los separadores elásticos, entre otros, que serán necesarios para armar los primeros subconjuntos de los EE.CC. y barras del sistema de control de reactividad.
- Continuación de las acciones para la fusión con la empresa FAE S.A.

**Objetivos futuros.**

- CONUAR mantiene una gran expectativa en el proyecto CAREM-25 y aspira a incrementar su participación a través de sus unidades de negocios, completando las contrataciones para la fabricación de generadores de vapor, así como la de otros componentes internos.
- CONUAR consolidó durante el ejercicio la ampliación de su perfil productivo como fabricante de elementos combustibles a una empresa que provee todo tipo de partes y componentes críticos de una central nuclear, incluyendo la prestación de servicios de obra y montajes. El mayor desafío consistirá en avanzar en el camino de excelencia operativa y en la concreción de alianzas estratégicas que le permitan proyectarse en el mercado internacional, buscando apalancar las habilidades adquiridas en las oportunidades brindadas por el Plan Nuclear Argentino.
- Completar la fusión con la empresa FAE para potenciar las oportunidades futuras.

**Fábrica de Aleaciones Especiales S.A. (FAE)**

FAE 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 la República Federal 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 2011, FAE fue certificada por el Technical Standards and Safety Authority (TSSA) de Ontario, Canadá, como Organización de Materiales bajo la norma CSA N285.0, la que implica cumplir el Código ASME Sección III Sub-artículo NCA 3800. Esta certificación la autorizó 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”).



Elementos combustibles tipo HWR para Central Nuclear Atucha II fabricados por CONUAR



Fábrica de Aleaciones Especiales S.A.  
Centro Atómico Ezeiza  
Provincia de Buenos Aires



Tubos sin costura de titanio para uso industrial y aeronáutico fabricados por FAE S.A.

### Composición accionaria

Es una sociedad anónima cuyo capital social asciende a \$ 16.000.000 y donde la participación accionaria corresponde el 68 % a la empresa CONUAR S.A. y el 32 % a la CNEA.

### Actividades principales

Su actividad principal es la fabricación de vainas y barras de zircaloy utilizadas por la empresa CONUAR 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, la de aleaciones de titanio e Incolloy 800. Es la única empresa en América Latina que fabrica este tipo de productos y una de las pocas en el mundo.

### Actividades y logros en 2018

- Continuación de la producción de vainas a CONUAR para la fabricación de EECC, incluyendo las vainas para los EECC del CAREM-25.
- Continuación de la provisión a la empresa BHEL de la India de 60.000 metros de tubos de Incoloy 800 (19 mm x 1.1 mm) para generadores de vapor nucleares para reactores tipo CANDU, por un valor cotizado de aproximadamente 4 millones de dólares.
- Provisión de tubos de Incoloy 800 (19 mm x 1.1 mm) para generadores de vapor nucleares para la extensión de vida de una central nuclear canadiense tipo CANDU.
- En el marco del contrato de suministro de tubos de titanio grado 9 para Airbus firmado en 2014, orden que abarca 5 años de suministro permanente del 15% de los tubos utilizados en los sistemas hidráulicos en la familia de aviones Airbus A320, siendo el primer paso en el cumplimiento del objetivo de FAE de convertirse en el quinto proveedor mundial calificado para suministrar este producto a la industria aeroespacial, en las entregas efectuadas 2016 se detectaron problemas de calidad en 2 medidas de tubos de las 5 fabricadas y sólo en determinados lotes, lo que llevo a suspender temporariamente las entregas hasta determinar la causa y encontrar la solución. Los análisis arrojaron que las especificaciones de fabricación y control requeridas por Airbus no eran suficientes para detectar las desconformidades en los lotes cuestionados, por ello se acordó con el cliente re-controlar en FAE todos los lotes de "stock" y comenzar un proceso de recalificación, que se inició en 2017 y se continuó en 2018.

### Objetivos futuros

- FAE continuará su estrategia de focalización en productos nucleares y materiales especiales, además del suministro de vainas de zircaloy para elementos combustibles, y de recalificar con Airbus los procesos de fabricación de tubos de titanio grado 9.
- Completar las inversiones necesarias para producir los tubos destinados a la exportación a "Bharat Heavy Electricals Limited" – BHEL (fabricante para diversos sectores: energías renovables, petróleo, gas, agua, etc)
- Completar la fusión con la empresa CONUAR para potenciar las oportunidades futuras.

### DIOXITEK S.A. (DIOXITEK)

DIOXITEK 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 en los EECC 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. Su sede se encuentra en la ciudad de Córdoba, su Planta Industrial de Dióxido de Uranio está situada en el mismo predio y su Planta de Producción de Fuentes Selladas de Cobalto-60 en el CAE.

### Composición accionaria

Es una sociedad anónima estatal, inicialmente controlada por la CNEA con un 99% de participación accionaria. El 1% restante pertenece a la provincia de Mendoza. Por Decreto N° 882/17 del Poder Ejecutivo Nacional se dispuso la transferencia del total de Acciones Clase "C" al Ministerio de Energía y Minería (hoy Secretaría de Gobierno de Energía). De esta forma, la tenencia de la CNEA se redujo al 48%. El capital social asciende a \$ 12.248.200,00.

### Actividades principales

Las actividades preponderantes de DIOXITEK son 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 empresa está construyendo una nueva planta industrial en la provincia de Formosa. La planta industrial de fabricación de fuentes selladas de cobalto-60 está situada en el CAE. La producción de esta planta, que es única a nivel latinoamericano y del Hemisferio Sur, ubica a la Argentina como el tercer productor mundial de este importante producto para la medicina y la industria.

Desde 2010 se comenzó la exportación de molibdeno de uso medicinal producido por la CNEA a Brasil aprovechando las capacidades de logística desarrolladas por la empresa.



Planta de Conversión a Dióxido de Uranio de DIOXITEK S.A.  
Ciudad de Córdoba

**Actividades y logros en 2018**

**En el área de polvo de dióxido de uranio:**

- El 27 de diciembre de 2016 la CNEA y DIOXITEK suscribieron un acuerdo con la Municipalidad de la ciudad de Córdoba, bajo supervisión del Juzgado Federal N° 3 de esa ciudad, por el que se levantó la clausura oportunamente dispuesta por las autoridades municipales para permitir reiniciar las actividades de producción y comercialización en la Planta Industrial de Dióxido de Uranio sita en esa ciudad, hasta que entre en operación la planta en construcción en Formosa. Consecuentemente, en 2017 se reinició la producción de dióxido de uranio y su provisión a la empresa CONUAR para la fabricación de elementos combustibles, y se continuó durante 2018.

**En el área de cobalto-60:**

- **Producción y comercialización de Fuentes Selladas de Cobalto-60**
  - Durante 2018 la CNEA no operó en razón de la ejecución del proyecto “Extensión de vida de la Central Nuclear Embalse”. Por consiguiente, no produjo cobalto-60.

**En el área de molibdeno-99:**

- En enero de 2015 la CNEA y la Comisión de Energía Nuclear del Brasil suscribieron un nuevo acuerdo por el término de 60 meses, operando su vencimiento en enero de 2020. Este nuevo acuerdo dejó establecido un mínimo y un máximo de entregas anuales de 6.900 y 9.200curies respectivamente. El valor estimado del contrato es de U\$S 18.860,000. En 2018 se continuó la ejecución de contrato.

**Nueva Planta de Dióxido de Uranio:**

- Durante 2018 se continuó la construcción de la nueva Planta Industrial de Dióxido de Uranio en Formosa, lográndose avances en la misma.

**Objetivos futuros**

- Continuar la construcción y puesta en marcha de la nueva Planta Industrial de Dióxido de Uranio en Formosa.
- Continuar trabajando en la recarga de equipos Gammacel (irradiador auto blindado utilizado para investigación y desarrollo). Casi todos los entes de investigación estatales de Latinoamérica cuentan con estos equipos y los fabricantes originales han dejado de prestar este servicio.



Fabricación de fuentes de irradiación de cobalto-60 para uso industrial por DIOXITEK S.A. en la Planta de Fabricación de Fuentes Selladas Centro Atómico Ezeiza

**Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S. E. (ENSI)**

La empresa ENSI, 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 orientadas a los diferentes 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. Su sede y su planta de producción se encuentran situadas en la localidad de Arroyito de la citada provincia.

**Composición accionaria**

Es una sociedad del estado cuyo capital social asciende a \$ 10.008.220 y la participación accionaria corresponde el 51 % a la provincia del Neuquén y el 49% a la CNEA,

**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 asociada a terceros. Por contrato con la CNEA se hizo cargo de la operación de la Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP) 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 NA-SA 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.



Planta Industrial de Agua Pesada ENSI S.E.- Arroyito Provincia del Neuquén



Planta Industrial de Agua Pesada Columna de amoniaco

**Actividades y logros en 2018**

**Producción**

**Agua pesada**

La PIAP se encuentra en mantenimiento desde mayo de 2017 con la finalidad de mantener la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

**Obras y servicios**

La actividad de ENSI en la industria del petróleo y gas ha mantenido su nivel de desarrollo y, en algunos casos, la prestación aún se incrementó. Ante las nuevas inversiones en el Área Vaca Muerta y la venta de activos

entre empresas, ENSI está participando en nuevos negocios a partir del desarrollo de áreas y nuevos procesos de licitación, siendo su objetivo participar en todos aquellos donde se puedan realizar servicios que estén dentro de las capacidades de la empresa. La expectativa de crecimiento continúa sujeta al arribo de fuentes de inversión en áreas de producción y explotación existentes, principalmente en la formación de Vaca Muerta, para las empresas que ya operan como para otras que puedan desarrollar sus negocios en dicha zona. La actividad de servicios para ENSI continúa en constante desarrollo de escenarios que permitan buscar nuevos negocios y/o ampliar los existentes en tal sentido.

### INVAP S.E. (INVAP)

La empresa INVAP S.E. fue creada a iniciativa de la CNEA por la provincia de Río Negro mediante el 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 operativa. Su sede central e instalaciones productivas se encuentran principalmente en la ciudad de San Carlos de Bariloche de la citada provincia. Su actividad inicial se concentró en servir al desarrollo nuclear argentino, pero más tarde extendió sus actividades a otros campos tecnológicos como el aeroespacial, radares, televisión digital, industrial, energías alternativas y equipamiento médico, e incrementó su presencia en la Argentina y en el exterior. Sus pilares estratégicos de sustentabilidad son la generación de empleo genuino, tanto directo como indirecto, desarrollando tecnología de avanzada en la Argentina, cultivando el capital humano de la empresa y actuando en un marco seguro, ambiental y socialmente responsable.

#### 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 y logros

Es una empresa dedicada al diseño y construcción de sistemas tecnológicos complejos con una trayectoria de más de 40 años en el ámbito nacional e internacional. Actualmente la empresa se ha convertido en una herramienta para el desarrollo estratégico de la Argentina y en uno de los principales referentes del sistema científico-tecnológico de Latinoamérica. Se especializa en generar productos y servicios de acuerdo a los requerimientos específicos del cliente, satisfaciendo todas las etapas de un proyecto, desde el asesoramiento hasta la entrega de plantas llave en mano. INVAP emprendió hace años las exportaciones nucleares, médicas, espaciales y de televisión TV digital terrestre 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, componentes espaciales y plantas de transmisión de televisión digital terrestre.

Entre sus principales logros se encuentra el desarrollo y construcción de instalaciones nucleares de experimentación y producción de radioisótopos. En 2007 inauguró el reactor OPAL, de 20 MW y muy alta complejidad, en Sydney, Australia, para la Australian Nuclear Scientific and Technological Organisation (ANSTO), obra que convirtió a INVAP en uno de los principales referentes del mundo en materia de reactores de investigación. En 2012, en Egipto, para la Atomic Energy Authority, se completó la puesta en marcha de una planta de producción de radioisótopos. Además, INVAP participa activamente en distintas ofertas y licitaciones internacionales en el ámbito nuclear. Como producto de estas acciones de comercialización, se han firmado dos contratos muy significativos, uno por haber resultado INVAP (junto al grupo holandés TBI) adjudicaria en la Licitación por el Reactor Pallas en Holanda y el otro por la contratación de la ingeniería de detalle del Reactor Multipropósito (RMB) en Brasil. En 2018 se avanzó en las tareas relacionadas con la ingeniería de detalle del RMB y se comenzaron las tareas de ingeniería básica del reactor Pallas. También le fue adjudicado el contrato por la provisión de un equipo de monitoreo de efluentes radioactivos para el Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) de Estados Unidos, que a la fecha encuentra en ejecución. Además, se siguieron ejecutando importantes contratos con Argelia, India y Arabia Saudita.

A nivel nacional, en 2018, INVAP continuó la ejecución de los trabajos relacionados con contratos con la CNEA, principalmente el nuevo reactor experimental multipropósito RA-10, la construcción de un centro de investigación de radioisótopos y radiofármacos denominado Proyecto Alfa y la revisión crítica de la ingeniería básica, el desarrollo de la ingeniería de detalle y la revisión independiente de los sistemas de procesos importantes para la seguridad del reactor CAREM-25; con NA-SA para el Proyecto de Extensión de Vida de la CNE; y con la ARN en temas de consultoría específica.

Hace ya 25 años INVAP extendió su rango de actividades a otras áreas, desempeñándose como contratista principal de la CONAE para el diseño y construcción de los satélites científicos encomendados por dicha institución, como los SAOCOM, SARE y SABIAMAR. La promulgación del Plan Espacial Nacional formulada en 1994 fue la clave fundamental de la consolidación de INVAP en dicho sector. Cabe mencionar la construcción del satélite SAC-D, equipado con un instrumento de desarrollo estadounidense para la medición de la salinidad de los mares, lanzado al espacio en 2011. INVAP trabajó en el marco de un contrato con la empresa AR-SAT S.A. para el diseño y la construcción de los 3 satélites argentinos de comunicaciones. Los dos primeros, ARSAT-1 y ARSAT-2, fueron lanzados exitosamente al espacio en octubre de 2014 y septiembre de 2015 que se encuentran plenamente operativos y para los cuales se siguen realizando tareas de soporte en vuelo. En octubre de 2018 se lanzó exitosamente el satélite SAOCOM-1A, desde la Base Aérea de Vandenberg en California, Estados Unidos. Funciona correctamente y se está desempeñando según lo esperado. Respecto



Sede Central de INVAP S.E.  
San Carlos de Bariloche  
Provincia de Río Negro



Reactor de investigación ETRR  
construido en Egipto por INVAP S.E.



Reactor de Investigación OPAL  
Interior construido en Australia por  
INVAP S.E.



Plan Argentino de Radarización  
Radar primario Argentino 3D(RPA)  
fabricado por INVAP

al SAOCOM-1B, finalizó la integración y se estuvieron completando los últimos ensayos funcionales previos a la campaña de ensayos ambientales en el CEAT SA, cuyo éxito habilita su envío al sitio de lanzamiento. En materia de exportación se estuvieron elaborando diversas propuestas comerciales para distintos países que incluyen satélites de comunicaciones de nueva generación.

INVAP participa activamente en las tareas del "Plan Nacional de Radarización" a través de contratos con el Ministerio de Defensa, para el cual se fabricaron e instalaron 22 Radares Secundarios (RSMA) para control del tránsito aéreo civil y comercial, y actualmente está a cargo del mantenimiento de esos radares. Al cierre del ejercicio 2018 se encuentran en servicio los 22 Radares RSMA con alta disponibilidad. Asimismo, en ese año se firmaron con la Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA SE) sendos contratos. El primero, para el mantenimiento integral de todo el sistema RSMA, y el segundo, para la provisión e instalación de un nuevo radar en el Aeropuerto de Paraná con tecnología modo S y ADS-B. Adicionalmente, se continuó con la producción de Radares Primarios (RPA) para la vigilancia del espacio aéreo, avanzando con la producción de dos series de 6 radares cada una, de los cuales se han finalizado los 6 de la primera y 2 de la segunda. La instalación de los RPA fabricados se encuentra en distintos estadios, de acuerdo a la disponibilidad del cliente. A fines de 2017 se firmaron dos contratos con la Fuerza Aérea Argentina por la provisión de Radares móviles de vigilancia aérea. Uno tiene por objeto la modernización de una unidad TPS-43 y la actualización de otra unidad, ya modernizada por INVAP, a fin de extender su vida útil por más de 15 años. El otro contrato tiene por objeto el desarrollo y producción de un modelo evolucionado del Radar de Alcance Medio, con mayor movilidad (denominado RAM2). En 2018 se concretaron exitosamente los hitos principales de los proyectos de provisión de tres radares móviles objeto de los contratos para la Fuerza Aérea, los cuales fueron valiosamente utilizados en la vigilancia aérea durante la reunión del G-20. Dentro del programa nacional denominado SINARAME, se están produciendo 10 radares meteorológicos para la Subsecretaría de Recursos Hídricos, de acuerdo al prototipo desarrollado por la empresa. La instalación de los mismos se realiza de acuerdo a la disponibilidad del cliente. El contrato para operación y mantenimiento del sistema se encuentra en la última etapa de adjudicación.

En 2018 se continuó avanzando en la ejecución del contrato por el desarrollo de un sistema de ayuda a la aeronavegación, denominado GBAS, para aproximación de aviones a pista a través de señales de GPS. Se realizaron los ensayos de un sistema, modelo de desarrollo, en el aeropuerto de San Carlos de Bariloche. Asimismo, se revisó con ANAC el alcance de las pruebas de aceptación en fábrica y en sitio, y las actividades necesarias para lograr la certificación del sistema. Se concretaron en este año contratos de exportación a los Estados Unidos, en el marco de un proyecto científico (CACTI) orientado a estudiar fenómenos climáticos severos en Córdoba, del cual se ha ejecutado la mayor parte al cierre. También se incrementaron las acciones comerciales directas confirmando el interés en nuevos productos radar, cámaras electroópticas y otros. INVAP ha jugado un importante papel en la construcción y puesta en marcha del Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre, como contratista principal de AR-SAT S.A., con la instalación de 81 estaciones digitales de transmisión. Al cierre del ejercicio, se finalizó la construcción de 11 EDT correspondientes al segundo contrato con AR-SAT SA.

En materia de Medicina Nuclear, INVAP proveyó 19 centros de radioterapia construidos llave en mano, para el Ministerio Popular para la Salud de Venezuela, que fueron finalizados en 2009. Se ha avanzado en su actualización tecnológica y el servicio de mantenimiento. A nivel local, INVAP tiene un rol importante en el Plan Nacional de Medicina Nuclear, a través de los contratos firmados con la CNEA para la provisión de distintos centros de radioterapia, los cuales se encuentran con un alto grado de avance. En 2018 continuó en plena ejecución la obra del Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de Bariloche, y se finalizó el área de Radioterapia, la cual está atendiendo pacientes desde diciembre 2017. Se firmaron dos nuevos contratos, uno con el Ministerio de Salud de la provincia de Neuquén para la provisión de equipamiento médico, y otro con el Ministerio de Salud de la provincia de San Luis para la ampliación e instalación del equipamiento integral del Centro Oncológico Integral, los cuales se desarrollaron normalmente. También se siguió trabajando en la propuesta de un futuro Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia en la provincia de Buenos Aires. Cabe destacar que INVAP tiene asimismo firmado un contrato para la provisión de tres centros de medicina nuclear y tratamiento oncológico para la Agencia Boliviana de Energía Nuclear (ABEN). Los centros se emplazarán en las ciudades bolivianas de El Alto, La Paz y Santa Cruz de la Sierra. En la ciudad de El Alto se comenzó en 2018 la obra, cumpliendo con el cronograma pactado.

### Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA)

La empresa NA-SA fue creada por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1.5407 del 30 de agosto de 1994 tomando como base la Gerencia de Área Centrales Nucleares de la CNEA, como unidad productiva para la construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y retiro de servicio de las centrales nucleares del país, con el objeto de desarrollar la actividad de generación nucleoelectrónica y su comercialización.

#### Composición accionaria

Es una sociedad anónima del Estado Nacional cuyo capital social asciende a \$ 25.648.298.800,00 y donde la participación accionaria corresponde el 79% a la Secretaría de Gobierno Energía de la Nación, el 20% a la CNEA y el 1% al Ente Binacional de Emprendimientos Energéticos S.A.

#### Actividades principales

NA-SA tiene a su cargo la operación y la comercialización de la energía eléctrica generada por las centrales nucleares en operación y de futuras nuevas unidades de generación nucleoelectrónica. La CNEA cumplió 30



Integración de satélite en sala limpia  
INVAP S.E. - Bariloche



Centrales Nucleares Atucha I y II - Lima  
Provincia de Buenos Aires

años de operación comercial y a fines de 2015 salió de servicio con el objeto de ejecutar la tercera y última etapa del su proyecto de extensión de vida a fin de adicionarle 30 años más de operación estable, segura y barata, e incrementar 35 MW su potencia, utilizando en su ejecución componentes de recambio fabricados en el país por la industria metalúrgica nacional. La NA-SA participa en las negociaciones con la Corporación Nacional Nuclear de China con miras a la construcción de futuras centrales nucleares argentinas

#### Capital industrial:

- Se completó el Proyecto de extensión vida de la CNE.
- Se continuó la generación nucleoelectrónica en la Central Nuclear Atucha – Unidades I y II que operaron en forma regular durante el año.
- Con relación al Proyecto Extensión de Vida Central Nuclear Atucha I se continuó la reevaluación del estado y mejoras de diseño y la definición de las actividades y el cronograma del Proyecto.

#### Capital financiero:

- El resultado económico de la empresa permitió continuar atendiendo erogaciones en los proyectos de inversión.

#### Capital natural y social:

- Se continuó la capacitación del personal de las centrales nucleares en actividades relacionadas con preparación para la emergencia como así también a personas de zonas aledañas.



Central Nuclear Embalse  
Provincia de Córdoba

### Polo Tecnológico Constituyentes S.A. (PTC)

El PTC es un organismo de interfase que permite la creación de sinergias entre los institutos que lo componen y la actividad privada. Suma las capacidades de organizaciones pioneras en la generación y transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos, contribuyendo a crear las condiciones e interacciones para la incorporación de los mismos 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., 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.

#### Constitución accionaria

Está constituido por la asociación de instituciones de desarrollo tecnológico con capacidades distintas y complementarias radicadas en el área geográfica vecina al CAC: la CNEA, el INTI, el INTA, el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y la UNSAM. Su capital accionario asciende a \$120.000; la CNEA participa con la sexta parte del mismo y con otro tanto cada uno de los organismos que lo integran.

#### Actividades principales

La actividad principal del PTC es la administración financiera de 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 de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica” (Ley 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 y logros 2018

Durante 2018 el PTC continuó con la gestión de tareas de investigación y desarrollo y la realización de consultorías y servicios. Las actividades realizadas por la CNEA en éste ámbito fueron generalmente consultorías y servicios en el extranjero. Entre ellas se destacan la realización de la curva de calibración de dosímetros de rutina para el Instituto Nacional de Donación y Trasplante de Células, Tejidos y Órganos de la República Oriental del Uruguay y la asistencia al OIEA para el ejercicio de comparación entre laboratorios en dosimetría tecnológica.

En relación a otros proyectos de investigación y desarrollo son remarcables los en gestión para el socio CITEDEF con el Ministerio de Defensa, la Armada Argentina y la Fuerza Aérea Argentina. Entre las actividades de apoyo y asistencia a la pequeña y mediana empresa (PyME) se continuó con la operatoria de fideicomisos en los cuales el PTC actúa como fiduciario, en particular la operatoria del Fideicomiso Salto Grande (INTI).



Comisión Nacional  
de Energía Atómica